



# ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

*Сборник статей по материалам  
XIX международной научно-практической конференции*

№ 6 (18)  
Май 2014 г.

Издается с декабря 2012 года

Новосибирск  
2014

УДК 50  
ББК 20  
Е 86

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

**Козьминых Владислав Олегович** — д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой химии естественнонаучного факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Редакционная коллегия:

**Гукалова Ирина Владимировна** — д-р геогр. наук, доц. ведущий научный сотрудник Института географии НАН Украины, доц. кафедры экономической и социальной географии Киевского национального университета им. Т. Шевченко;

**Данилов Виктор Павлович** — канд. с.-х. наук, зам. дир. по научной работе СибНИИ кормов СО Россельхозакадемии;

**Елисеев Дмитрий Викторович** — канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

**Зеленская Татьяна Евгеньевна** — канд. физ.-мат. доц. кафедры высшей математики Югорского государственного университета;

**Романова Алла Александровна** — канд. техн. наук, доц. кафедры прикладной физики Санкт-Петербургского государственного экономического университета;

**Рымкевич Павел Павлович** — канд. физ.-мат. наук, доц., проф. кафедры физики Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, чл.-кор. Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, член Экспертного совета по энергоэффективности зданий и сооружений Санкт-Петербурга;

**Сулеймен Ерлан Мэлсулы** — д-р филос. наук, канд. хим. наук, директор института прикладной химии при Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева;

**Харченко Виктория Евгеньевна** — канд. биол. наук, доц. Луганского национального аграрного университета;

**Яковичина Татьяна Федоровна** — канд. с.-хоз. наук, доц., заместитель заведующего кафедрой экологии и охраны окружающей среды Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, член Всеукраинской экологической Лиги.

**Е 86 Естественные и математические науки в современном мире /** Сб. ст. по материалам XIX междунар. науч.-практ. конф. № 6 (18). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. 134 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Естественные и математические науки в современном мире» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

<b>Содержание</b>	
<b>Секция 1. Математика</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление</b>	<b>6</b>
СУЩЕСТВОВАНИЕ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЯ ОДНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ	6
Вагапов Винер Зуфарович	
УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ЧАСТИ ПЕРЕМЕННЫХ	14
Королев Владимир Степанович	
<b>1.2. Математическая физика</b>	<b>23</b>
О ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА СИСТЕМЫ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ КАПИЛЛЯРНЫХ ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ	23
Дудик Ольга Александровна	
<b>1.3. Математическая логика, алгебра и теория чисел</b>	<b>32</b>
О ПОЛУВНУТРЕННИХ $\Omega$ -СПУТНИКАХ $\Omega$ -РАССЛОЕННЫХ ФОРМАЦИЙ МУЛЬТИОПЕРАТОРНЫХ T-ГРУПП	32
Сорокина Марина Михайловна	
<b>Секция 2. Информационные технологии</b>	<b>36</b>
<b>2.1. Управление в социальных и экономических системах</b>	<b>36</b>
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОТДЕЛА ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ТВОРЧЕСТВА И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА ЦЕНТРА РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И ЮНОШЕСТВА	36
Шестопалова Ольга Львовна	
Жуматаева Жанар Есиркепкызы	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОМ БИЗНЕСЕ: ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	43
Провалов Владимир Савельевич	

<b>2.2. Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети</b>	<b>48</b>
РАЗВИТИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ	48
Яблонский Сергей Валерьевич	
Конева Наталья Ефимовна	
Конев Федор Борисович	
<b>Секция 3. Биология</b>	<b>57</b>
<b>3.1. Ботаника</b>	<b>57</b>
АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ MEEHANIA URTSCIFOLIA И SCHIZONEPETA MULTIFIDA ИЗ ДАЛЬНОГО ВОСТОКА	57
Ишмуратова Маргарита Юлаевна	
Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы	
Дудкин Роман Васильевич	
Горовой Петр Григорьевич	
<b>3.2. Токсикология</b>	<b>68</b>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БИОПРЕПАРАТА «ЯГЕЛЬ ДЕТОКС»	68
Степанова Альбина Васильевна	
Аньшакова Вера Владимировна	
<b>3.3. Физиология</b>	<b>74</b>
ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АНАЛИЗАТОРА СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА	74
Мусалимова Рида Сагитовна	
Мухамадеева Айгуль Амировна	
<b>3.4. Экология и природопользование</b>	<b>82</b>
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ПРОЦЕСС ПРЕССОВАНИЯ ТБО	82
СО СВЯЗУЮЩИМ ВЕЩЕСТВОМ	
Гонопольский Адам Михайлович	
Ермакова Лидия Сергеевна	
Патрикеев Игорь Алексеевич	
ВИДОВОЙ СОСТАВ, ПЛОТНОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИМОРСКОГО ОКЕАНАРИУМА	90
Касьян Валентина Вадимовна	

ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ ВОДЫ БАЛТАЧЕВСКОГО РАЙОНА ДЕРЕВНИ КУНТУГУШЕВО Лыгин Сергей Александрович Ахметгалиева Гульназ Альфатовна Лыгина Раиса Ивановна	95
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ Мережко Ольга Евгеньевна	103
<b>Секция 4. Химия</b>	<b>109</b>
<b>4.1. Медицинская химия</b>	<b>109</b>
ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ DRACOCERPHALUM ARGUNENSE ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА Сүлеймен Ерлан Мэлсулы Искакова Жанар Бактыбаевна Дудкин Роман Васильевич Горовой Петр Григорьевич	109
<b>Секция 5. Науки о Земле</b>	<b>116</b>
<b>5.1. Геология и минералогия</b>	<b>116</b>
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН ПРОЖИЛКОВАНИЯ РУДНОЙ ЗОНЫ ЧАЙНАЯ, МНОГОВЕРШИННОЕ ЗОЛОТОРУДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (НИЖНЕЕ ПРИАМУРЬЕ) Сластников Виктор Валентинович Пискунов Владимир Викторович	116
<b>5.2. Общественная география</b>	<b>127</b>
РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА РЕЛЬЕФА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ Фатнева Елена Алексеевна Редкокашина Татьяна Сергеевна	127

## СЕКЦИЯ 1.

### МАТЕМАТИКА

#### 1.1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

##### СУЩЕСТВОВАНИЕ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЯ ОДНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

*Вагапов Винер Зуфарович*

*канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математического анализа  
Стерлитамакского филиала*

*Башкирского государственного университета,  
РФ, Республика, Башкортостан, г. Стерлитамак*

*E-mail: [vagapov\\_vz@rambler.ru](mailto:vagapov_vz@rambler.ru)*

##### THE EXISTENCE AND UNIQUENESS OF THE SOLUTION OF ONE INTEGRAL EQUATION

*Winer Vagapov*

*candidate of Science, assistant professor  
of the Sterlitamak branch Bashkir state university,  
Russia, Republic of Bashkortostan, Sterlitamak*

##### АННОТАЦИЯ

В статье при помощи специально подобранного оператора показано решение одного интегрального уравнения Вольтерра первого рода.

##### ABSTRACT

In the article with the help of specially selected operator shows the solution of one Volterra integral equation of the first kind.

**Ключевые слова:** интегральное уравнение; Вольтерра; оператор.  
**Keywords:** integral equation; Volterra; operator.

Решение многих краевых задач для уравнений смешанного типа сводится к решению интегральных уравнений, правые части которых содержат заданные граничные функции. Рассмотрим одно из таких интегральных уравнений,

$$\int_0^x \varphi(t)(x^2 - t^2)^p dt = (1 - x^2)^{-p} \tau(x), \quad (1)$$

где:  $\tau(x)$  – заданная достаточно гладкая функция,  
 $\varphi(x)$  – искомая функция,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $p - const$ ,  $0 < p < 1/2$ .

На обе части уравнения (1) подействуем оператором

$$\int_0^x (x^2 - y^2)^{-p} \dots dy^2$$

Будем иметь

$$\int_0^x (x^2 - y^2)^{-p} dy^2 \int_0^y \varphi(t)(y^2 - t^2)^p dt = \int_0^x \tau(y)(1 - y^2)^{-p} (x^2 - y^2)^{-p} dy^2 \quad (2)$$

Слева в повторном интеграле поменяем порядки интегрирования:

$$\int_0^x (x^2 - y^2)^{-p} dy^2 \int_0^y \varphi(t)(y^2 - t^2)^p dt = \int_0^x \varphi(t) dt \int_t^x (x^2 - y^2)^{-p} (y^2 - t^2)^p dy^2$$

Во внутреннем интеграле выполним замену переменной:  
 $y^2 = t^2 + (x^2 - t^2)z$ . Тогда

$$\begin{aligned} & \int_t^x (x^2 - y^2)^{-p} (y^2 - t^2)^p dy^2 = \\ & = (x^2 - t^2) \int_0^1 z^p (1 - z)^{-p} dz = (x^2 - t^2) \int_0^1 z^{(1+p)-1} (1 - z)^{(1-p)-1} dz = \\ & = B(1 + p, 1 - p)(x^2 - t^2) \end{aligned}$$

где:  $B(p, q)$  – бета-функция.

С учетом этого уравнение (2) принимает вид:

$$\begin{aligned} B(1+p, 1-p) \int_0^x \varphi(t)(x^2-t^2) dt &= \\ &= \int_0^x \tau(y)(1-y^2)^{-p}(x^2-y^2)^{-p} dy^2 \end{aligned} \quad (3)$$

К интегралу в правой части уравнения (3) применим метод интегрирования по частям, полагая  $u = \tau(y)$ , а в качестве функции  $v$  возьмем следующую

$$\begin{aligned} v &= \int_y^x (1-s^2)^{-p}(x^2-s^2)^{-p} ds^2 = |s^2 = y^2 + (x^2-y^2)z| = \\ &= -(x^2-y^2)^{1-p}(1-y^2)^{-p} \int_0^1 (1-z)^{-p} \left(1 - \frac{x^2-y^2}{1-y^2} z\right)^{-p} dz, \end{aligned}$$

или, учитывая формулу интегрального представления гипергеометрической функции Гаусса 2.12(1) [1]

$$\int_0^1 z^{a-1} (1-z)^{c-a-1} (1-tz)^{-b} dz = \frac{\Gamma(a)\Gamma(c-a)}{\Gamma(c)} F(a, b, c; t),$$

где:  $\Gamma(a)$  — гамма-функция, окончательно имеем

$$v = -\frac{1}{1-p} (x^2-y^2)^{1-p} (1-y^2)^{-p} F\left(1, p, 2-p; \frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right).$$

После применения метода интегрирования по частям к правой части уравнения (3), где мы считаем, что  $\tau(0) = 0$ , приходим к следующему уравнению

$$\int_0^x \varphi(t)(x^2 - t^2) dt =$$

$$= k_1 \int_0^x \tau'(y)(x^2 - y^2)^{1-p} (1 - y^2)^{-p} F\left(1, p, 2 - p; \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}\right) dy$$

$$k_1 = \frac{1}{B(1 + p, 1 - p)(1 - p)}$$

где

Перепишем его в виде

$$\int_0^x \varphi(t)(x^2 - t^2) dt = k_1 \int_0^x \tau'(y)(1 - y^2)^{1-2p} \left(\frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}\right)^{1-p} F\left(1, p, 2 - p; \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}\right) dy$$

и продифференцируем по  $x$  обе части полученного уравнения, применяя для производной от правой части формулу «сокращенного дифференцирования» 2.8(22) [1]

$$\frac{d}{dx} [x^{c-1} F(a, b, c; x)] = (c - 1)x^{c-2} F(a, b, c - 1; x)$$

Получим уравнение:

$$\int_0^x \varphi(t) dt = k_1 (1 - p) \int_0^x \tau'(y)(1 - y^2)^{-p} (x^2 - y^2)^{-p} F\left(1, p, 1 - p; \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}\right) dy \quad (4)$$

К гипергеометрической функции Гаусса

$$F\left(1, p, 1 - p; \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}\right)$$

применим формулу автотрансформации 2.9(2) [1]

$$F(a, b, c; x) = (1 - x)^{c-a-b} F(c - a, c - b, c; x)$$

Тогда уравнение (4) перепишется так:

$$\int_0^x \varphi(t) dt = \frac{1}{B(1 + p, 1 - p)} (1 - x^2)^{-2p} \times$$

$$\times \int_0^x \tau'(y)(1-y^2)^p (x^2-y^2)^{-p} F\left(-p, 1-2p, 1-p; \frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right) dy \quad (5)$$

К интегралу в правой части этого уравнения применим метод интегрирования по частям, полагая:

$$u(y) = \tau'(y),$$

$$v(x, y) = -\int_y^x (1-s^2)^p (x^2-s^2)^{-p} F\left(-p, 1-2p; 1-p; \frac{x^2-s^2}{1-s^2}\right) ds.$$

Разложим гипергеометрическую функцию Гаусса в степенной ряд и поменяем порядки интегрирования и суммирования. Тогда

$$v(x, y) = -\frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-p)_n (1-2p)_n}{(1-p)_n n!} \int_y^x s^{-1} (1-s^2)^{p-n} (x^2-s^2)^{n-p} ds^2$$

или после выполнения в интеграле замены переменных  $s^2 = y^2 + (x^2 - y^2)z$ :

$$v(x, y) = -\frac{1}{2} (1-y^2)^p (x^2-y^2)^{1-p} y^{-1} \times \\ \times \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-p)_n (1-2p)_n}{(1-p)_n n!} \left(\frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right)^n \int_0^x (1-z)^{n-p} \left(1 - \frac{x^2-y^2}{1-y^2} z\right)^{p-n} \left(1 + \frac{x^2-y^2}{y^2} z\right)^{\frac{1}{2}} dz.$$

Далее, используя формулу 5.8(5) [1] интегрального представления гипергеометрической функции двух переменных

$$F_1(a, b, b'; c; x, y) = \frac{\Gamma(c)}{\Gamma(a)\Gamma(c-a)} \int_0^1 t^{a-1} (1-t)^{c-a-1} (1-tx)^{-b} (1-ty)^{b'} dt,$$

имеем

$$v(x, y) = -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2-y^2)^{1-p} y^{-1} \times$$

$$\times \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-p)_n (1-2p)_n}{(2-p)_n n!} \left( \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2} \right)^n F_1 \left( 1, n-p, \frac{1}{2}; 2-p+n; \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}; -\frac{x^2 - y^2}{y^2} \right).$$

Воспользовавшись формулой 5.7(6) [1], представим функцию  $F_1(\cdot)$  в виде двойного ряда по  $m$  и  $k$  и поменяем порядки суммирования по  $n$  и  $k$ :

$$\begin{aligned} v(x, y) &= -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2 - y^2)^{1-p} y^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-p)_n (1-2p)_n}{(2-p)_n n!} \left( \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2} \right)^n \times \\ &\quad \times \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1)_{m+k} (-p+n)_m (1/2)_k}{(2-p+n)_{m+k} m! k!} \left( \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2} \right)^m \left( -\frac{x^2 - y^2}{y^2} \right)^k = \\ &= -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2 - y^2)^{1-p} y^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1)_k (1/2)_k}{(2-p)_k k!} \left( -\frac{x^2 - y^2}{y^2} \right)^k \times \\ &\quad \times \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-p)_{m+n} (1-2p)_m (1+k)_n}{(2-p+n)_{m+n} m! n!} \left( \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2} \right)^m \left( \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2} \right)^n. \end{aligned}$$

Вновь используя формулу 5.7(6) [1], получим

$$\begin{aligned} v(x, y) &= -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2 - y^2)^{1-p} y^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1)_k (1/2)_k}{(2-p)_k k!} \left( -\frac{x^2 - y^2}{y^2} \right)^k \times \\ &\quad \times F_1 \left( -p, 1-2p, 1+k; 2-p+k; \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2}, \frac{x^2 - y^2}{1 - y^2} \right) \end{aligned}$$

или в силу формулы 5.10(11) [1]

$$F_1(a, b, b'; c; x, x) = F(a, b + b'; c; x)$$

имеем

$$v(x, y) = -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2 - y^2)^{1-p} y^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(1)_k (1/2)_k}{(2-p)_k k!} \left( -\frac{x^2 - y^2}{y^2} \right)^k \times$$

$$\times F\left(-p, 2-2p+k; 2-p+k; \frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right)$$

Разложим полученную гипергеометрическую функцию Гаусса в ряд по  $n$  и воспользуемся представлением введенной профессором Волкодавным В.Ф. гипергеометрической функции  $R_1(a, b, b'; \delta; c; \delta'; x, y)$  [2] в виде суммы двойного ряда

$$R_1(a, b, b'; \delta; c; \delta'; x, y) = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_{k+n} (b)_k (b')_n (\delta)_k}{(c)_{k+n} (\delta')_k k! n!} x^k y^n$$

Тогда окончательно имеем

$$\begin{aligned} v(x, y) &= -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2-y^2)^{1-p} y^{-1} \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(2-2p)_{k+n} (1)_k (-p)_n (1/2)_k}{(2-p)_{k+n} (2-2p)_n n! k!} \times \\ &\times \left(-\frac{x^2-y^2}{y^2}\right)^k \left(\frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right)^n = -\frac{1}{2(1-p)} (1-y^2)^p (x^2-y^2)^{1-p} y^{-1} \times \\ &\times R_1\left(2-2p, 1, -p, \frac{1}{2}; 2-p, 2-2p; -\frac{x^2-y^2}{y^2}, \frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right) \end{aligned}$$

После применения метода интегрирования по частям, где мы считаем  $\tau'(0) = 0$ , уравнение (5) примет вид

$$\begin{aligned} \int_0^x \varphi(t) dt &= \frac{1}{2(1-p)B(1+p, 1-p)} (1-x^2)^{-2p} \int_0^x \tau''(y) (1-y^2)^p (x^2-y^2)^{1-p} y^{-1} \times \\ &\times R_1\left(2-2p, 1, -p, \frac{1}{2}; 2-p, 2-2p; -\frac{x^2-y^2}{y^2}, \frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right) dy \end{aligned}$$

Продифференцируем обе части последнего уравнения, используя формулу (1.4) [2]

$$\frac{d}{dx} [x^{\gamma-1} R_1(\alpha, \beta, \beta', \delta; \gamma, \delta'; \tilde{p}x, \tilde{q}x)] = (\gamma-1)x^{\gamma-2} R_1(\alpha, \beta, \beta', \delta; \gamma-1, \delta'; \tilde{p}x, \tilde{q}x)$$

где  $\tilde{p}$  и  $\tilde{q}$  не зависят от  $x$ . Окончательно получим формулу обращения интегрального уравнения (1):

$$\begin{aligned} \varphi(x) = & \frac{2p}{(1-p)B(1+p,1-p)} x(1-x^2)^{-2p-1} \int_0^x \tau''(y)(1-y^2)^p (x^2-y^2)^{1-p} y^{-1} \times \\ & \times R_1\left(2-2p,1,-p,\frac{1}{2};2-p;2-2p;-\frac{x^2-y^2}{y^2},\frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right) dy + \frac{1}{B(1+p,1-p)} x(1-x^2)^{-2p} \times \\ & \times \int_0^x \tau''(y)(1-y^2)^p (x^2-y^2)^{-p} y^{-1} R_1\left(2-2p,1,-p,\frac{1}{2};1-p;2-2p;-\frac{x^2-y^2}{y^2},\frac{x^2-y^2}{1-y^2}\right) dy. \end{aligned} \quad (6)$$

Итак, сформулируем итоговую теорему.

**Теорема.** Если  $\tau(x) \in C^2[0;1]$ ,  $\tau(0) = \tau'(0) = 0$ , то интегральное уравнение (1) имеет единственное решение, которое определяется формулой (6).

### Список литературы:

1. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Т.1. Гипергеометрическая функция. Функции Лежандра. М.: Наука, 1973. — 295 с.
2. Волкодав В.Ф., Николаев Н.Я. Интегральные уравнения Вольтерра первого рода с некоторыми специальными функциями в ядрах и их приложения. Самара: Самарский университет, 1992. — 100 с.

# УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ЧАСТИ ПЕРЕМЕННЫХ

*Королев Владимир Степанович*

*канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Санкт-Петербургский Государственный Университет,  
РФ, г. Санкт-Петербург  
E-mail: [vokorol@bk.ru](mailto:vokorol@bk.ru)*

## STABILITY SOLUTION OF DYNAMICAL SYSTEMS ON A PART OF THE VARIABLES

*Vladimir Korolev*

*candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
assistant professor, Saint-Petersburg State University,  
Russia, Saint-Petersburg*

### АННОТАЦИЯ

Рассматриваются математические модели динамических систем классической механики и биофизики на основе нелинейных дифференциальных уравнений, их новые модификации и преобразования. Исследованы свойства уравнений, особенности решений, стационарные неравновесные состояния и поведение решений в окрестности положений равновесия.

### ABSTRACT

The nonlinear differential equations systems are investigated for mathematical models in classical mechanics and biodynamics, their new modifications and conversions. The properties of equations are investigated for equilibrium stationary state solutions and the behavior of the solutions in the neighborhood of the equilibrium.

**Ключевые слова:** динамические системы; устойчивость решений.

**Keywords:** dynamical systems; stability of solution.

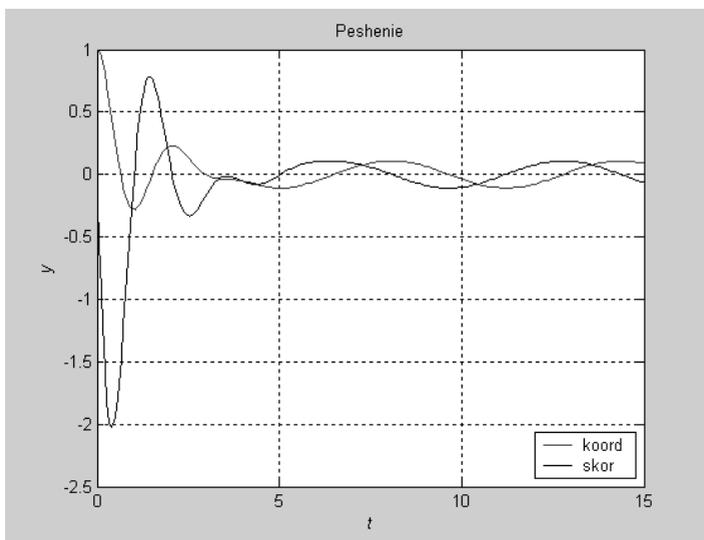
Под динамической системой подразумевается изменение состояния во времени в процессе движения или развития, которое можно описать обыкновенными дифференциальными уравнениями. Если результаты наблюдений или измерений позволяют однозначно определить значения параметров системы, то говорят о детермини-

рованных динамических системах. Если параметры или дополнительные воздействия можно выбирать по своему усмотрению, то имеют управляемую систему. При исследовании нелинейных динамических систем важно знать поведение решений на качественном уровне: существуют ли состояния равновесия, какие из них устойчивы, возможны ли колебательные режимы и при каких условиях [1, 2]. Свойства устойчивости решений зависят от постановки задачи, выбора обобщенных координат и записи уравнений, которые описывают процесс. Они могут не сохраняться при замене переменных, в том числе при изменении размерности пространства при введении дополнительных переменных, а также для канонических преобразований исходной системы с использованием первых интегралов.

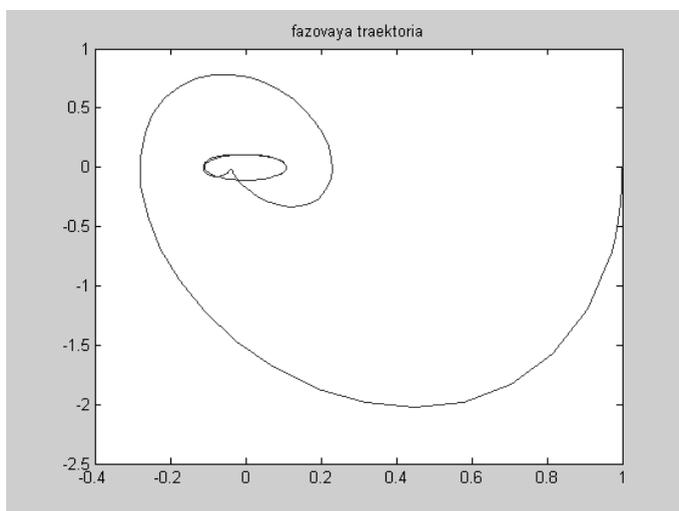
Во многих случаях характер поведения решений можно определить по фазовым портретам, в которых множества траекторий разбиваются на классы. Для построения фазовых портретов в задачах классической механики с потенциальными силами используют свойства функции, которая определяет потенциальную энергию. Для получения основных свойств решений уравнений в задачах механики используют также первые интегралы (энергии, площадей, циклические), если они существуют. Хорошо исследованы классические уравнения в динамике механических систем с одной степенью свободы: гармонический осциллятор при действии упругой силы на точку или колебания материальной точки с учетом сил сопротивления, а также нелинейные уравнения колебаний материальной точки с учетом сил сопротивления и вынуждающей силы

$$\frac{dx}{dt} = y, \quad \frac{dy}{dt} = -k^2 x - 2hy + f(x, y, u, t).$$

В первом случае получаем периодические функции, которые определяют замкнутые фазовые траектории в окрестности положения равновесия и устойчивость решений по Ляпунову. Во втором случае имеется асимптотическая устойчивость положения равновесия. При наличии малых возмущений периодического или случайного характера получим затухание собственных колебаний, а поведение решения (рис. 1) и фазовые траектории (рис. 2) определяются возмущением.



**Рисунок 1. Поведение решения при малых периодических возмущениях**



**Рисунок 2. Фазовый портрет при малых периодических возмущениях**

Можно также получить ограничения на параметры процесса, в том числе для случая резонанса частот. Режим управления процессом позволяет изменить характер и свойства решений.

Движение называется устойчивым по Ляпунову, если малые отклонения в начальных данных фазовых переменных приводят к малым отклонениям в дальнейшем. Орбитальная устойчивость или устойчивость по части переменных показывает, что фазовая траектория или её проекция на соответствующее подпространство остается в достаточной близости от опорной траектории, хотя изображающие точки могут сколь угодно разбегаться, удаляясь друг от друга со временем.

Простейший пример: движение материальной точки при отсутствии действующих сил. Получается прямая на фазовой плоскости, по которой с постоянной скоростью движется точка:

$$\dot{x}_1 = x_2, \dot{x}_2 = 0, \rightarrow x_2 = x_2^0, x_1 = x_2^0 t + x_1^0.$$

Точка  $(0,0)$  и все точки на оси  $x_1$  являются положением покоя, для которых нет устойчивости.

При малых отклонения в начальных данных получим близкую прямую  $x_2 = x_2^0 + \varepsilon_2, x_1 = (x_2^0 + \varepsilon_2) t + x_1^0 + \varepsilon_1$ .

Расстояние между изображающими точками на этих прямых увеличивается, хотя остается частичная устойчивость по одной из фазовых переменных.

При наличии малых периодических возмущений в уравнениях имеем

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 + \varepsilon_1 \sin t, \dot{x}_2 = \varepsilon_2 \cos t, \\ x_2 &= x_2^0 + \varepsilon_2 \sin t, x_1 = x_1^0 + x_2^0 t - \varepsilon_2 \cos t - \varepsilon_1 \cos t. \end{aligned}$$

Аналогичные свойства проявляются для уравнений движения материальной точки в центральном гравитационном поле. Траектории близки, но движение происходит с разной скоростью.

В общем случае системы уравнений динамики в нормальной форме имеют особые точки  $x^*$  при условии, что правые части обращаются в ноль:

$$\frac{dx}{dt} = f(x), x \in R^n, \quad f(x^*) = 0.$$

Устойчивость решений проверяют разными способами для различных типов уравнений в задачах динамики. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных механических систем позволяют использовать для оценки устойчивости вид функции  $\Pi(x)$  для потенциальной энергии из условий минимума по фазовым переменным. При наличии циклических интегралов порядок системы уравнений уменьшается, а устойчивость оценивают для оставшихся обобщенных координат.

В случае приведения уравнений к виду канонических систем можно проверять аналогичные условия для функции Гамильтона  $H(x)$ , которая определяет правые части уравнений движения.

Если уравнения записаны в каноническом виде и существует  $n$  первых интегралов, то по теореме Арнольда фазовые траектории лежат на  $n$ -мерном торе, а движение системы является условно периодическим. В общем случае для системы дифференциальных уравнений в нормальной форме могут выполняться первые интегралы, которые определяют интегральные многообразия как пересечение соответствующих поверхностей. Это множество называют равновесным режимом системы или стационарным движением.

Необходимо обратить внимание на возможные изменения свойств и условий устойчивости решений новых уравнений при замене переменных. В случае контактных преобразований при выборе нужной производящей функции получаем в новых переменных уравнения, где правые части равны нулю, а новые переменные определяют набор произвольных постоянных для решений первоначальной системы канонических уравнений. Следовательно, при любых допустимых начальных условиях они остаются постоянными, сохраняя малые начальные отклонения.

Более общий вид имеют известные математические модели динамики в задачах биофизики (в том числе модели Лотки, Вольтера, Базыкина, Новоселова), которые описывают изменение параметров физических и химических процессов системой линейных или нелинейных дифференциальных уравнений [2—5]. В правой части системы нелинейных уравнений можно выделить линейную и квадратичную зависимость от фазовых переменных

$$\frac{dx}{dt} = Ax + (x^*, Bx),$$

где элементы матриц  $A$  и  $B$  предполагаются постоянными. При условии, что правые части обращаются в ноль в области допустимых значений для фазовых переменных, получаем множества возможных положений равновесия или состояния покоя.

Можно проводить исследование положений равновесия и возможные стационарные неравновесные состояния, которые могут возникать в открытых биологических системах, обменивающихся с окружающей средой энергией или веществом. Процесс обмена может носить характер возмущений или управляющих стабилизирующих воздействий. Предлагаются модификации или дополнения для оценки устойчивости выделенных решений.

Классическая модель биофизики Вольтера [5] взаимодействия видов «хищник-жертва» описана уравнениями

$$\frac{dx}{dt} = ax - bxy, \quad \frac{dy}{dt} = -cy + dxy.$$

Система имеет два стационарных решения. В случае  $x \neq 0, y \neq 0$  получается особая точка, которую на фазовой плоскости окружают замкнутые кривые периодических колебаний численности конкурирующих видов в зависимости от начальных условий. Влияние возмущений и управляющих воздействий может изменить характер решений.

Модификация модели с учетом самоограничения численности дает

$$\frac{dx}{dt} = a_1x - b_1x^2 - c_1xy, \quad \frac{dy}{dt} = a_2y - b_2y^2 + c_2xy.$$

Начало координат является особой точкой типа «неустойчивый узел». Существуют еще три варианта возможных особых точек, из которых два соответствуют ситуациям отсутствия жертв или хищников. В третьем случае по начальным данным определяются замкнутые кривые на фазовой плоскости, которые показывают периодические колебания в системе «хищник-жертва».

Дифференциальные уравнения статистической модели возбуждения мышцы, полученные в работах Новоселова В.С. [3, 4], можно представить в виде

$$\frac{dx}{dt} = Ax + (x^*, Bx) + f(x, u, t),$$

где возмущения могут зависеть от управляющих параметров или функций  $u(t)$ .

Под мышечным возбуждением понимают напряжение или укорачивание мышцы при разряде двигательного нейрона на поверхности мембраны мышечного волокна. К нему может присоединиться головка толстого мышечного волокна. Тем самым создается активный центр ферментной реакции. В результате реакции гидролизующих ферментов происходит превращение в энергию напряжения и в работу сокращения мышцы. Предполагаются все структурные элементы мышцы статистически одинаковыми. Управление процессом мышечного сокращения осуществляется нервными импульсами посредством изменения вероятности концентрации ионов, а также за счет окисления молекул органических веществ кислородом с переносом электронов по цепи дыхательных ферментов с учетом изменением режима работы легких по командам центральной или периферийной нервной системы.

Полученная система 8 нелинейных дифференциальных уравнений исследуется для стационарного режима в фазе напряжения мышцы, когда существует стационарное неравновесное напряжение мышцы, а также численными методами для оценки поведения решений в окрестности положений стационарного равновесия. Изменение концентрации определяется скоростью ферментной реакции в центрах контакта. В зависимости от начальных условий и значений коэффициентов системы уравнений в качестве отклика на приложенный импульс или серию импульсов могут проявляться устойчивые и неустойчивые колебательные режимы по соответствующим группам переменных. Различают два вида мышечного сокращения: изометрическое, когда мышца развивает усилие без изменения длины (при этом в ней растёт напряжение и расходуется энергия), и изотоническое, когда мышца укорачивается и утолщается, а напряжение её практически не изменяется. Например, при совершении работы по перемещению груза мышца, как правило, сокращается сначала изометрически, а затем изотонически. В случае изометрического сокращения система принимает более простой вид.

Характеристический полином для матрицы  $B$ , которая определяет поведение в первом приближении, имеет вид:

$$|B - \lambda E| = (-\mu - \lambda)\lambda^3(a_0\lambda^4 + a_1\lambda^3 + a_2\lambda^2 + a_3\lambda + a_4)$$

Коэффициенты  $a_i$  будут положительны, что является необходимым условием отрицательности корней полинома. Достаточное условие может быть получено с использованием критерия Рауса-Гурвица. При отсутствии чисто мнимых собственных чисел, система уравнений имеет целое семейство положений равновесия, которое заполняет 3-мерное пространство. Если при этом выполняются условия:

$$a_0 > 0, a_1a_2 - a_0a_3 > 0, a_3(a_1a_2 - a_0a_3) - a_1^2a_4 > 0, a_4 > 0,$$

то каждое из положений равновесия определяет 5-мерное подпространство, заполненное движениями системы, асимптотически приближающимися к нему.

Особенностью системы уравнений является существование линейных по фазовым переменным интегралов, которые позволяют понизить порядок и проводить дальнейшее исследование устойчивости по упрощенным уравнениям для оставшихся фазовых переменных после исключения. Это позволяет получить критерии условной устойчивости для начальной системы, а также критерии устойчивости для упрощенной системы в случае изометрического сокращения. Рассмотрено множество численных решений для системы при различных начальных данных и управляющих воздействиях, а также поведение системы при отклонении от положения равновесия.

### Список литературы:

1. Воротников В.И. К теории устойчивости по отношению к части переменных // Прикладная математика и механика. — Т. 59(4), — 1995. — С. 553—561.
2. Зубов И.В. Методы анализа динамики управляемых систем. М.: Физматлит, 2003. — 224 с.
3. Новоселов В.С. Статистическая динамика. СПб: СПбГУ, 2009. — 393 с.

4. Новоселов В.С., Королев В.С. Модель возбуждения мышцы // Труды международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». М.: ИПУ РАН, 2005, — с. 367—374.
5. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическое моделирование в биофизике. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. — 472 с.

## 1.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

### О ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ГРАНИЦАХ РАЗДЕЛА СИСТЕМЫ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ КАПИЛЛЯРНЫХ ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ

*Дудик Ольга Александровна*

*канд. физ.-мат. наук, КИПУ,*

*РФ, г. Симферополь*

*E-mail: [dudik\\_tnu@mail.ru](mailto:dudik_tnu@mail.ru)*

### ON DYNAMICAL CONDITIONS ON THE BOUNDARIES OF THE SYSTEM OF IMMISCIBLE CAPILLARY VISCIOUS FLUIDS

*Olga Dudik*

*candidate of physical and mathematical sciences,*

*Crimean State Engineering and Pedagogical University,*

*Russia, Simferopol*

#### АННОТАЦИЯ

В данной работе приводится вывод динамических условий на границах раздела системы несмешивающихся однородных жидкостей, заполняющих полость маятника. Эти условия необходимы для полной математической постановки линейных начально-краевых задач гидродинамики.

#### ABSTRACT

In this paper we present dynamical conditions on the boundaries of the system of immiscible capillary viscous fluids filling the cavity of the pendulum. It is necessary to provide the complete mathematical posing of linear initial-boundary value problems of fluid dynamics.

**Ключевые слова:** капиллярные вязкие жидкости; динамические условия.

**Keywords:** capillary viscous fluids; dynamical conditions.

**Введение.** Динамические условия на границах раздела возникают в линейных задачах гидродинамики, связанных с движениями системы

«маятник-вязкие жидкости», в условиях, близких к невесомости. Известно, что в условиях невесомости или близких к ним при рассмотрении проблемы колебаний жидкости, заполняющей сосуд, следует учитывать капиллярные силы, действующие на границах раздела «жидкость-газ», «жидкость-твердое тело», «газ-твердое тело». При постановке этих начально-краевых проблем необходимо учитывать тот факт, что ввиду действия капиллярных сил порядок дифференциального оператора на равновесной поверхности жидкости такой же, как и в основных уравнениях.

*Вывод динамического условия на равновесной поверхности жидкости.* Будем считать, что сферический маятник с полостью  $\Omega$ , частично заполненной капиллярной вязкой жидкостью, закреплен в некоторой точке  $O$  и совершает малые движения относительно этой точки под действием гравитационных сил с ускорением  $\vec{g} = -g\vec{e}'_3$ , а также малого поля внешних массовых сил  $\vec{f}$ . Считаем, что точка  $O$  является началом неподвижной декартовой системы координат  $Oy_1y_2y_3$  с единичными векторами  $\vec{e}'_i$  вдоль осей  $Oy_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ).

Будем измерять отклонения маятника от вертикальной оси с помощью малого вектора углового перемещения тела  $\vec{\delta} = \sum_{k=1}^3 \delta_k \vec{e}_k$ , где  $\vec{e}_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) — орты подвижной системы координат  $Ox_1x_2x_3$ , жестко связанной с маятником. Если маятник находится в состоянии равновесия, то оси  $Oy_k$  и  $Ox_k$  систем  $Oy_1y_2y_3$  и  $Ox_1x_2x_3$  совпадают, а давление в жидкости определено законом  $P_{00}(x) = -\rho gx_3 + const$ , где  $\rho > 0$  — плотность жидкости,  $x = (x_1, x_2, x_3) \in \Omega$ .

Пусть теперь маятник отклонен от равновесного положения, и это отклонение задано малым углом

$\vec{\delta} = P_2 \vec{\delta} + \delta_3 \vec{e}_3$ ,  $P_2 \vec{\delta} = \sum_{k=1}^2 \delta_k \vec{e}_k$ . Тогда в системе координат  $Ox_1x_2x_3$  равновесное давление  $P_0(x, P_2 \vec{\delta})$ , с точностью до бесконечно малых порядка  $O(|P_2 \vec{\delta}|^2)$ , равно

$$\begin{aligned}
 P_0(x, P_2 \vec{\delta}) &= -\rho g [x_3 + (P_2 \vec{\delta} \times \vec{r}) \cdot \vec{e}_3] + const = \\
 &= P_{00}(x) + P_{01}(x, P_2 \vec{\delta}).
 \end{aligned} \tag{1}$$

Обозначим через  $S$  часть границы области  $\Omega$ , занятой жидкостью, примыкающую к твердой стенке полости, а через  $\Gamma$  — свободную равновесную поверхность жидкости. При движении маятника с жидким наполнением свободная поверхность жидкости  $\Gamma(t)$  будет отклоняться от равновесной поверхности  $\Gamma$  на малую величину, и это отклонение будем измерять с помощью функции  $\zeta(t, \xi)$ ,  $\xi = (\xi_1, \xi_2) \in \Gamma$ , отклонения вдоль нормали  $\vec{n}$  к  $\Gamma$ . Для рассмотрения функций в окрестности  $\Gamma$  введем криволинейную ортогональную систему координат  $\tilde{O}\xi^1\xi^2\xi^3$  с началом  $\tilde{O}$ , выбранным на  $\Gamma$ , такую, что уравнение  $\Gamma$  имеет вид  $\xi^3 = 0$ , а коэффициент Ламе  $H|_{\Gamma} \equiv 1$  на  $\Gamma$ .

Запишем теперь динамическое условие на движущейся поверхности  $\Gamma(t)$  в криволинейной системе координат  $\tilde{O}\xi^1\xi^2\xi^3$ . Если  $P = P(t, x)$  — поля давлений,  $\vec{u}(t, x)$  — поля скоростей жидкости в полости  $\Omega$ , а  $\tilde{k}_1$  и  $\tilde{k}_2$  — главные кривизны свободной поверхности  $\Gamma(t)$ , то скачок нормальных напряжений при переходе от жидкости к газу равен капиллярному скачку давлений [1, с. 349], т. е. выполнено условие

$$-P + 2\rho\nu u_{3,3} = -p_0 + \sigma(\tilde{k}_1 + \tilde{k}_2) \quad (\text{на } \Gamma(t)), \quad (2)$$

где:  $\nu > 0$  — кинематическая вязкость жидкости,

$p_0$  — внешнее постоянное давление,

$\sigma > 0$  — коэффициент поверхностного натяжения на границе

«жидкость-газ», а через  $u_{i,k}$  обозначены ковариантные производные векторного поля  $\vec{u} = \{u_i\}$  по координате  $\xi^k$ .

В состоянии покоя на равновесной поверхности  $\Gamma$  выполнено условие Лапласа для скачка давлений

$$P_{00} = -p_0 + \sigma(k_1 + k_2) \quad (\text{на } \Gamma), \quad (3)$$

где:  $k_1$  и  $k_2$  — главные кривизны поверхности  $\Gamma$ .

Представим  $P(t, x)$  в жидкости в виде

$$P(t, x) = P_0(x, P_2 \vec{\delta}) + p(t, x), \quad (4)$$

где:  $p(t, x)$  — динамическое давление, отвечающее отклоненному положению маятника,

$P_0(x, P_2 \vec{\delta})$  — соответствующая статическая составляющая.

Воспользуемся еще известной из геометрии формулой для вариации кривизны поверхности

$$\begin{aligned} & (\tilde{k}_1 + \tilde{k}_2) - (k_1 + k_2) = \\ & = (k_1^2 + k_2^2) \zeta + \Delta_\Gamma \zeta + O(\zeta^2) \quad (|\zeta| \rightarrow 0), \end{aligned} \quad (5)$$

где:  $\Delta_\Gamma$  — оператор Лапласа-Бельтрами; в пространственной задаче этот оператор является двумерным.

Подставляя выражение для  $P(t, x)$  из (4),  $P_0(x, P_2 \bar{\delta})$  из (1),  $\tilde{k}_1 + \tilde{k}_2$  из (5) в условие (2), будем иметь

$$\begin{aligned} & -P_{00}(x) + \rho g \left[ (P_2 \bar{\delta} \times \vec{r}) \cdot \vec{e}_3 \right] - p + 2\rho \nu u_{3,3} = \\ & = -p_0 + \sigma \left[ (k_1 + k_2) + (k_1^2 + k_2^2) \zeta + \Delta_\Gamma \zeta \right] \quad (\text{на } \Gamma(t)). \end{aligned} \quad (6)$$

Представляя еще

$$\begin{aligned} P_{00}(x) \Big|_{\Gamma(t)} &= P_{00}(x) \Big|_\Gamma + \left( \frac{\partial P_{00}(x)}{\partial n} \right) \Big|_\Gamma \cdot \zeta + O(\zeta^2) = \\ &= P_{00}(x) \Big|_\Gamma - \rho g \cos(\vec{n}, \vec{e}) \zeta + \dots, \end{aligned} \quad \text{из (6)}$$

с точностью до отброшенных членов второго порядка малости получаем:

$$\begin{aligned} & -P_{00}(x) \Big|_\Gamma + \rho g \cos(\vec{n}, \vec{e}) \zeta + \rho g \left[ (P_2 \bar{\delta} \times \vec{r}) \cdot \vec{e}_3 \right] - p + 2\rho \nu u_{3,3} \Big|_\Gamma = \\ & = -p_0 + \sigma(k_1 + k_2) + \sigma(k_1^2 + k_2^2) \zeta + \sigma \Delta_\Gamma \zeta. \end{aligned} \quad (7)$$

Так как в состоянии покоя на  $\Gamma$  выполнено условие (3), то, отбрасывая в (7) члены нулевого порядка малости, получаем линейризованное динамическое условие на  $\Gamma$ :

$$p - 2\rho \nu u_{3,3} = L_\sigma \zeta + \rho g \left[ (P_2 \bar{\delta} \times \vec{r}) \cdot \vec{e}_3 \right] \quad (\text{на } \Gamma), \quad (8)$$

где

$$L_\sigma \zeta := -\sigma \Delta_\Gamma \zeta - \sigma(k_1^2 + k_2^2) \zeta + \rho g \cos(\vec{n}, \vec{e}_3) \zeta. \quad (9)$$

Аналогичным образом может быть получено линейризованное условие равенства нулю касательных напряжений на  $\Gamma(t)$ :

$$\rho v(u_{j,3} + u_{3,j}) = 0 \quad (j = 1, 2; \text{ на } \Gamma). \quad (10)$$

Условия (8)—(10) остаются справедливыми не только для пространственной задачи (сферический маятник), но и для плоской задачи (плоский маятник):

$$\begin{aligned} p - 2\rho v u_{3,3} &= L_\sigma \zeta + \rho g [(\delta_1 \vec{e}_1 \times \vec{r}) \cdot \vec{e}_3] \quad (\text{на } \Gamma), \\ L_\sigma \zeta &:= -\sigma \Delta_\Gamma \zeta - \sigma k_1^2 \zeta + \rho g \cos(\vec{n}, \vec{e}_3) \zeta, \\ \rho v(u_{2,3} + u_{3,2}) &= 0 \quad (\text{на } \Gamma). \end{aligned}$$

*Вывод динамических условий на границах раздела системы несмешивающихся жидкостей, в условиях близких к невесомости.* Будем теперь считать, что полость маятника заполнена не одной жидкостью, а системой из  $m + 1$  несмешивающихся капиллярных вязких жидкостей. Жидкости расположены одна над другой таким образом, что жидкость наибольшей плотности  $\rho_1 > 0$  занимает низшее (по отношению к действию ускорения силы тяжести  $\vec{g}$ ) положение, выше располагается жидкость, следующая по плотности, и т.д.; иными словами, выполнены неравенства

$$\rho_1 > \rho_2 > \dots > \rho_{m+1} > 0.$$

Пусть  $\mu_k > 0$ ,  $k = \overline{1, m+1}$ , — динамические вязкости жидкостей; представим их в виде  $\mu_k = \rho_k^0 \nu$ , где  $\nu > 0$  — некоторая средняя кинематическая вязкость системы жидкостей, а  $\rho_k^0$  имеют размерности плотности. Далее, при исследовании задачи будем считать параметры  $\rho_k^0$  фиксированными, а  $\nu > 0$  — переменным параметром.

В состоянии покоя маятника с жидкостями равновесные поверхности между ними  $\Gamma_q$ ,  $q = \overline{1, m}$ , определены, а жидкость

плотности  $\rho_k$  занимает область  $\overline{\Omega_k}$ ,  $k = \overline{1, m+1}$  ограниченную твердой стенкой  $S_k$ ,  $k = \overline{1, m+1}$ , а сверху и снизу – поверхностями  $\Gamma_k$  и  $\Gamma_{k-1}$ ,  $k = \overline{2, m}$ ; при этом область  $\Omega_1$  ограничена только сверху границей раздела  $\Gamma_1$ , а область  $\Omega_{m+1}$  ограничена только снизу границей раздела  $\Gamma_m$ . Нормали  $\vec{n}_q$  к границам  $\Gamma_q$  между  $q$ -ой и  $(q+1)$ -ой жидкостями направим внутрь  $(q+1)$ -ой жидкости,  $q = \overline{1, m}$ .

Будем считать, что маятник, закрепленный в точке  $O$ , совершает малые движения относительно этой точки. Обозначим через  $\vec{u}_k = \vec{u}_k(t, x)$  малое поле относительной скорости жидкости в области  $\Omega_k$ , а через  $p_k = p_k(t, x)$  — соответствующее динамическое давление, т.е. отклонение полного давления  $P_k(t, x)$  в области  $\Omega_k$  от равновесного давления  $P_{0k}(x)$ , отвечающего состоянию покоя,  $k = \overline{1, m+1}$ .

На границах раздела должны выполняться динамические условия, являющиеся следствием наличия капиллярного скачка напряжений при переходе из одной жидкости в другую.

В результате аналогичных рассуждений, проведенных для случая, когда полость маятника заполнена одной капиллярной вязкой жидкостью, получаем динамические условия на границах раздела системы несмешивающихся капиллярных вязких жидкостей. Первая группа этих условий имеет вид

$$\begin{aligned}
& p_j - p_{j+1} + 2\nu(\rho_{j+1}^0(\bar{u}_{j+1})_{3,3} - \rho_j^0(\bar{u}_j)_{3,3}) = \\
& = -L_j \zeta_j - (\rho_j - \rho_{j+1})g[(P_2 \bar{\delta} \times \bar{r})_j \cdot \bar{e}_3] = \\
& =: -\sigma_j \Delta_{\Gamma_j} \zeta_j + \sigma_j (k_{1,j}^2 + k_{2,j}^2) \zeta_j + (\rho_j - \rho_{j+1})g \cos(\bar{n}, \bar{e}_3) \zeta_j - \\
& - (\rho_j - \rho_{j+1})g[(P_2 \bar{\delta} \times \bar{r})_j \cdot \bar{e}_3] \quad (\text{на } \Gamma_j), \quad j = \overline{1, m}.
\end{aligned}$$

Здесь  $\zeta_j = \zeta_j(t, \xi)$  — функции, заданные на  $\Gamma_j$  и определяющие отклонения вдоль нормалей  $\bar{n}_j$  к  $\Gamma_j$  возмущенных движущихся границ раздела  $\Gamma_j(t)$  от невозмущенных (равновесных) поверхностей  $\Gamma_j$ ;  $\sigma_j > 0$  — коэффициенты поверхностного натяжения на  $\Gamma_j$ ;  $\Delta_{\Gamma_j}$  — оператор Лапласа-Бельтрами, определенный на функциях, заданных на  $\Gamma_j$ ;  $k_{1,j}^2$  и  $k_{2,j}^2$  — главные кривизны поверхности  $\Gamma_j$ ;  $P_2 \bar{\delta} = \sum_{k=1}^2 \delta_k \bar{e}_k$  — проекции вектора  $\bar{\delta}$  на плоскость  $Ox_1 x_2$  ( $\bar{\delta} = P_2 \bar{\delta} + \bar{\delta}_3$ ,  $\bar{\delta}_3 = \delta_3 \bar{e}_3$ ).

Вторая группа динамических условий выражает равенство касательных напряжений на границах раздела соседних жидкостей:

$$\begin{aligned}
& \nu \rho_j^0((\bar{u}_j)_{\ell,3} + (\bar{u}_j)_{3,\ell}) - \nu \rho_{j+1}^0((\bar{u}_{j+1})_{\ell,3} + (\bar{u}_{j+1})_{3,\ell}) = 0 \\
& (\text{на } \Gamma_j), \quad \ell = 1, 2, \quad j = \overline{1, m}.
\end{aligned}$$

Таким образом, динамические условия на границах раздела системы несмешивающихся капиллярных вязких жидкостей имеют вид:

$$\begin{aligned}
& \tau_{3,3}(\bar{u}_j) - \tau_{3,3}(\bar{u}_{j+1}) + L_j \zeta_j + (\rho_j - \rho_{j+1})g[(P_2 \bar{\delta} \times \bar{r})_j \cdot \bar{e}_3] = 0 \\
& (\text{на } \Gamma_j), \quad j = \overline{1, m},
\end{aligned}$$

$$\tau_{i,3}(\bar{u}_j) - \tau_{i,3}(\bar{u}_{j+1}) = 0 \quad (i=1,2; \text{ на } \Gamma_j),$$

$$\tau_{3,3}(\bar{u}_j) := -p_j + \nu \rho_j^0 (\bar{u}_j)_{3,3},$$

$$L_j \zeta_j := -\sigma_j \Delta_{\Gamma_j} \zeta_j - \sigma_j (k_{1,j}^2 + k_{2,j}^2) \zeta_j + (\rho_j - \rho_{j+1}) g \cos(\bar{n}, \bar{e}_3) \zeta_j,$$

$$j = \overline{1, m}.$$

Для плоской задачи [2, с. 73], учитывая, что  $\bar{\delta} = \delta_1 \bar{e}_1$   
и  $k_{2,j} \equiv 0, j = \overline{1, m}$ , получаем:

$$\tau_{3,3}(\bar{u}_j) - \tau_{3,3}(\bar{u}_{j+1}) + L_j \zeta_j + (\rho_j - \rho_{j+1}) g [(\delta_1 \bar{e} \times \bar{r})|_j \cdot \bar{e}_3] = 0$$

$$(\text{на } \Gamma_j), j = \overline{1, m},$$

$$\tau_{2,3}(\bar{u}_j) - \tau_{2,3}(\bar{u}_{j+1}) = 0 \quad (\text{на } \Gamma_j),$$

$$\tau_{3,3}(\bar{u}_j) := -p_j + \nu \rho_j^0 (\bar{u}_j)_{3,3},$$

$$L_j \zeta_j := -\sigma_j \Delta_{\Gamma_j} \zeta_j - \sigma_j k_{1,j}^2 \zeta_j + (\rho_j - \rho_{j+1}) g \cos(\bar{n}, \bar{e}_3) \zeta_j,$$

$$j = \overline{1, m}.$$

### Список литературы:

1. Копачевский Н.Д., Крейн С.Г., Нго Зуй Кан. Операторные методы в линейной гидродинамике: Эволюционные и спектральные задачи. М: Наука, 1989. — 416 с.
2. Дудик О.А. Малые движения и нормальные колебания плоского маятника с полостью, заполненной несколькими капиллярными вязкими жидкостями // Труды ИПММ НАН Украины. Донецк: Инст. прикл. мат. и мех. НАН Украины. — 2009. — Том 19. — С. 72—80.
3. Бабский В.Г., Копачевский Н.Д., Мышкин А.Д., Слобожанин Л.А., Тюпцов А.Д. Гидромеханика невесомости. М: Наука, 1976. — 504 с.

### 1.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

#### О ПОЛУВНУТРЕННИХ $\Omega$ -СПУТНИКАХ $\Omega$ -РАССЛОЕННЫХ ФОРМАЦИЙ МУЛЬТИОПЕРАТОРНЫХ T-ГРУПП

*Сорокина Марина Михайловна*

*канд. физ.-мат. наук, доцент  
БГУ им. И.Г. Петровского,  
РФ, г. Брянск*

*E-mail: [mmsorokina@yandex.ru](mailto:mmsorokina@yandex.ru)*

#### ON SEMI-INNER $\Omega$ -SATELLITES OF $\Omega$ -FOLIATED FORMATIONS OF MULTIOPERATOR T-GROUPS

*Marina Sorokina*

*candidate of physico-mathematical sciences, associate professor  
of Bryansk State University I.G. Petrovsky,  
Russia, Bryansk*

#### АННОТАЦИЯ

Работа посвящена исследованию  $\Omega$ -расслоенных формаций мультиоператорных T-групп с конечными композиционными рядами ( $\mathfrak{C}$ -формаций). Свойства таких формаций зависят от свойств двух описывающих их функций:  $\Omega$ -спутника и направления. Целью данной статьи является исследование полувнутренних  $\Omega$ -спутников  $\mathfrak{C}$ -формаций для фиксированного направления. При исследовании используются методы доказательств теории классов групп. В статье доказано существование максимального полувнутреннего  $\Omega$ -спутника  $\mathfrak{C}$ -формации с  $b_{Ar}$ -направлением для некоторой простой  $\mathfrak{C}$ -группы  $A$  и получено описание его строения.

#### ABSTRACT

This article is devoted to  $\Omega$ -foliated formations of multioperator T-groups with finite composition series ( $\mathfrak{C}$ -formations). Properties of such formations depend on the properties of the two functions which describe:  $\Omega$ -satellite and direction. The purpose of this paper is to study semi-inner  $\Omega$ -satellites of  $\mathfrak{C}$ -formations for a fixed direction. In the study used methods of proof of the theory of classes of groups. In this article we proved

the existence of the maximum semi-inner  $\Omega$ -satellite of  $\mathfrak{C}$ -formation with  $b_A r$ -direction for some simple  $\mathfrak{C}$ -group  $A$ , and described its structure.

**Ключевые слова:** мультиоператорная  $T$ -группа; формация  $T$ -групп;  $\Omega$ -расслоенная формация  $T$ -групп;  $\Omega$ -спутник  $\Omega$ -расслоенной формации.

**Keywords:** multiplier  $T$ -group; formation of  $T$ -groups;  $\Omega$ -foliated formation of  $T$ -groups;  $\Omega$ -satellite of  $\Omega$ -foliated formation.

Аддитивная группа  $G$  с нулевым элементом  $0$  называется мультиоператорной  $T$ -группой с системой мультиоператоров  $T$  или, коротко,  $T$ -группой, если в  $G$  задана некоторая система  $n$ -арных алгебраических операций  $T$  для некоторых  $n > 0$ , причем  $t(0, \dots, 0) = 0$  для всех  $t \in T$  (см., например [4, с. 355]). Частными случаями мультиоператорных  $T$ -групп являются такие важные виды алгебр, как группы, кольца, модули, мультикольца.

В теории классов конечных групп центральное место занимают классы, называемые формациями. Основные положения теории формаций конечных групп изложены в монографии Л.А. Шеметкова [5]. В 2009 году В.А. Ведерниковым были введены в рассмотрение  $\Omega$ -расслоенные формации мультиоператорных  $T$ -групп [1]. Изучением различных видов  $\Omega$ -расслоенных формаций  $T$ -групп занимались Корпачева М.А., Демина Е.Н., Сорокина М.М. и другие (см., например [2—3]).

Как отмечено в [1], при изучении  $\Omega$ -расслоенных формаций  $T$ -групп существенную роль играют различные виды  $\Omega$ -спутников. В [2] изучается строение минимальных, полных, максимальных внутренних  $\Omega$ -спутников  $\Omega$ -расслоенных формаций  $T$ -групп. Л.А. Шеметков и А.Н. Скиба в монографии [6] рассматривают полувнутренние экраны композиционных формаций. Следуя [6], в настоящей работе вводится определение полувнутреннего  $\Omega$ -спутника  $\Omega$ -расслоенной формации  $T$ -групп и приводится описание строения максимального полувнутреннего  $\Omega$ -спутника  $\Omega$ -расслоенной формации  $T$ -групп с  $b_A r$ -направлением, где  $A$  — некоторая простая  $T$ -группа.

Основные определения и обозначения, используемые в работе, можно найти в [1]. Приведем лишь некоторые из них. Через  $\mathfrak{C}$  обозначается класс всех мультиоператорных  $T$ -групп с конечными композиционными рядами [1, с. 4]. Все рассматриваемые здесь группы принадлежат классу  $\mathfrak{C}$ . Формацию (группу), содержащуюся в  $\mathfrak{C}$  (принадлежащую  $\mathfrak{C}$ ), называют  $\mathfrak{C}$ -формацией ( $\mathfrak{C}$ -группой). Пусть  $\mathfrak{F}$  — класс всех простых  $\mathfrak{C}$ -групп,  $\Omega$  — непустой подкласс класса  $\mathfrak{F}$ ,  $\mathfrak{K}(G)$  — класс всех  $\mathfrak{C}$ -групп, изоморфных композиционным факторам  $\mathfrak{C}$ -группы

$G$ ;  $\mathfrak{C}_\Omega = \{G \in \mathfrak{C} \mid \mathfrak{K}(G) \subseteq \Omega\}$ . Пусть  $A \in \mathfrak{Z}$ . Тогда  $A' = \mathfrak{Z} \setminus (A)$ ,  $\mathfrak{C}_A = \mathfrak{C}_{(A)}$ . Через  $G\mathfrak{F}$  обозначается — радикал  $\mathfrak{C}$ -группы  $G$ , где  $\mathfrak{F}$  — непустой класс Фиттинга  $\mathfrak{C}$ -групп.  $O_A(G)$  и  $O_\Omega(G)$  —  $\mathfrak{C}_A$ -радикал и  $\mathfrak{C}_\Omega$ -радикал  $\mathfrak{C}$ -группы  $G$  соответственно. Пусть  $\mathfrak{F}_1$  и  $\mathfrak{F}_2$  — классы  $\mathfrak{C}$ -групп. Тогда  $\mathfrak{F}_1\mathfrak{F}_2 = \{G \in \mathfrak{C} : G \text{ имеет идеал } N \in \mathfrak{F}_1 \text{ с } G/N \in \mathfrak{F}_2\}$ . Пусть  $f: \Omega \cup \{\Omega'\} \rightarrow \{\mathfrak{C}\text{-формации}\}$ ,  $g: \mathfrak{Z} \rightarrow \{\mathfrak{C}\text{-формации}\}$ ,  $\varphi: \mathfrak{Z} \rightarrow \{\text{непустые } \mathfrak{C}\text{-формации Фиттинга}\}$  —  $\Omega F$ -функция,  $F$ -функция и  $FR$ -функция соответственно. Все рассматриваемые функции принимают одинаковые значения на изоморфных  $\mathfrak{C}$ -группах из области определения.  $\mathfrak{C}$ -формация  $\Omega F(f, \varphi) = \{G \in \mathfrak{C} : G/O_\Omega(G) \in f(\Omega') \text{ и } G/G_{\varphi(A)} \in f(A) \text{ для всех } A \in \Omega \cap \mathfrak{K}(G)\}$  называется  $\Omega$ -расслоенной  $\mathfrak{C}$ -формацией с  $\Omega$ -спутником  $f$  и направлением  $\varphi$ ;  $\mathfrak{C}$ -формация  $F(g, \varphi) = \{G \in \mathfrak{C} : G/G_{\varphi(A)} \in g(A) \text{ для всех } A \in \mathfrak{K}(G)\}$  называется расслоенной  $\mathfrak{C}$ -формацией со спутником  $g$  и направлением  $\varphi$  [1, с. 8]. Направление  $\varphi$   $\Omega$ -расслоенной  $\mathfrak{C}$ -формации называется  $b_A r$ -направлением, где  $A \in \mathfrak{Z}$ , если  $\varphi$  является  $b_A$ -направлением, т. е.  $\varphi(A)\mathfrak{C}_A = \varphi(A)$ , и  $\varphi$  является  $r$ -направлением, т. е.  $\mathfrak{C}_B \varphi(B) = \varphi(B)$  для любой простой  $\mathfrak{C}$ -группы  $B$  [1, с. 10].

**Определение 1.** Следуя [6, с. 149],  $\Omega$ -спутник  $f$   $\Omega$ -расслоенной  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$  назовем *полувнутренним  $\Omega$ -спутником*, если из  $f(A) = \mathfrak{C}$  следует, что  $f(A) \subseteq \mathfrak{F}$ , для всех  $A \in \{\Omega'\} \cup \Omega$ . Аналогично,  $f$  — *полувнутренний спутник* расслоенной  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ , если из  $f(A) \neq \mathfrak{C}$  следует, что  $f(A) \subseteq \mathfrak{F}$ , для любой  $\mathfrak{C}$ -группы  $A \in \mathfrak{Z}$ .

Максимальным полувнутренним  $\Omega$ -спутником (спутником)  $\Omega$ -расслоенной (расслоенной)  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$  называется максимальный элемент множества всех полувнутренних  $\Omega$ -спутников (спутников)  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ .

**Теорема 1.** Пусть  $\mathfrak{F}$  —  $\Omega$ -расслоенная  $\mathfrak{C}$ -формация с  $b_A r$ -направлением  $\varphi$ , где  $A \in \Omega$ . Тогда  $\mathfrak{F}$  обладает максимальным полувнутренним  $\Omega$ -спутником  $f$ , удовлетворяющим условию: если  $f(A) \neq \mathfrak{C}$ , то  $f(A) = \mathfrak{C}_A h(A)$ , где  $h$  — произвольный полувнутренний  $\Omega$ -спутник  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ .

**Доказательство.** Ввиду леммы 6 [1, с. 9],  $\Omega$ -расслоенная  $\mathfrak{C}$ -формация  $\mathfrak{F}$  обладает внутренними  $\Omega$ -спутниками. Поскольку всякий внутренний  $\Omega$ -спутник  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$  удовлетворяет определению 1, то множество всех полувнутренних  $\Omega$ -спутников  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$  не пусто. Пусть  $h$  — произвольный полувнутренний  $\Omega$ -спутник  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ ,  $A \in \Omega$ . Так как  $\varphi = b_A$ -направление, то по лемме 9 [1, с. 18]  $\mathfrak{C}$ -формация  $\mathfrak{F}$  обладает  $\Omega$ -спутником  $f$  таким, что  $f(A) = \mathfrak{C}_A h(A)$  и  $f(B) = h(B)$ , для всех  $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega \setminus (A))$ .

Покажем, что  $f$  является полувнутренним  $\Omega$ -спутником  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ . Действительно, для любого  $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega(A))$  либо  $h(B) = \mathfrak{C}$ , либо  $h(B) \subseteq \mathfrak{F}$ . Поэтому из  $f(B) \neq \mathfrak{C}$  следует, что  $f(B) \subseteq \mathfrak{F}$ , для всех  $B \in \{\Omega'\} \cup (\Omega(A))$ . Далее, если  $h(A) = \mathfrak{C}$ , то  $f(A) = \mathfrak{C}_A$ ,  $h(A) = \mathfrak{C}_A$ ,  $\mathfrak{C} = \mathfrak{C}$ . Пусть  $h(A) \neq \mathfrak{C}$ . Тогда по определению  $1$   $h(A) \subseteq \mathfrak{F}$ . Покажем, что  $f(A) \subseteq \mathfrak{F}$ . Допустим,  $f(A) \not\subseteq \mathfrak{F}$  и  $G$  —  $\mathfrak{C}$ -группа с наименьшей длиной главного ряда из  $f(A) \setminus \mathfrak{F}$ . Тогда  $G$  является монолитической группой с монолитом  $P = G$ . Покажем, что  $G/O_A(G) \in \mathfrak{F}$ . Если  $O_A(G) = \{0\}$ , то из  $G \in f(A) = \mathfrak{C}_A h(A)$  следует, что  $G \in h(A)$ , и ввиду  $h(A) \subseteq \mathfrak{F}$ , получаем  $G \in \mathfrak{F}$ . Противоречие. Следовательно,  $O_A(G) \neq \{0\}$ . Тогда  $P \subseteq O_A(G)$  и  $G/O_A(G) \cong (G/P)/(O_A(G)/P) \in \mathfrak{F}$ . Таким образом,  $G/O_A(G) \in \mathfrak{F}$ . Поскольку  $G \in f(A)$ , то  $G/G_{\varphi(A)} \in f(A) = \mathfrak{C}_A h(A)$ . Согласно лемме 9 [1, с. 18],  $O_A(G/G_{\varphi(A)}) = \{0\}$ . Следовательно,  $G/G_{\varphi(A)} \cong (G/G_{\varphi(A)})/O_A(G/G_{\varphi(A)}) \in h(A)$ . Так как  $\varphi$  является  $r$ -направлением, то по лемме 7 [1, с. 10] получаем  $G \in \Omega F(h, \varphi) = \mathfrak{F}$ . Противоречие. Следовательно,  $f(A) \subseteq \mathfrak{F}$ , и значит,  $f$  является полувнутренним  $\Omega$ -спутником  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ . Из строения  $\Omega$ -спутника  $f$  вытекает, что  $h \leq f$ . Поэтому  $f$  — максимальный полувнутренний  $\Omega$ -спутник  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ . Теорема доказана.

**Следствие 1.** Пусть  $\mathfrak{F}$  — расслоенная  $\mathfrak{C}$ -формация с  $b_A r$ -направлением  $\varphi$ , где  $A \in \mathfrak{Z}$ . Тогда  $\mathfrak{F}$  обладает максимальным полувнутренним спутником  $f$ , удовлетворяющим условию: если  $f(A) \neq \mathfrak{C}$ , то  $f(A) = \mathfrak{C}_A h(A)$ , где  $h$  — произвольный полувнутренний спутник  $\mathfrak{C}$ -формации  $\mathfrak{F}$ .

### Список литературы:

1. Ведерников В.А., Демина Е.Н.  $\Omega$ -расслоенные формации мультиоператорных Т-групп // Препринт. М.: МГПУ, — 2009. — № 4. — С. 1—27.
2. Ведерников В.А., Демина Е.Н.  $\Omega$ -расслоенные формации мультиоператорных Т-групп // Сиб. матем. ж. — 2010. — Т. 51. — № 5. — С. 990—1009.
3. Корпачева М.А., Сорокина М.М. О критических  $\Omega$ -биканонических и  $\Omega$ -канонических формациях мультиоператорных Т-групп // Тезисы докладов международной конференции по алгебре и геометрии, посвященной 80-летию со дня рождения А.И. Старостина. Екатеринбург, 2011. — с. 92—94.
4. Общая алгебра. Т. 2. Под редакцией Л.А. Скорнякова. М.: Наука. 1991. — 480 с.
5. Шеметков Л.А. Формации конечных групп. М.: Наука, 1978. — 272 с.
6. Шеметков Л.А., Скиба А.Н. Формации алгебраических систем. М.: Наука, 1978. — 256 с.

## СЕКЦИЯ 2.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### 2.1. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

##### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОТДЕЛА ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОГО ТВОРЧЕСТВА И ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА ЦЕНТРА РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И ЮНОШЕСТВА

***Шестопалова Ольга Львовна***

*канд. техн. наук, доцент, декан факультета  
«Испытания летательных аппаратов», ИО зав. кафедрой  
«Информационные технологии испытаний и управления»  
филиала «Восход» Московского авиационного института  
(национального исследовательского университета),  
Республика Казахстан, г. Байконур  
E-mail: [neman2004@mail.ru](mailto:neman2004@mail.ru)*

***Жуматаева Жанар Есиркепкызы***

*ассистент кафедры «Информационные технологии испытаний  
и управления» филиала «Восход» Московского авиационного  
института (национального исследовательского университета),  
Республика Казахстан, г. Байконур  
E-mail: [zhanar\\_zhumataeva@mail.ru](mailto:zhanar_zhumataeva@mail.ru)*

**AUTOMATED INFORMATION SYSTEM DEPARTMENT  
OF DECORATIVE-APPLIED ARTS AND VISUAL ARTS  
OF THE CENTRE FOR THE DEVELOPMENT  
OF CREATIVITY OF CHILDREN  
AND YOUNG PEOPLE**

***Olga Shestopalova***

*candidate of Science, assistant professor, acting head of department  
"Information technologies of tests and management" of branch "Voskhod"  
of the Moscow aviation institute (national research university),  
Republic of Kazakstan, Baikonur*

***Zhanar Zhumataeva***

*assistant of department "Information technologies of tests  
and management", branch "Voskhod"  
of the Moscow aviation institute(national research university),  
Republic of Kazakstan, Baikonur*

**АННОТАЦИЯ**

Рассматриваются вопросы автоматизации комплексной методики тестирования детей, позволяющей при поступлении в кружок отдела декоративно-прикладного творчества и изобразительного искусства оценить творческие способности ребенка и на последующих этапах в динамике наблюдать развитие обучающегося на основе многокритериального диагностирования.

**ABSTRACT**

The questions of automation of complex methodology of testing of children, allowing at entering group of department of the decoratively-applied work and fine art to estimate the creative capabilities of child and on the subsequent stages in a dynamics to look after development of student on the basis of the multicriterion diagnosticating, are examined.

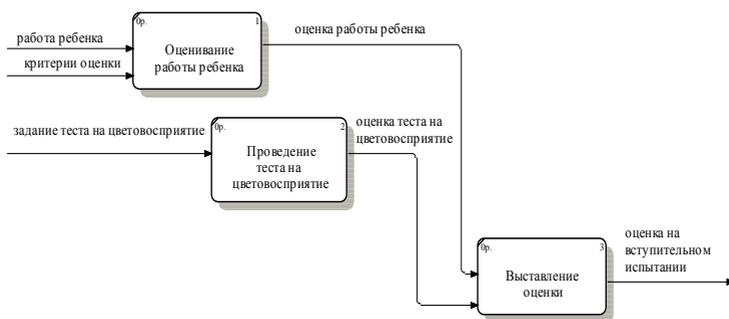
**Ключевые слова:** обучающийся; оценивание; диагностирование.

**Keywords:** learner; evaluation; diagnosticating.

Одним из наиболее актуальных направлений развития компьютерных технологий в образовании является разработка специализированных систем проверки возможностей обучающихся.

Объектом автоматизации является деятельность преподавателей отдела декоративно-прикладного творчества и изобразительного искусства центра развития творчества детей и юношества.

При поступлении в кружок изобразительного искусства дети выполняют с натуры рисунок натюрморта из двух бытовых предметов при искусственном освещении и проходят тестирование на цветовосприятие. Диаграмма потоков данных «Поступление ребенка в кружок» представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Диаграмма потоков данных  
«Поступление ребенка в кружок»**

На выполнение творческого задания по рисунку отводится 2 академических часа. Техника исполнения — графитный карандаш, бумага (А4).

Требованиями, предъявляемыми к уровню выполнения работ, являются правильное расположение объектов на листе бумаги, масштаб изображения, правильная передача пропорций, правильная передача формы объектов, передача тональности. Работы оцениваются по пятибалльной системе. Оценки выставляются в соответствии с критериями оценки конкурсных работ:

«5» — соблюдены и выполнены все требования.

«4» — при условии невыполнения двух пунктов данных критериев.

«3» — при невыполнении трех пунктов.

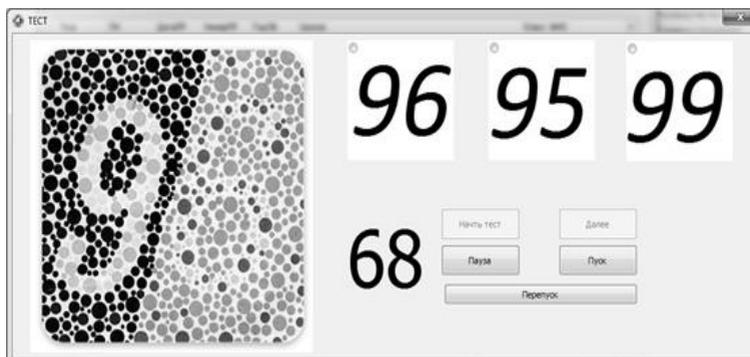
«2» — при невыполнении четырех требований.

«1» — при невыполнении более четырех требований, предъявляемых данными критериями оценки работ.

Тестирование на цветовосприятие проводится путем показа тестируемому картинок, состоящих из кругов различного цвета,

формирующие цифры или определенные фигуры. Если имеются проблемы с цветовосприятием, то человек не видит фигуры, видит не все или воспринимает совершенно другие знаки. Время для распознавания не должно превышать 10 секунд. Критерии оценки результатов теста: «1» — правильный ответ; «0» — неправильный ответ.

Экранная форма тестирования на цветовосприятие приведена на рисунке 2.



**Рисунок 2. Форма «Тест на цветовосприятие»**

Максимальная оценка на вступительном испытании в кружок — 6 баллов (сумма результатов двух заданий).

Поскольку образовательная деятельность в системе дополнительного образования предполагает не только обучение детей определенным знаниям, умениям и навыкам, но и развитие многообразных личностных качеств обучающихся, постольку об ее результатах необходимо судить по двум группам показателей:

- учебным (фиксирующим предметные и общеучебные знания, умения, навыки, приобретенные ребенком в процессе освоения образовательной программы);
- личностным (выражающим изменения личностных качеств ребенка под влиянием занятий в данном кружке, студии, секции) [1, с. 1].

Первая группа показателей «Теоретическая подготовка обучающихся» включает:

- теоретические знания по программе (то, что определяется выражением «дети должны»);

- владение специальной терминологией по тематике программы (т. е. набор основных понятий, отражающих специфику изучаемого предмета).

Вторая группа показателей — «Практическая подготовка воспитанника». Она включает:

- практические умения и навыки, предусмотренные программой (то, что определяется выражением «дети должны уметь»);
- творческие навыки воспитанника (творческое отношение к делу и умение воплотить его в готовом продукте).

Диагностика «Знания-Умения-Навыки» (ЗУН) проводится три раза в учебном году: в начале, в середине и в конце учебного года. Критерии и результаты диагностики «Знания-Умения-Навыки» представлены в таблице 1. Максимальный балл по каждому критерию составляет 10 баллов, минимальный балл — 1 балл.

Для измерения уровня развития воспитанника применима предлагаемая ниже методика со следующим алгоритмом действий:

1. тестирование детей по таблицам критериев диагностики «Знания-Умения-Навыки» для определения уровня развития по каждому критерию её компонентов;
2. суммирование баллов, выведенных в результате тестирования детей;
3. выведение среднего балла по каждому критерию диагностики;
4. графическое выражение диагностики по каждому критерию (рисунок 3).
5. графическое выражение диагностики каждого ребёнка по каждому компоненту (рисунок 4).

Таблица 1.

Диагностика «Знания-Умения-Навыки» обучающихся кружка

ФИО воспитанника		Теоретические знания	Практические умения	Творческая активность (креативность)	Культурно-просветительская активность, достижения	Мотивация к ЗУН	Учебно-интеллектуальные умения	Учебно-коммуникативные навыки	Личностные качества
1)	Абдиканиев Дархан	1	1	5	5	7	6	5	5
2)	Абдиканиев Дарын	1	1	5	5	7	6	5	7

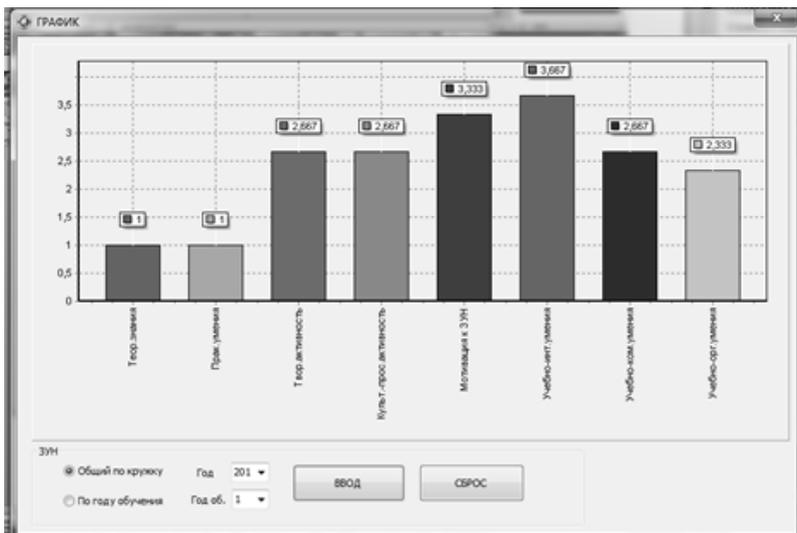
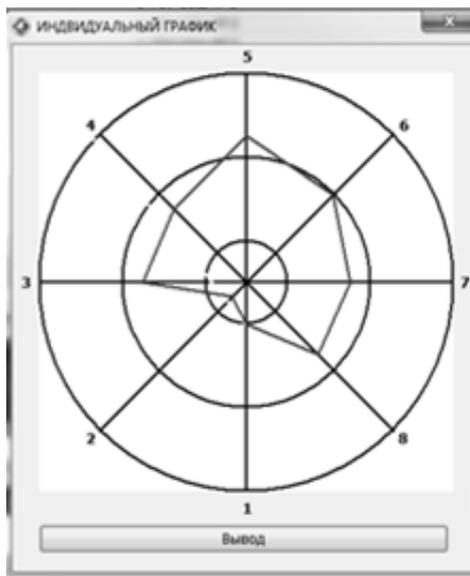


Рисунок 3. Диаграмма диагностики «Знания-Умения-Навыки»

Графическое выражение результатов тестирования каждого ребёнка может быть отражено в рисунке, представляющем собой круг, разделённый на 8 секторов (по числу критериев). Внутри большого круга располагается ещё два круга. Малый круг, расположенный близко от центра окружности, относится к низкому уровню развития (радиусом 2 ед.); средний круг — к среднему уровню (радиусом 6 ед.); большой

круг — к высшему (радиусом 10 ед.). В соответствии с результатами тестирования вычерчивается график, охватывающий все секторы круга, соотносящиеся с основными компонентами диагностики (рисунок 4).



*Рисунок 4. Диаграмма диагностики ЗУН обучаемого*

Внедрение программного продукта позволит:

- более объективно оценивать результаты тестирования детей при поступлении в кружок отдела декоративно-прикладного творчества и изобразительного искусства;
- на основе многокритериального диагностирования в динамике наблюдать развитие творческих способностей и оценивать теоретические и практические навыки обучающегося.

#### **Список литературы:**

1. Методика мониторинга результатов обучения ребенка по дополнительной образовательной программе.
2. Положение об отделе декоративно-прикладного творчества и изобразительного искусства ГБОУ ДОД «ЦРТДиЮ им. В.М. Комарова».

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОМ БИЗНЕСЕ: ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Провалов Владимир Савельевич*

*доцент, канд. физ.-мат. наук,  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
РФ, г. Киров*

*E-mail: [VladimirProvalov@mail.ru](mailto:VladimirProvalov@mail.ru)*

## INFORMATION TECHNOLOGY IN SMALL BUSINESS: PARTICULAR USE

*Vladimir Provalov*

*candidate of physics-mathematical sciences, associate professor  
of Vyatka State University of Humanities,  
Russia, Kirov*

### АННОТАЦИЯ

В статье на основе анализа специфики малого бизнеса сформулированы основные особенности использования информационных технологий этой категорией субъектов рыночной экономики.

### ABSTRACT

Based on analysis of the small business specifics this paper formulates main aspects of how information technologies is used in this category of subjects of market economy.

**Ключевые слова:** малый бизнес; информационные технологии.

**Keywords:** small business; information technology.

Малый бизнес (МБ) — важнейший сектор современной рыночной экономики. Предприятия малого бизнеса в экономически развитых странах мира создают более 50 % валового внутреннего продукта и предоставляют от 50 % до 70 % от общего числа рабочих мест.

В силу своей массовости малый бизнес выступает одним из важнейших потребителей компьютерных средств и технологий. Большая потенциальная емкость рынка сбыта информационных технологий (ИТ) стимулирует производителей разрабатывать

специализированные продукты, учитывающие специфику деятельности и особенности использования информационных технологий этой категорией субъектов экономики.

Основные отличительные особенности МБ обусловлены «малым» масштабом деятельности каждого конкретного предприятия этого сектора и ограниченностью располагаемых им материальных, трудовых и финансовых ресурсов («ресурс бедности») [2, с. 62].

Информационные технологии, относятся к категории дорогостоящих активов предприятия как с точки зрения приобретения, так и владения ими. Ограниченность финансовых ресурсов предприятий МБ создает трудности в создании полноценной ИТ-инфраструктуры (более 70 % ИТ-бюджета расходуется на поддержку именно инфраструктуры — серверов, операционных систем, накопителей, сетевого оборудования): парк технических и программных средств формируется, как правило, в течение длительного времени по мере возникновения потребностей в ущерб ее целостности и комплексности. Высокая стоимость технических и программных средств вынуждает довольствоваться минимальными средствами для автоматизации наиболее критичных для деятельности бизнес-процессов. Реализация серьезных индивидуальных проектов для сегмента малого бизнеса является больше исключением, чем правилом.

Зрелость ИТ-инфраструктуры предприятий малого бизнеса в значительной степени зависит от информационной насыщенности бизнеса, численности работников, занятых информационной работой, парка компьютеров и оргтехники, степени формализации процессов управления [1, с. 440].

Микро-предприятия (здесь и далее речь идет о некотором «средне-статистическом предприятии», для которого информационные технологии не являются основным видом деятельности) с небольшой численностью информационных работников в большинстве своем не имеют развитой организационной структуры и четкого разделения функциональных обязанностей. Функции по обслуживанию и обеспечению работоспособности технических средств, программного обеспечения выполняет временный сотрудник, или один из работников предприятия в режиме реагирования на возникающие проблемы. Решения о закупке и модернизации программного обеспечения, аппаратных средств спонтанны и бессистемны, принимаются руководителем без четкого обоснования потребностей и расчета эффективности затрат. Управление ИТ-инфраструктурой как осознанный бизнес-процесс отсутствует, отсутствует и стандартизация процессов управления, ИТ-инфраструктура не эффективна, не масштабируема, ненадежна, имеет место низкий

уровень ИТ-безопасности. В силу невысокой зависимости бизнеса от эффективности информационной работы, финансовые потери от сбоев в работе компьютерной техники невелики.

Более масштабный бизнес требует постановки регулярного менеджмента, более четкой регламентации должностных обязанностей и разделения труда. Большое количество сотрудников и численности компьютеров означают более высокую степень зависимости бизнеса от эффективности использования ИТ. В компании такого масштаба, как правило, разворачивается сеть на основе выделенных серверов начального уровня, зарождается централизация информационных ресурсов и их совместное использование. Обслуживание ИТ-инфраструктуры осуществляется штатными ИТ-специалистами, либо передается в аутсорсинг. Больше внимания уделяется информационной безопасности, планированию затрат и управлению лицензиями. Затраты на поддержание ИТ-инфраструктуры становятся существенно значимыми в бюджете компании.

Дальнейшее увеличение размеров предприятия и рост информационной насыщенности бизнеса требуют еще более высокой степени организации в управлении ИТ-инфраструктурой. Предприятия этой группы имеют развитую организационную структуру, четко разграниченные функциональные задачи подразделений, отделов и служб, обязанности персонала. Руководство четко понимает значимость ИТ-активов для функционирования бизнеса, затраты на поддержание ИТ-инфраструктуры занимают значительное место в общем бюджете компании. Большое внимание уделяется вопросам управления ИТ-активами, развитию ИТ-инфраструктуры и информационной безопасности.

Перспективным направлением в решении проблемы формирования зрелой ИТ-инфраструктуры предприятий малого бизнеса видится использование «Облачных сервисов»: Инфраструктура как услуга (Infrastructure as a Service, сокр. IaaS); Программное обеспечение как услуга (Software as a Service, сокр. SaaS); Коммуникация как услуга (Communications as a Service, сокр. CaaS) и другие.

Облачные сервисы обеспечивают сокращение затрат на информационные технологии, техническую поддержку и сопровождение информационных систем, максимально быстрый доступ к востребованным ресурсам при решении информационных задач и отказ от них при исчезновении потребности, масштабируемость в соответствии с запросами, прозрачность и предсказуемость расходов, повышение мобильности персонала, занятого информационной работой. Основными

ограничивающими факторами использования облачных сервисов являются риски, связанные с информационной безопасностью, обеспечением конфиденциальности данных и доступностью Интернета.

Малый масштаб деятельности предприятий МБ не влечет за собой пропорционального сокращения количества реализуемых функций управления. Малые предприятия испытывают потребности в автоматизации тех же функций учета и управления, что и крупные предприятия. Управление стратегией развития, персоналом, экономикой, финансами, маркетингом, производством, сбытом, снабжением, организацией системы управления и отчетности — жизненно необходимые функции для деятельности малого предприятия. Меньший масштаб деятельности отражается лишь на глубине реализации этих функций. Следовательно, использование программных решений, ориентированных на крупный бизнес экономически (высокая стоимость) и функционально (глубокая реализация учетных функций с более высокой сложностью) для малого бизнеса не целесообразно.

При небольшой штатной численности информационный работник малого предприятия выполняет широкий набор функциональных обязанностей. Если для автоматизации каждой из них будет применяться индивидуальный программный продукт, остро встанет проблема избыточности информации и низкой интеграции приложений. Отсюда можно предположить, что более востребованными со стороны малого бизнеса должны быть интегрированные решения, построенные по принципу «всё в одном». Частным подтверждением этой гипотезы являются предлагаемые на рынке интегрированные системы для малого бизнеса, в частности, в сегменте информационных систем для автоматизации бухгалтерского учета и организационного управления (ИС «Интегратор» от фирмы Инфософт, Комплексная система для малого бизнеса БЭСТ Офис FreeWare, решения на платформе 1С и др.).

Важной особенностью предприятий малого бизнеса является «Единство права собственности и управления», когда собственники выполняют руководящие функции. На степени восприимчивости предприятия к ИТ эта особенность проявляется через личностные характеристики руководителя-собственника, его отношение к информационным технологиям и видение перспектив их использования. Чем более осведомленным является руководитель в области возможностей и конкурентных преимуществ применения ИТ, чем выше информационная насыщенность бизнеса и больше размер предприятия, тем более восприимчиво оно к внедрению информационных технологий [2, с. 65].

Такие особенности малого бизнеса как узкая специализация и многовекторность, высокие риски и склонность к быстрой смене деятельности, создают дополнительные проблемы в формировании целостной инфраструктуры предприятия в связи с противоречивыми требованиями, предъявляемыми к информационным системам. Так, требование узкой специализации выражается во внедрении специализированных программных продуктов, учитывающих специфику деятельности предприятия. Такие прикладные решения, как правило, не являются массово-тиражируемыми, обладают высокой стоимостью. Многовекторность деятельности затрудняет использование комплексных информационных систем, функционирующих по принципу «всё в одном», усложняет интеграцию прикладных решений от разных разработчиков. А склонность к быстрой смене деятельности влечет за собой высокие риски вложения ресурсов в приобретение специализированных программных средств, которые в скором времени могут потерять актуальность. Компромиссным вариантом является разработка небольших приложений для автоматизации специфических бизнес-процессов доступными инструментальными средствами (например, VBA MS Office).

Малые предприятия в своей деятельности используют особые режимы налогообложения, при необходимости переходя с одной системы на другую в заявительном порядке. Это накладывает требования гибкости к информационным системам.

В качестве выводов представим отмеченные особенности использования информационных технологий в малом бизнесе в виде нижеследующей таблицы.

*Таблица 1.*

**Особенности использования информационных технологий  
в малом бизнесе**

<b>Особенность МБ</b>	<b>Специфика использования ИТ</b>
МБ — значительный сегмент рыночной экономики	1. Спрос на ИТ-специалистов. 2. Интерес к сегменту МБ разработчиков технических и программных средств ИТ,
Малый масштаб деятельности при сохранении большинства функций управления	1. Потребность в широких по функциям интегрированных системах, построенных по принципу «всё в одном» 2. Использование инструментальных средств для быстрой разработки приложений

Ограниченность ресурсов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сложность создания целостной ИТ инфраструктуры.</li> <li>2. Ограниченность в использовании широкого спектра программных средств и трудности разработки собственных ИС.</li> <li>3. Ограниченные возможности привлечения высококвалифицированных специалистов для создания и обслуживания ИТ</li> </ol>
Единство права собственности и управления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Более высокие осведомленность руководителя в области использования ИТ и информационная насыщенность бизнеса, увеличение размера предприятия повышают восприимчивость к внедрению информационных технологий</li> </ol>
Узкая специализация в купе с многовекторностью малых предприятий	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потребность в реализации разноплановых функций учета и управления.</li> <li>2. Сложность использования комплексных ИС в связи с разноплановостью реализуемых функций</li> </ol>
Высокие риски и склонность к быстрой смене вида деятельности	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокие риски вложений в ИТ–инфраструктуру.</li> <li>2. Потребности в быстрой переориентации ИТ–инфраструктуры при смене вида деятельности</li> </ol>
Низкая легитимность МБ. Серые схемы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потребность в ведении двойного учета в рамках одной системы</li> </ol>
Выбор (смена) схем налогообложения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность учета специальных налоговых режимов при использовании тиражных систем.</li> <li>2. Потребность в быстрых изменениях при смене системы налогообложения</li> </ol>
Отраслевая специфика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Требуется использование специализированного ПО с более высокой стоимостью</li> </ol>

### Список литературы:

1. Провалов В.С., Ефимова Е.В. Информационные технологии в малом бизнесе // Актуальные вопросы регионального хозяйства. Материалы всерос. науч.-практ. конф. Киров: Изд-во ВятГГУ. 2011.
2. Rahab, Jogiyanto Hartono Adoption of Information Technology on Small Businesses: The Role of Environment, Organizational and Leader Determinant // International Journal of Business, Humanities and Technology Vol. 2 № 4; June 2012 — P. 60—66.

## **2.2. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ, КОМПЛЕКСЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ**

### **РАЗВИТИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

***Яблонский Сергей Валерьевич***

*с.н.с., канд. техн. наук, ученый секретарь  
ФГУП «НИИ «Квант»,  
РФ, г. Москва  
E-mail: [yablonski.s@mail.ru](mailto:yablonski.s@mail.ru)*

***Конева Наталья Ефимовна***

*доцент, канд. техн. наук, профессор кафедры  
«Автоматика и процессы управления»  
Московского государственного  
машиностроительного университета (МAMI),  
РФ, г. Москва  
E-mail: [n.konevf21@mail.ru](mailto:n.konevf21@mail.ru)*

***Конев Федор Борисович***

*профессор, канд. физ.-мат. наук, профессор кафедры  
«Автоматика и процессы управления» Московского государственного  
машиностроительного университета (МAMI),  
РФ, г. Москва  
E-mail: [fbkonev@mail.ru](mailto:fbkonev@mail.ru)*

# DEVELOPMENT OF HIGH-PERFORMANCE SYSTEMS OF INFORMATION PROCESSING

*Sergei Jablonski*

*cand. tech. sci., scientific secretary  
of Federal State Unitary Enterprise Scientific Research Institute "Kvant",  
Russia, Moscow*

*Natali Koneva*

*associate professor, Cand. Tech. Sci., professor  
of "Automatic Equipment and Management Processes" chair of the Moscow  
state machine-building university (MAMI),  
Russia, Moscow*

*Fedor Konev*

*professor, Cand. Phis.-Math. Sci., professor  
of "Automatic Equipment and Management Processes" chair of the Moscow  
state machine-building university (MAMI),  
Russia, Moscow*

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются особенности вычислительных кластеров, методы определения эффективности их использования при решении реальных задач, способы повышения эффективности вычислительных кластеров за счет использования специализированных ускорителей и программируемой логики.

## ABSTRACT

In article features of computing clusters, methods of determination of efficiency of their use are considered at the solution of real tasks, ways of increase of efficiency of computing clusters due to use of specialized accelerators and programmable logic.

**Ключевые слова:** суперкомпьютеры; кластеры; тесты; графические ускорители; программируемые интегральные схемы

**Keywords:** supercomputers; clusters; tests; graphic accelerators; programmable integrated schemes

Высокопроизводительная вычислительная система или суперкомпьютер — это вычислительная система, производительность (или вычислительное быстродействие) которой во много раз выше,

чем у массовых компьютеров, за счет параллельной (одновременной) обработки данных. Параллельная обработка данных подразумевает одновременную работу ряда независимых устройств (процессоров) [1, 2, 3].

В настоящее время основой построения большинства современных суперкомпьютеров является кластерная архитектура. Кластерные архитектуры фактически господствуют в суперкомпьютерной отрасли и определяют ее развитие в течение последних 10—15 лет.

Кластерная архитектура представляет собой способ построения суперкомпьютеров путем объединения серийных процессорных модулей с помощью высокоскоростных локальных сетей, функционирующих под управлением свободно распространяемого программного обеспечения. Кластерные архитектуры обладают следующими достоинствами [3, 5]:

- относительно невысокая стоимость за счет использования массовых комплектующих;
- удобное масштабирование в широком диапазоне производительности;
- сжатые сроки создания и эксплуатационного освоения.

К традиционным недостаткам кластеров относят ограничения по эффективности коммуникационных сред, что связано с относительно низкой скоростью процедур межпроцессорного обмена, ограниченной пропускной способностью сети передачи данных, необходимостью синхронизации множества взаимосвязанных последовательных процессов, каждый из которых выполняется на отдельном процессоре, и т. д.

Вычислительный кластер строится на основе совокупности процессорных модулей, имеющих некоторое аппаратное быстродействие, определяемое его тактовой частотой. Наиболее популярные при построении современных кластеров процессорные модули на основе Intel Pentium и AMD Opteron [6] выполняют за один такт две команды. Для таких модулей можно перемножить их количество в системе на удвоенную частоту и получить таким образом пиковое вычислительное быстродействие. Пиковое быстродействие в реальных условиях не достигается никогда.

Определение эффективной производительности суперкомпьютера является самостоятельной достаточно сложной проблемой. Пользователя интересует та производительность, которая будет достигнута при решении его *конкретных* задач, при существенном различии задач пользователей.

Существует большое разнообразие тестов, ориентированных на оценку производительности суперкомпьютеров. Совокупность таких тестов позволяет достаточно адекватно оценить характеристики суперкомпьютера в различных условиях его применения.

Наибольшее распространение получил тест Linpak [2, 3], который основан на решении системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Этот тест фактически является стандартным при оценке производительности суперкомпьютеров с кластерной архитектурой. Обычно его очень тщательно оптимизируют под конкретную вычислительную установку. Поэтому оценка производительности суперкомпьютеров, полученная на данном тесте, близка к пиковой.

Для оценки производительности в условиях, более или менее близких к реальным, разработаны и другие тесты. Широко используются тесты NASA [6], которые представляют собой фрагменты реальных задач математической физики, реализованные на основе современных численных методов. Производительность, полученная с помощью этих тестов, значительно отличается от пиковой в худшую сторону. Для различных численных методов значение производительности, как правило, не превышает 3 % от пиковой, а значение 10 % от пиковой является предельным.

Существенное влияние на производительность вычислительного кластера оказывает эффективность коммуникационной среды, которая с учетом некоторых упрощений характеризуется двумя величинами:

- пропускная способность канала;
- латентность, или время запуска операции обмена.

Под латентностью часто понимается время передачи сообщения нулевой длительности. Для различных типов сетей и в различных условиях время запуска операции обмена и время передачи сообщения нулевой длительности могут незначительно отличаться. Латентность желательно иметь как можно меньше. Очевидно, что при увеличении длины сообщений, которыми осуществляется обмен, влияние латентности снижается.

Пропускная способность канала определяет эффективность коммуникационной среды при обмене сообщениями любой длины, как короткими, так и длинными.

На эффективность коммуникационной среды оказывают влияние и другие факторы. Например, влияние друг на друга одновременно происходящих обменов, а также потребности в вычислительной мощности, которые в итоге приводят к замедлению счета на фоне выполнения обменных операций.

Характеристики некоторых коммуникационных сред приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**

<b>Технология</b>	<b>Пропускная способность</b>	<b>Латентность</b>
Myrinet	2 Гбит/с	3-6 мкс
Infiniband *)	2 Гбит/с	2,5 мкс
PCI Express	2 Гбит/с	2 мкс
Gigabit Ethernet	1 Гбит/с	20-70 мкс

*\*) Для реализации SDR. Существуют реализации DDR и QDR соответственно с удвоенной и учетверенной частотой*

Существуют и другие сетевые технологии, не упомянутые в табл. 1. Отличие их друг от друга заключается, помимо указанных характеристик, в стоимости, надежности, влиянии обмена данными на загрузку процессора.

Наиболее часто используемой коммуникационной средой объединения процессорных модулей при построении кластеров является сеть Infiniband, которая обладает хорошей латентностью и способностью к масштабированию пропускной способности за счет использования кабелей с разным числом линий (от 1 до 32-х) и различных реализаций (SDR, DDR и QDR).

Конкуренцию технологии Infiniband составляет современный последовательный интерфейс PCI Express, разработанный компанией Intel [6] как развитие шинных интерфейсов PCI/PCI-X. До недавнего времени считалось, что технология PCI Express — это технология коммуникаций внутри материнской платы, а для объединения материнских плат между собой предназначена среда Infiniband. PCI Express является сетью, масштабируемой по числу линий в канале. Практически все современные производители материнских плат переходят на технологию PCI Express, что позволяет строить кластеры на основе стандартных решений.

В кластерных архитектурах часто используются одновременно несколько коммуникационных сред для разных целей. В частности, на основе сети Gigabit Ethernet строится система управления кластером.

Производительность вычислительной системы при решении конкретных вычислительных задач может быть существенно повышена за счет применения специализированных сопроцессоров.

В последние 3—5 лет специализированные ускорители широко применяются в узлах традиционных кластеров.

В [5] дана краткая оценка возможностей использования специализированных ускорителей на основе микропроцессоров с нестандартной архитектурой, таких как IBM Cell или многоядерные графические процессоры. На базе процессора IBM Cell строится игровая приставка Sony PlayStation III.

Для создания отечественных кластеров представляют интерес в первую очередь изделия массового выпуска, к которым относятся специализированные ускорители на основе видеоадаптеров компании NVIDIA, использующие технологии CUDA GPU. Изделия на основе данной технологии отличаются широкой номенклатурой, массовым выпуском, высокой производительностью при решении различных задач.

Графические процессоры GPU (Graphic Processing Unit) обеспечивают значительное увеличение пикового быстродействия при обработке графических объектов по сравнению со стандартной архитектурой процессоров Intel и AMD. Технология (или архитектура) CUDA (Compute Unified Device Architecture) представляет собой программно-аппаратное решение, которое позволяет использовать GPU компании NVIDIA для вычислений общего назначения [4] обеспечивает возможности разработчику создавать программное обеспечение для решения сложных вычислительных задач на языке программирования C и C++, и организовывать на графическом ускорителе выполнение сложных вычислений.

GPU-процессор NVIDIA с кодовым названием Fermi является 512-ядерным процессором, содержит более трех миллиардов транзисторов, позволяет более чем в 10 раз повысить пиковое быстродействие и сократить потребляемую мощность по сравнению с другими GPU-адаптерами.

При построении вычислительных кластеров широко используются возможности программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) [5]. Логика работы ПЛИС не является фиксированной, т. е. заданной при изготовлении, а определяется специальной программой, загружаемой извне. На отечественном рынке представлены различные производители ПЛИС. Наиболее известны Xilinx, Altera и Lattice Semiconductor.

В отличие от многопроцессорных вычислительных систем с «жесткой» архитектурой архитектура реконфигурируемых систем на основе ПЛИС может изменяться в процессе ее функционирования. В результате у пользователя появляется возможность адаптации архитектуры вычислительной системы под структуру решаемой им

задачи или, иными словами, возможность создания в рамках универсальной среды проблемно-ориентированных многопроцессорных вычислительных структур. Реализация данной концепции обеспечивает высокую реальную производительность многопроцессорной вычислительной системы, близкую к пиковой, на широком классе задач, а также близкий к линейному рост производительности при увеличении числа процессоров в системе.

В настоящее время ПЛИС широко применяются при создании различных по сложности цифровых устройств. В нашей стране существует несколько различных коллективов, которые разрабатывают цифровые изделия на основе ПЛИС. Наиболее известны разработки Научно-исследовательского института многопроцессорных вычислительных систем (г. Таганрог).

Использование устройств на основе ПЛИС в качестве специализированных ускорителей часто обеспечивает рост пикового быстродействия на несколько порядков.

Анализ тенденций развития высокопроизводительных систем обработки информации (современных суперкомпьютерных технологий) показывает:

- В современных суперкомпьютерах доминирует архитектура кластерного типа;
- В узлах кластера в основном используются массовые серийно выпускаемые микропроцессоры компаний Intel и AMD. Наиболее распространенной коммуникационной средой является Infiniband. В последнее время активно продвигается технология PCI Express, которая за счет высокой пропускной способности и низкой латентности позволяет строить коммуникационные среды с существенно новым качеством;
- многократное увеличение пикового быстродействия кластера достигается использованием в узлах кластера проблемно-ориентированных ускорителей массового производства;
- существенное увеличение эффективности кластера достигается с помощью использования программируемых логических интегральных схем. ПЛИС могут рассматриваться как основа для построения проблемно-ориентированных ускорителей, а также реконфигурируемых вычислительных систем;

### **Список литературы:**

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.
2. Корнеев В.В. Вычислительные системы. М.: Гелиос АРВ, 2004. — 512 с.

3. Лацис А.О. Параллельная обработка данных. М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 330 с.
4. Линев А.В., Боголепов Д.К., Бастраков С.И. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: Учебник / Под ред. В.П. Гергеля. М.: Изд-во Московского университета, 2010. — 160 с.
5. Яблонский С.В. Тенденции развития суперкомпьютеров // Вестник МГОУ. Серия «Техника и технология». — 2010. — № 1. — С. 5—10.
6. Яблонский С.В., Конева Н.Е., Конев Ф.Б. Современные суперкомпьютерные технологии // Вестник МГОУ. Серия «Техника и технология». — 2011. — № 1. — С. 5—8.

## СЕКЦИЯ 3.

### БИОЛОГИЯ

#### 3.1. БОТАНИКА

#### **АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ *MEEHANIA* *URTSCIFOLIA* И *SCHIZONERETA MULTIFIDA* ИЗ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

***Ишмуратова Маргарита Юлаевна***

*канд. биол. наук, доцент кафедры фармацевтических дисциплин  
Карагандинского университета «Болашак»,  
Республика Казахстан, г. Караганды  
E-mail: [margarita.ishmur@mail.ru](mailto:margarita.ishmur@mail.ru)*

***Сүлеймен Ерлан Мэлсулы***

*канд. хим. наук, PhD, ГНС института прикладной химии,  
доцент кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [syerlan75@vandex.kz](mailto:syerlan75@vandex.kz)*

***Дудкин Роман Васильевич***

*канд. биол. наук, научный сотрудник  
Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН;  
доцент Дальневосточного федерального университета;  
ведущий научный сотрудник Ботанического сада-института  
ДВО РАН,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [r\\_doudkin@mail.ru](mailto:r_doudkin@mail.ru)*

***Горовой Петр Григорьевич***

*академик, профессор, лаборатория хемотаксономии  
Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [petrgorovoy@gmail.com](mailto:petrgorovoy@gmail.com)*

**ANATOMICAL STRUCTURE OF *MEEHANIA*  
*URTSCIFOLIA* AND *SCHIZONEPETA*  
*MULTIFIDA* FROM FAR EAST**

***Ishmuratova Margarita***

*candidate of biol. Sciences, assistant Professor of Pharmaceutical Sciences  
Karaganda University "Bolashak",  
Republic of Kazakhstan, Karagandy*

***Suleimen Yerlan***

*candidate of Chem. Science, PhD, Chief Researcher  
of the Institute of Applied Chemistry of ENU, Associate Professor  
of Chemistry Department of L.N. Gumilev ENU,  
Republic of Kazakhstan, Astana*

***Doudkin Roman***

*candidate. biol. Sciences, Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,  
Associate Professor of the Far Eastern Federal University,  
Botanical Garden-Institute, Leading staff scientist FEB RAS,  
Russia, Vladivostok*

***Gorovoy Petr***

*academician, Professor, Laboratory of Chemotaxonomy,  
Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,  
Russia, Vladivostok*

***Благодарность***

*Работа выполнена по грантам МОН РК по бюджетным программам 055 «Фундаментальные и прикладные научные исследования» по теме «Фитохимическое изучение растений Казахстана и Сибири. Создание модифицированных производных на основе моно- и сесквитерпеноидов, флаваноидов и их биоскрининг» и «Создание образцов продукции под брендом «Ароматы степей Казахстана».*

**АННОТАЦИЯ**

Проведено изучение анатомического строения *Meehania urtsifolia* и *Schizonepeta multifida*. Диагностическими признаками сырья михении крапиволистной являются форма клеток эпидермиса листа, форма и особенности размещения эфиромасличных железок,

а диагностическими признаками сырья шизонепеты многонадрезанной — форма клеток эпидермиса листа и чашелистников, форма и особенности размещения эфирно-масличных железок, строение кроющих трихом.

#### ABSTRACT

The study of anatomy structure of *Meehania urticifolia* and *Schizonepeta multifida* was done. Diagnostic features of *M. urticifolia* are form of the epidermal cells of the sheet, the shape and features of placing essential oil glands, and diagnostic features of *S. multifida* are the form of the epidermal cells of the sheet and sepal shape and features of placing essential oil glands, structure of covering trichomes.

**Ключевые слова:** анатомическое строение; *Meehania urticifolia* (Miq.) Makino и *Schizonepeta multifida* (L.) Brig.; Lamiaceae

**Keywords:** anatomical structure; *Meehania urticifolia* (Miq.) Makino and *Schizonepeta multifida* (L.) Brig.; Lamiaceae

Целью работы явилось изучение анатомического строения растений *Meehania urticifolia* (Miq.) Makino и *Schizonepeta multifida* (L.) Brig.

*Материалы и методы.*

Объектом исследования являлись надземные части (листья и стебли) михении крапиволистной (*Meehania urticifolia* (Miq.) Makino, Lamiaceae) и *Schizonepeta multifida* (L.) Brig., Lamiaceae), собранных в фазе плодоношения.

*Schizonepeta multifida* (L.) Brig. собирали в Приморском Крае, Октябрьском районе, окрестностях с. Синельниково-1 на остепененных склонах сопки в октябре 2011 г. Гербарный код: КОД 103557.

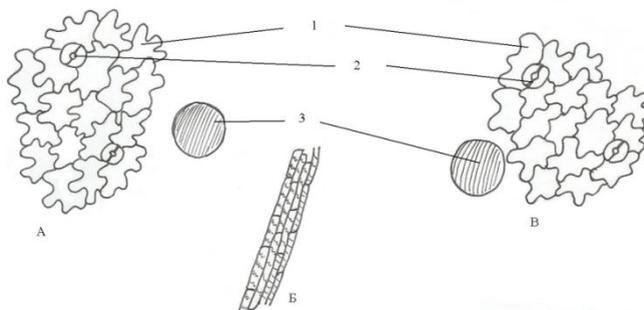
*Meehania urticifolia* (Miq.) Makino собирали в Приморском Крае, полуострове Муравьева-Амурского, окрестностях станции Океанская в лесной зоне 8 сентября 2011 г. Гербарный код: КОД 103552.

При выполнении анатомического исследования сухие образцы надземных органов размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [1, 3], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [2, 4].

*Анатомическое исследование Meehania urticifolia* (Miq.) Makino (Lamiaceae).



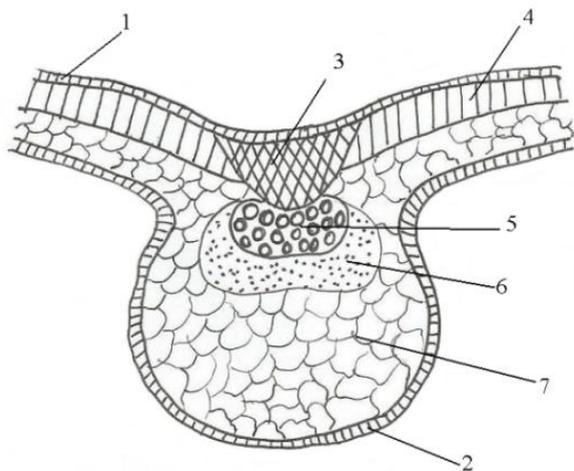
Клетки верхнего и нижнего эпидермиса сильно извилисто-стенные (рис. 1), с тонкими стенками, снаружи покрыты слоем кутикулы.



**Рисунок 1. Препарат листа *M. urticifolia* с поверхности. Ув. 15x10:  
 А — верхний эпидермис, Б — эпидермис средней жилки листа,  
 В — нижний эпидермис, 1 — основные клетки эпидермы,  
 2 — устьица, 3 — эфирно-масличные железы**

Устьица аномоцитного типа (оказаны 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа. Листья голые, опушения не выявлено. Эфирно-масличные железы округлой формы, крупные, темно-окрашенные, приподнимаются над поверхностью эпидермиса листа; состоят из 8 клеток, расположенных в 2 ряда.

На поперечном срезе лист уплощенный, дорзо-вентрального строения (рис. 2). С обеих сторон лист покрыт эпидермисом, на поверхности которого хорошо просматриваются приподнимающиеся эфирно-масличные железы. Мезофилл хорошо дифференцирован на столбчатую и губчатую ткани. Под верхним эпидермисом в области сосудисто-волокнистых пучков отмечены участки колленхимы.

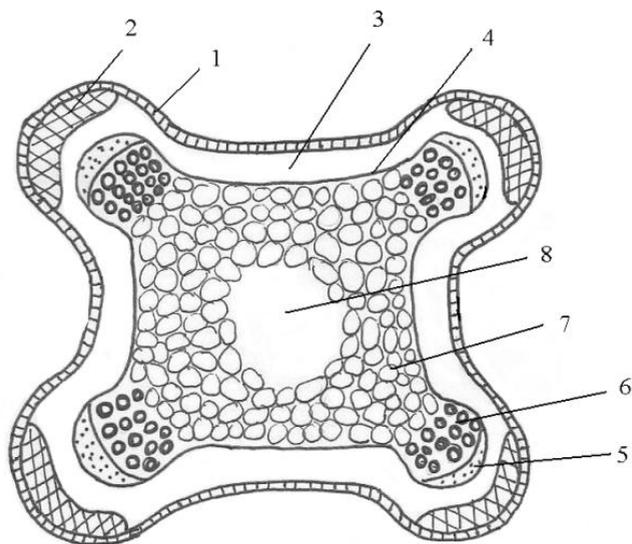


**Рисунок 2. Схема поперечного среза листа *M. urticifolia*. Ув. 5x10:  
 1 — верхний эпидермис, 2 — нижний эпидермис, 3 — колленхима,  
 4 — столбчатый мезофилл, 5 — ксилема, 6 — флоэма,  
 7 — губчатый мезофилл**

Проводящие пучки коллатеральные, закрытого типа, размещены в мякоти листа. По нижней поверхности листа в месте прохождения жилок образует выпуклости.

Стебель на поперечном срезе 4-гранный (рис. 3), полый внутри. Периферическая часть покрыта 1-слойным эпидермисом, под ним в углах находятся участки уголковой колленхимы, между углами 2—3 слоя хлоренхимы. Центральный цилиндр отделен от коровой зоны слоем эндодермы. Проводящая система пучкового типа, пучки коллатеральные, закрытые, состоят из тяжа флоэмы (снаружи) и тяжа ксилемы (внутри).

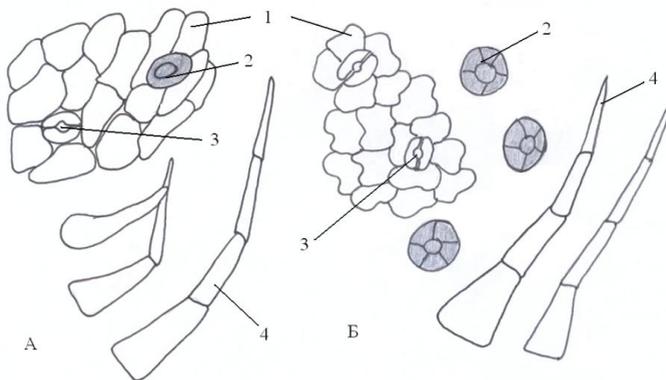
Таким образом, диагностическими признаками сырья михении крапиволистной являются форма клеток эпидермиса листа, форма и особенности размещения эфиромасличных железок.



**Рисунок 3. Схема поперечного среза стебля *M. urticifolia*.  
Ув. 5x10: 1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — хлоренхима,  
4 — эндодерма, 5 — флоэма, 6 — ксилема, 7 — паренхима,  
8 — полость**

*Анатомическое исследование Schizonepeta multifida* (L.) Brig.

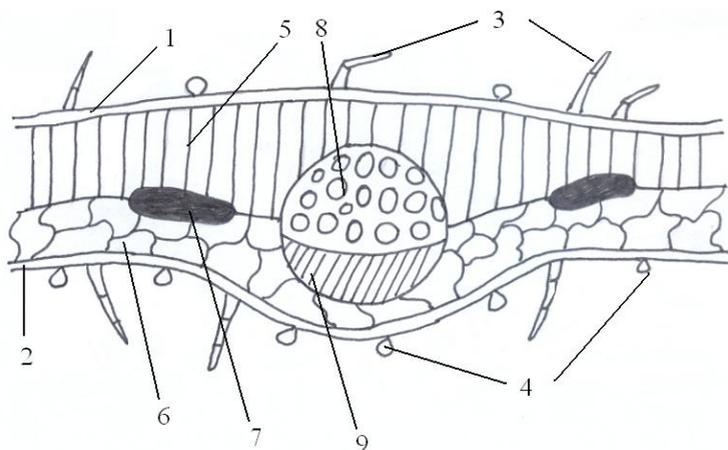
Клетки нижнего эпидермиса извилисто-стенные, верхнего эпидермиса — со слабо извилистыми стенками (рис. 4), толстостенные, снаружи покрыты слоем кутикулы.



**Рисунок 4. Препарат листа *S. multifida* с поверхности.**  
**Ув. 15x10: А — верхний эпидермис, Б — нижний эпидермис,**  
**1 — основные клетки эпидермы, 2 — эфирно-масличные железы,**  
**3 — устьица, 4 — простые многоклеточные трихомы**

Клетки эпидермиса крупнее на верхней стороне листовой пластинки. Устьица аномоцитного типа (оказаны 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа, но преобладают на нижней. Листья почти голые, редко опушены крупными многоклеточными простыми трихомами. Эфирно-масличные железы округлой, реже овальной, формы, крупные, темно-окрашенные, приподнимаются над поверхностью эпидермиса листа; состоят из 8 клеток, расположенных в 2 ряда.

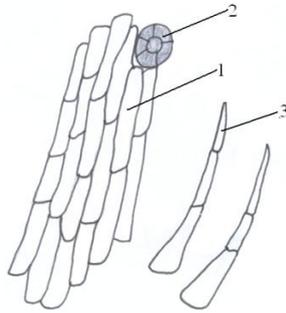
На поперечном срезе лист уплощенный, дорзо-вентрального строения (рис. 5). С обеих сторон лист покрыт эпидермисом, на поверхности которого хорошо просматриваются приподнимающиеся эфирно-масличные железы и кроющиеся многоклеточные трихомы. Мезофилл дифференцирован на столбчатую и губчатую ткани.



**Рисунок 5. Схема поперечного среза листа *S. multifida*.  
 Ув. 5x10: 1 — верхний эпидермис, 2 — нижний эпидермис,  
 3 — простые многоклеточные трихомы,  
 4 — эфирно-масличные железы, 5 — столбчатый мезофилл,  
 6 — губчатый мезофилл, 7 — схизогенные вместилища,  
 8 — ксилема, 9 — флоэма**

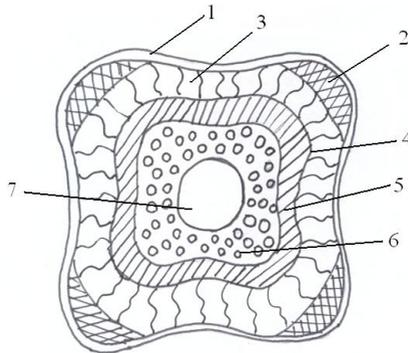
Проводящие пучки коллатеральные, закрытого типа, размещены в мякоти листа. По нижней поверхности листа в месте прохождения жилок образует выпуклости. В средней части мякоти листа можно увидеть овальные, темно-окрашенные вместилища схизогенного происхождения, содержащие эфирное масло.

Эпидермис чашелистников (рис. 6) состоит из прозенхимных прямо стенных клеток с тонкими стенками. По поверхности разбросаны немногочисленные простые многоклеточные трихомы и округлые эфирно-масличные железы, приподнятые над поверхностью.



**Рисунок 6. Эпидермис чашелистника *S. multifida*.**  
*Ув. 15x10: 1 — основные клетки эпидермиса,*  
*2 — эфирно-масличные железы,*  
*3 — простые многоклеточные трихомы*

Стебель на поперечном срезе 4-гранный (рис. 7), полый внутри. Периферическая часть покрыта 1-слойным эпидермисом, под ним в углах находятся участки уголкового колленхима, между углами 2—3 слоя хлоренхимы. Центральный цилиндр отделен от коровой зоны слоем эндодермы. Проводящая система непучкового типа, состоит из кольца флоэмы снаружи и кольца ксилемы внутри.



**Рисунок 7. Схема поперечного среза стебля *S. multifida*.**  
*Ув. 5x10: 1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — хлоренхима,*  
*4 — эндодерма, 5 — флоэма, 6 — ксилема, 7 — полость*

Таким образом, диагностическими признаками сырья шизонепеты многонадрезанной являются форма клеток эпидермиса листа и чашелистников, форма и особенности размещения эфиромасличных железок, строение кроющих трихом.

### **Список литературы:**

1. Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: МГУ, 1980. — 560 с.
2. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. — 255 с.
3. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига, 2007. — 512 с.
4. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. — 206 с.

## 3.2. ТОКСИКОЛОГИЯ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ БИОПРЕПАРАТА «ЯГЕЛЬ ДЕТОКС»

**Степанова Альбина Васильевна**

*гл. специалист СВФУ,  
РФ, г. Якутск*

**Аньшакова Вера Владимировна**

*канд. пед. наук, доцент СВФУ,  
РФ, г. Якутск  
E-mail: [ansha-kova\\_v@mail.ru](mailto:ansha-kova_v@mail.ru)*

### DETERMINATION SECURITY OF BIOPREPARATION "YAGEL DETOX"

**Albina Stepanova**

*chief specialist of North-Eastern Federal University,  
Russia, Yakutsk*

**Vera Anshakova**

*candidate of pedagogical sciences, associate professor  
of North-Eastern Federal University,  
Russia, Yakutsk*

#### АННОТАЦИЯ

В статье представлены данные токсикологических испытаний — определение безопасности и потенциальных токсических эффектов биопрепарата «Ягель Детокс».

#### ABSTRACT

Given paper describes toxicological tests data — determination of product safety and the potential toxic effects of biological product “Yagel Detox”.

**Ключевые слова:** токсикология; лишайники; механохимическая биотехнология.

**Keywords:** toxicology; lichens; mechanochemical biotechnology.

## **Введение**

Разработанная в Северо-Восточном федеральном университете биологически активная добавка к пище «Ягель Детокс» из таллома лишайников используется как дополнительный источник полисахаридов, витамина B12, содержит лишайниковые кислоты антибиотического действия [6, с. 16—20; 4]. Производство БАД осуществляется инновационной экологически чистой, безотходной механохимической биотехнологией [1].

Уникальная технология обработки сырья позволяет получить межмолекулярные комплексы на основе полимерной матрицы природных олигосахаридов. Полученные комплексы состоят из «активного наполнителя» — лишайниковых  $\beta$  — олигосахаридов, образующихся в процессе механохимической переработки лишайниковых  $\beta$  – полисахаридов и действующего вещества любой природы, в том числе вносимых извне фармацевтических препаратов антибиотического, адаптогенного, иммуномодуляторного, цитостатического действия и витаминно-микроэлементных комплексов [2, с. 33—42; 4].

Целью исследования является определение безопасности и потенциальных токсических эффектов биологически активной добавки к пище «Ягель Детокс».

## **Методы**

Экспертиза образцов БАД к пище «Ягель Детокс» по показателям безопасности проводилась в аккредитованном испытательном лабораторном центре на основании аттестованных нормативных и методических документов.

Токсичность БАД изучали согласно требованиями к доклиническому изучению общетоксического действия фармакологических веществ [5, с. 13]. Животные Mussp. CD-1 (n=60 самок и n=60 самцов) предоставлены Питомником лабораторных животных ФИБХ РАН, г. Пущино в возрасте 7 недель и массой тела  $33,0 \pm 0,6$  г (самцы) и  $25,4 \pm 0,5$  г (самки). Тестируемый препарат «Ягель-Детокс» и контрольное вещество (физ. раствор) вводились животным внутрижелудочно объемом 10 мл/кг в двух различных дозах 1000 и 2000 мг/кг.

В ходе прижизненной фазы исследования у животных регистрировались клинические признаки возможной интоксикации, вес тела, потребление корма. Половина животных была подвергнута эвтаназии через две недели после начала введения тестируемых препаратов. Вторая половина была подвергнута эвтаназии через 8 недель после начала введения тестируемых препаратов. У животных были выполнены измерения гематологических показателей

периферической крови, биохимический анализ сыворотки крови, массы органов. В рамках данного исследования гистологический анализ не потребовался.

Для всех количественных данных была применена описательная статистика: подсчитаны средние значения и стандартная ошибка среднего. Нормальность распределения вариант в группе определяли тестом Shapiro-Wilk при 5 % уровне значимости. Данные веса тела и потребления корма были проанализированы двухфакторным дисперсионным анализом ANOVA с последующим тестом Newman-Keuls или Duncan. Данные гематологии, биохимии и веса органов были проанализированы с использованием однофакторного дисперсионного анализа ANOVA с последующим тестом Newman-Keuls или непараметрического критерия Kruskal-Wallis с последующим тестом Dunn в зависимости от типа распределения количественных данных.

Статистический анализ проводили программой Statisticaver. 7.1. Различия определяли при  $P < 0,05$ .

### **Результаты и их обсуждение**

По результатам определения микробиологических исследований БАД к пище было установлено отсутствие патогенной микрофлоры во всех пробах, что свидетельствует о высокой степени микробиологической чистоты биопродукции. Также по обследованным показателям токсичных элементов и пестицидов биопрепарат соответствует нормативам, установленным для БАД (СанПиН 2.3.2.1290-03).

В ходе токсикологического исследования признаков интоксикации организма животных не отмечено, случаи летальных исходов отсутствовали. Статистически значимых различий между животными, получавшими тестируемые препараты и контрольными животными, получавшими физиологический раствор, по массе тела и ее приросту ни у самцов, ни у самок выявлено не было.

После введения тестируемых препаратов у мышей не наблюдалось выраженных изменений биохимических показателей сыворотки крови, которые могли бы свидетельствовать о токсических изменениях во внутренних органах (табл. 1).

Таблица 1.

## Биохимические показатели крови животных (самки, n=60)

Биохимический параметр	Срок эвтаназии, день	Значение биохимического параметра/препарат		
		Контроль (Физ. Раствор)	Ягель-Детокс, доза 1 (1000 мг/кг)	Ягель-Детокс, доза 2 (2000 мг/кг)
Мочевина, ммоль/л	15-й	10,1 ± 3,6	8,6 ± 1,5	8,3 ± 1,3
	60-й	8,4 ± 2,9	10,2 ± 3,7	9,1 ± 2,4
Холестерин, ммоль/л	15-й	2,4 ± 0,5	2,5 ± 0,3	2,6 ± 0,7
	60-й	3,2 ± 1,4	2,9 ± 0,9	3,1 ± 0,9
Триглицериды, ммоль/л	15-й	0,7 ± 0,3	0,8 ± 0,3	0,6 ± 0,2
	60-й	0,8 ± 0,2	0,7 ± 0,4	0,8 ± 0,3
АЛТ, Ед/л	15-й	35,1 ± 14,3	26,0 ± 3,8	32,0 ± 3,4
	60-й	27,9 ± 12,7	31,5 ± 4,6	30,8 ± 2,3
АСТ, Ед/л	15-й	86,8 ± 34,1	59,4 ± 9,4	73,8 ± 31,0
	60-й	67,5 ± 24,8	63,2 ± 19,0	72,9 ± 32,1
Билирубин, мкмоль/л	15-й	3,8 ± 1,9	4,7 ± 1,1	4,8 ± 1,5
	60-й	4,1 ± 2,0	3,9 ± 2,5	4,6 ± 1,7
Креатинин, мкмоль/л	15-й	63,3 ± 14,0	53,0 ± 16,4	56,6 ± 8,5
	60-й	57,8 ± 9,1	61,2 ± 19,3	55,4 ± 7,2
ЩФ, Ед/л	15-й	119,0 ± 22,3	100,4 ± 22,9	114,9 ± 35,5
	60-й	115,3 ± 12,6	107,9 ± 21,4	116,5 ± 27,7
Альбумин, г/л	15-й	32,9 ± 2,1	31,8 ± 1,7	31,9 ± 2,1
	60-й	33,5 ± 3,0	34,2 ± 2,8	32,5 ± 3,1
Кальций, ммоль/л	15-й	2,5 ± 0,2	2,4 ± 0,05	2,4 ± 0,1
	60-й	2,4 ± 0,1	2,7 ± 0,8	2,6 ± 0,3
Фосфор, ммоль/л	15-й	3,8 ± 1,0	3,4 ± 0,5	3,3 ± 0,2
	60-й	3,5 ± 2,0	3,3 ± 0,7	3,4 ± 0,1
Общий белок, г/л	15-й	45,3 ± 2,9	43,7 ± 2,6	44,0 ± 3,6
	60-й	41,9 ± 3,0	44,6 ± 1,9	45,6 ± 2,1
Хлориды, ммоль/л	15-й	129,6 ± 7,3	127,6 ± 1,5	125,6 ± 2,4
	60-й	127,4 ± 6,1	129,3 ± 3,7	128,2 ± 1,5
Глобулины, г/л	15-й	12,4 ± 1,2	11,9 ± 1,2	12,1 ± 1,7
	60-й	12,8 ± 1,3	10,9 ± 2,0	12,8 ± 2,6
Альбумин/глобулины	15-й	2,7 ± 0,2	2,7 ± 0,2	2,7 ± 0,2
	60-й	2,3 ± 0,1	2,5 ± 0,3	2,2 ± 0,2

Результаты гематологического анализа показали, что внутрижелудочное введение тестируемого препарата «Ягель-Детокс» мышам CD-1 не выявило токсических эффектов на систему крови.

Статистически значимых различий по массе органов между группами животных, получавших тестируемые препараты и контрольными животными, в ходе исследования также выявлено не было (табл. 2).

**Таблица 2.**

**Масса органов животных (самки, n=60)**

Орган	Срок эвтаназии, день	Масса органов, г/препарат		
		Контроль (Физ. Раствор)	Ягель-Детокс, доза 1 (1000 мг/кг)	Ягель – Детокс, доза 2 (2000 мг/кг)
Семенники/ яичники	15-й	0,0217±0,001	0,021±0,001	0,0232±0,001
	60-й	0,0199±0,001	0,0223±0,001	0,0211±0,001
Селезенка	15-й	0,1028±0,008	0,1118±0,01	0,112±0,008
	60-й	0,1048±0,01	0,1250±0,012	0,1095±0,01
Почки	15-й	0,3460±0,02	0,3292±0,01	0,3353±0,02
	60-й	0,3542±0,04	0,3485±0,08	0,3352±0,06
Надпочечники	15-й	0,0091±0,001	0,0103±0,001	0,0123±0,001
	60-й	0,0110±0,001	0,0099±0,001	0,0110±0,001
Печень	15-й	1,1994±0,03	1,1354±0,03	1,1868±0,03
	60-й	1,1761±0,06	1,1494±0,05	1,1645±0,04
Тимус	15-й	0,0491±0,004	0,0512±0,008	0,0468±0,004
	60-й	0,0468±0,005	0,0495±0,01	0,0501±0,03
Сердце	15-й	0,1297±0,005	0,123±0,003	0,1247±0,005
	60-й	0,1315±0,009	0,1286±0,007	0,1252±0,006
Легкие	15-й	0,1653±0,01	0,1658±0,005	0,1578±0,01
	60-й	0,1722±0,009	0,1684±0,007	0,1595±0,015

*Данные в таблицах 1-2 приведены для самок, у самцов результаты аналогичны*

При плановой некропии животных в ходе визуального осмотра внешнего состояния тела, внутренних поверхностей и проходов, полости черепа, грудной, брюшной и тазовой полостей с находящимися в них органами и тканями, шеи с органами и тканями, каркаса и скелетно-мышечной системы, а также мест введения морфологических признаков отклонения от общепринятой нормы, связанных с действием исследуемых препаратов, выявлено не было.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать заключение о том, что тестируемый препарат «Ягель-Детокс» прошел токсиколого-гигиеническую экспертизу и может быть рекомендован для проведения дальнейших доклинических испытаний.

### **Список литературы:**

1. Аньшакова В.В., Степанова А.В. Биотехнологическая переработка возобновляемого сырья Якутии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.science-education.ru/108-8860> (дата обращения: 20.05.2014).
2. Аньшакова В.В. Механохимическая технология получения биокмплексов на основе лишайникового сырья // Биофармацевтический журнал. — 2011. — Т. 3, — № 5. — С. 33—42.
3. Аньшакова В.В., Кершенгольц Б.М. Способ получения высокоактивного твердофазного биопрепарата антибиотического действия ЯГЕЛЬ из слоевищ лишайников // Патент России № 2467 063 С1. 2011.
4. Аньшакова В.В., Кершенгольц Б.М. Биологически активная добавка актопротекторного, адаптогенного действия из растительного сырья и способ ее получения // Патент России № 2477143 С1. 2011.
5. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище / МУК 2.3.2.721-98. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.opengost.ru> (дата обращения: 20.05.2014).
6. Anshakova V.V., Kershengolts B.M. Biological preparations on the basis of Reindeer moss as detoxifier internal environment of the organism // Russian Journal of Biopharmaceuticals. — 2013. — № 4. — P. 16—20.

### 3.3. ФИЗИОЛОГИЯ

#### ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АНАЛИЗАТОРА СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

*Мусалимова Рида Сагитовна*

*канд. биол. наук, доцент кафедры биоэкологии и биологического  
образования Башкирского государственного педагогического  
университета им. М. Акмуллы,  
РФ, г. Уфа  
E-mail: [m.rida.s@mail.ru](mailto:m.rida.s@mail.ru)*

*Мухамадеева Айгуль Амировна*

*студент естественно-географического факультета  
Башкирского государственного педагогического  
университета им. М. Акмуллы,  
РФ, г. Уфа*

#### EVALUATION OF FUNCTIONAL STATE OF STUDENTS VESTIBULAR ANALYZER IN PEDAGOGICAL HIGH SCHOOL

*Musalimova Rida*

*candidate of biol. Science,  
assistant professor in department of bioecology and biological education  
of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Russia, Ufa*

*Mukhamadeeva Aigul*

*student of natural-geographical faculty  
of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Russia, Ufa*

#### АННОТАЦИЯ

В работе приводятся результаты оценки состояния вестибулярного анализатора студентов, которая проводилась с использованием пробы «вертикального» и «горизонтального письма», а также результаты

изучения вестибулярной устойчивости студентов на вращательную нагрузку по показателям сердечно-сосудистой системы.

#### ABSTRACT

The paper presents the results of assessing the state of students vestibular analyzer, which was carried out using a test of "vertical" and "horizontal writing", also the results of the study of students vestibular stability to rotational load through the terms of cardiovascular system.

**Ключевые слова:** вестибулярные пробы; вестибулярная устойчивость; студенты.

**Keywords:** vestibular tests; vestibular stability; students.

Изучению воздействия вестибулярных раздражений на организм человека и выявлению различных вегетативных рефлексов посвящено значительное число исследований. Большинство работ направлены на изучение влияния отдельных видов спорта на становление вестибулярных функций, а также влиянию функционального состояния вестибулярной системы на двигательные возможности спортсменов.

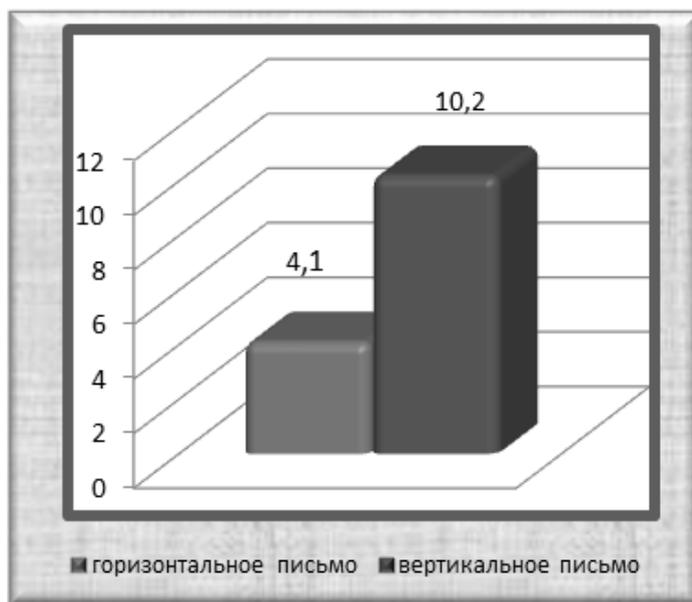
Целью нашего исследования явилась оценка функционального состояния вестибулярного анализатора студентов, не занимающихся систематически спортом. В исследовании приняли участие 44 студентки (юноши в эксперименте не участвовали в виду их малочисленности в группах). Средний возраст испытуемых варьировал от 20 до 23 лет и в среднем составил  $21,4 \pm 0,6$  лет. Исследования проводились с добровольного согласия испытуемых в унифицированных условиях в первой половине дня на базе кабинета Физиологии человека и животных. Испытуемые были предварительно ознакомлены с основными задачами исследования, условиями и методами проведения экспериментов.

Методика исследования включала выявление признаков вестибулярной дисфункции с использованием пробы вертикального и горизонтального письма («пишущие тесты») [4, с. 256], а также исследование функциональной устойчивости вестибулярного анализатора путем оценки сдвигов артериального давления и пульса при вращательных нагрузках [2, с. 118—120; 5, с. 60—62].

Математическую обработку результатов исследования проводили с использованием прикладной программы Microsoft Excel Windows 2007. Для оценки достоверности различий использовали *t*-критерий Стьюдента с определением уровня значимости *p* ( $p < 0,05$ ).

Для выявления расстройств функций вестибулярного анализатора используют пробы «вертикального» и «горизонтального письма». Пробы позволяют определить направление спонтанного отклонения рук при написании ряда цифр. Результат оценивается по величине угла отклонения столбика цифр вправо или влево от вертикали или горизонтали.

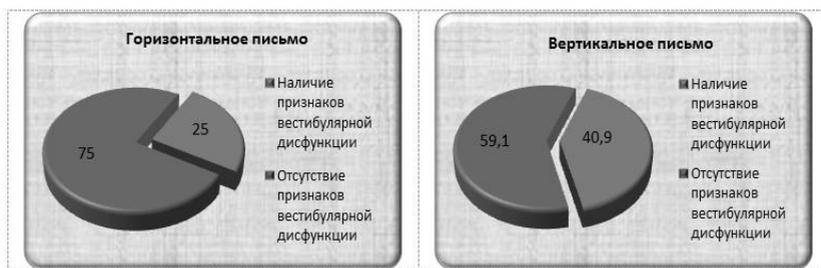
Величина угла отклонения столбика цифр при пробе «горизонтальное письмо» варьировало от 0 градусов до 15 градусов и в среднем значение угла отклонения составило  $4,1 \pm 3,6$  градусов (рис. 1). Отклонение по горизонтали свыше 5 градусов связывают с нарушениями со стороны эллиптического мешочка [1].



**Рисунок 1. Средние значения величины угла отклонения при пробах «горизонтальное письмо» и «вертикальное письмо»**

Величина угла отклонения столбика цифр при пробе «вертикальное письмо» варьировало от 1 градуса до 24 градусов, средний угол отклонения —  $10,2 \pm 6,2$  градусов (рис. 1). Отклонения по вертикали свыше 10 градусов свидетельствуют об асимметрии тонуса мышц, что связывают с поражением вестибулярного аппарата, в частности с нарушением функции сферического мешочка [1].

Средние значения угла отклонения при «горизонтальном письме» указывают на отсутствие дисфункций со стороны вестибулярного аппарата, тогда как при «горизонтальном письме» отмечены незначительные отклонения. Среди испытуемых выявлена определенная доля лиц, у которых имеются признаки вестибулярной дисфункции при «горизонтальном письме» — у 25,0 % испытуемых, при «вертикальном письме» — у 40,9 % испытуемых. У большинства испытуемых, как при «горизонтальном письме», так и при «вертикальном письме» признаки вестибулярной дисфункции не обнаружены — 75,0 % и 59,1 %, соответственно (рис. 2).



**Рисунок 2. Результаты пробы «пишущие тесты», %**

При вращении вокруг вертикальной оси под влиянием энергии возрастающих или убывающих угловых ускорений происходит возбуждение рецепторов вестибулярного аппарата. Это является причиной возникновения особых рефлекторных реакций [3, с. 139]. Многочисленные связи вестибулярного аппарата с различными отделами центральной нервной системы обеспечивают разнообразие рефлексов, возникающих при его адекватном раздражении. Это тонические рефлексы скелетных мышц шеи, туловища, конечностей, глазных мышц и вегетативные рефлексы внутренних органов — сердца, желудочно-кишечного тракта, сосудов [4, с. 253].

Для оценки вестибулярной устойчивости согласно методике Лозанова Н.Н. и Байченко И.П. [2, с. 118—120; 5, с. 60—62] используются значения частоты сердечных сокращений за 10 секундные интервалы времени и показатели артериального давления. ЧСС испытуемых в покое в среднем составило  $13,2 \pm 1,6$  ударов за 10 секунд, после вращательной нагрузки она достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличилась до  $14,1 \pm 1,9$  ударов за 10 секунд. Повышение частоты сердечных сокращений после вращательной нагрузки составило  $0,9 \pm 1,7$  уд/мин (табл. 1).

Систолическое артериальное давление испытуемых в покое равнялось в среднем  $110,8 \pm 8,7$  мм.рт.ст., после вращательной нагрузки оно достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличилось до  $116,7 \pm 11,8$  мм.рт.ст. Повышение показателя систолического давления после вращательной нагрузки составило  $5,9 \pm 10,5$  мм.рт.ст. (табл. 1). Диастолическое артериальное давление в покое равнялось в среднем  $69,4 \pm 8,1$  мм.рт.ст., после физической нагрузки оно достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличилось до  $75,2 \pm 8,0$  мм.рт.ст. Повышение показателя диастолического давления после вращательной нагрузки составило  $5,8 \pm 9,2$  мм.рт.ст.

**Таблица 1.**

**Физиологические показатели в исходном состоянии (покой) и после вращательной нагрузки,  $M \pm m$**

Показатели	Условия эксперимента		
	покой	вращательная нагрузка	изменение
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд/10 сек	$13,2 \pm 1,6^*$	$14,1 \pm 1,9^*$	$0,9 \pm 1,7$
Систолическое артериальное давление (САД), мм.рт.ст	$110,8 \pm 8,7^*$	$116,7 \pm 11,8^*$	$5,9 \pm 10,5$
Диастолическое артериальное давление (ДАД), мм.рт.ст	$69,4 \pm 8,1^*$	$75,2 \pm 8,0^*$	$5,8 \pm 9,2$

*Примечание: \* — достоверность различий между показателями в покое и после вращательной нагрузки ( $p < 0,05$ )*

Артериальное давление и частота сердечных сокращений в ответ на вестибулярное раздражение у разных испытуемых увеличивались, уменьшались или оставались без изменений, но средние величины изменений показателей имеют определенную направленность, ЧСС, САД и ДАД в ответ на вестибулярную нагрузку достоверно ( $p < 0,05$ ) повышаются.

По данным, полученным до и после вращательной пробы, определяли вестибулярную устойчивость по методике Лозанова-Байченко, в которой учитываются результаты вегетативных рефлексов (изменение ЧСС и АД) на вращательную пробу. В качестве показателя принимается разность (отрицательная или положительная) между величинами пульса и АД до и после вестибулярного раздражения. По комбинациям

изменений АД и ЧСС по специальной таблице оценивается вестибулярная устойчивость в баллах: ниже 3 баллов — недостаточная функциональная устойчивость вестибулярного анализатора, от 3 до 4,5 балла — достаточная устойчивость, выше 4,5 балла — отличная устойчивость вестибулярного анализатора [2, с. 118—120; 5, с. 60—62].

Показатель вестибулярной устойчивости испытуемых варьировал в пределах от 0,75 до 5 баллов и в среднем составил  $3,5 \pm 1,1$  баллов (рис. 3), среднее значение вестибулярной устойчивости испытуемых свидетельствует о достаточной функциональной устойчивости их вестибулярного анализатора.



*Рисунок 3. Средний показатель вестибулярной устойчивости*



***Рисунок 4. Доля лиц с различными видами вестибулярной устойчивости на вращательную нагрузку, %***

Доля лиц с достаточной устойчивостью вестибулярного анализатора составило среди испытуемых 68,2 %, 9,1 % испытуемых имеют отличную устойчивость, у 22,7 % испытуемых выявлена недостаточная функциональная устойчивость вестибулярного анализатора (рис. 4).

В целом, можно отметить, что полученные показатели указывают на достаточную вестибулярную устойчивость у подавляющего большинства испытуемых. По результатам исследования (проба «пишущие тесты»), вестибулярная устойчивость по методике Лозанова-Байченко) у 40,9 % студентов выявлены признаки вестибулярной дисфункции при «вертикальном письме», у 25 % — при «горизонтальном письме», при раздражении вестибулярного анализатора выявлена недостаточная устойчивость вестибулярного аппарата у 22,7 % студентов.

### **Список литературы:**

1. Величина угла // Спонтанный нистагм и другие вегетативные нарушения [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://frankieandgina.com/page/40/?email=EmailHere>. — 23.03.2014.
2. Практикум по общей физиологии и физиологии спорта: пособие для институтов физической культуры / под ред. А.Б. Гандельсмана. изд. 2-е, перераб. М.: Физкультура и спорт, 1973. — 152 с.
3. Рохлов В.С., Сивоглазов В.И. Практикум по анатомии и физиологии человека М.: Издательский центр «Академия», 1999. — 160 с.

4. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: учебное пособие /Н.Н. Алипов, Д.А. Ахтямова, В.Г. Афанасьев и др.; под ред. С.М. Будылиной, В.М. Смирнова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 336 с.
5. Саваневский Н.К., Хомич Г.Е. Практикум по физиологии поведения: учебное пособие / под ред. Н.К. Саваневского Минск: Новое знание, М.: ИНФРА-М, 2014. — 160 с.

### 3.4. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

#### ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ПРОЦЕСС ПРЕССОВАНИЯ ТБО СО СВЯЗУЮЩИМ ВЕЩЕСТВОМ

***Гонопольский Адам Михайлович***

*д-р техн. наук, профессор,  
Университет машиностроения,  
институт инженерной экологии  
и химического машиностроения, зав.каф. ТПОиТБ,  
РФ, г. Москва*

***Ермакова Лидия Сергеевна***

*канд. техн. наук, Университет машиностроения,  
институт инженерной экологии  
и химического машиностроения,  
доцент кафедры ТПОиТБ,  
РФ, г. Москва*

*E-mail: [lidia-ermakova@rambler.ru](mailto:lidia-ermakova@rambler.ru)*

***Патрикеев Игорь Алексеевич***

*аспирант, Университет машиностроения,  
институт инженерной экологии  
и химического машиностроения,  
РФ, г. Москва*

*E-mail: [PandaPatrik@gmail.com](mailto:PandaPatrik@gmail.com)*

## **HUMIDITY AFFECT ON PRESSING PROCESS OF MSW WITH THE BINDER**

***Adam Gonopolsky***

*doctor of Technical Sciences, Professor,  
Moscow State University of Mechanical Engineering,  
Head of Department MBT and TS,  
Russia, Moscow*

***Lydia Ermakova***

*candidate of Technical Sciences,  
Moscow State University of Mechanical Engineering,  
Associate Professor of MBT and TS,  
Russia, Moscow.*

***Igor Patrikeev***

*graduate student, Moscow State University of Mechanical Engineering,  
Russia, Moscow*

### **АННОТАЦИЯ**

Цель работы — определить влияние количественного состава влажности на процесс послойного прессования ТБО. В статье описывается процесс прессования ТБО с различной влажностью компонентов с применением различных видов связующих. Результаты эксперимента показали, что процесс послойного прессования при различном содержании влаги, протекает в четыре стадии.

### **ABSTRACT**

Work objective — to determine the effect of quantitative composition of humidity on the layer-pressing process MSW. This article describes the process of pressing MSW with different humidity of components using various types of binders.

The experimental results showed that the layer-pressing process at different humidity takes place in four stages.

**Ключевые слова:** Прессование ТБО; связующее вещество; влияние влажности.

**Keywords:** Pressing of MSW; binder; influence of humidity.

На процесс прессования твердых бытовых отходов (ТБО) весьма важное влияние оказывает первичная избыточная влажность. Так же,

наряду с влажностью, на степень уплотнения изделий существенное влияние оказывает гранулометрический состав прессуемых компонентов. Третьим важным фактором, влияющим на процесс прессования, является введенное в процентном содержании связующее вещество от общей массы отходов с первичной влажностью не более 80 %.

ТБО содержат в себе первичную избыточную влажность от 60 % до 80 % (в зависимости от времени года), которая находится в связанном и свободном состоянии. Свободная, или капиллярная, жидкость находится в полостях клеток и межклеточных пространствах, поэтому удаляется из ТБО сравнительно легко. Связанная, или гигроскопическая, жидкость находится в клеточных стенках фракций ТБО и удерживается прочно. Первичная влажность бытовых отходов зависит от соотношения содержащихся в них основных компонентов — бумаги и пищевых отходов [3].

Начало прессования ТБО сопровождается его уплотнением (рис. 1.) за счет смещения частиц относительно друг друга и их сближения. Это является первой стадией уплотнения. При этом происходит частичное удаление воздуха и первичной влаги (до 30 %) из первого слоя брикета [1, 5, 6].

В процессе прессования брикета ТБО происходят сложные явления механического и молекулярного характера. В начале процесса сжатия смеси более крупные частицы, перемещаясь, сближаются между собой, а мелкие занимают пространство между крупными частицами. На этой стадии воздух и влага, находящийся в смеси ТБО, интенсивно вытесняется, через зазоры между частицами из формы. При дальнейшем сжатии брикета происходят пластическая, хрупкая и упругая деформации твердых частиц с разрушением отдельных контактных поверхностей, и воздухопроводящие каналы закрываются. Запрессованный воздух сжимается в свободных от воды порах и частично растворяется в жидкой фазе, которая вытесняется из мест контакта в пространство между частицами.

Следующая (вторая) стадия прессования характеризуется пластической необратимой деформацией частиц. При этом увеличивается контактная поверхность между частицами ТБО. Одновременно с этим уплотнение каждой элементарной частицы сопровождается выжиманием влаги (до 15 %) из ее глубинных слоев на контактную поверхность частицы. Оба эти фактора обуславливают возрастание сцепления между частицами. В этой стадии уплотнения может иметь место защемление и упругое сжатие воздуха и влаги, который не успел удалиться из смеси компонентов.

Увеличение влажности смеси, за счет введения связующего повышает внутреннее давление запрессованного в нем воздуха. Давление его внутри брикета (при  $W=10—12\%$ ) достигает почти 40 МПа, в то время как при влажности смеси 6—8 % давление запрессованного воздуха не превышает 20 МПа. Высокое давление воздуха во влажных смесях приводит к возникновению в брикетах ТБО растягивающих напряжений и как следствие к образованию трещин расслаивания. В связи с этим было принято решение о введении дополнительной влажности в виде связующего компонента (7—8 %), но при более высоких давлениях - 40МПа.

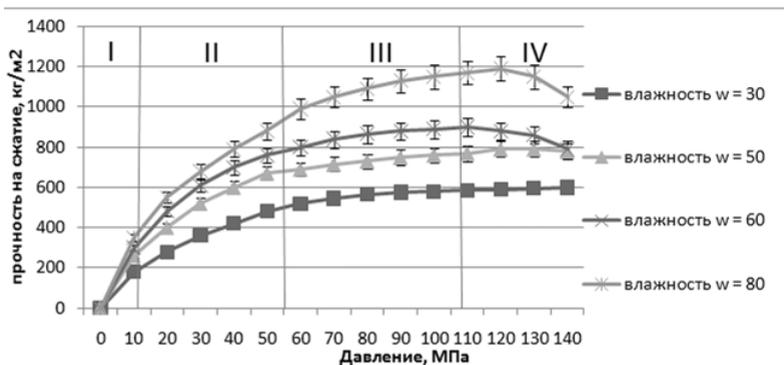
В третьей стадии уплотнения наступает упругая деформация частиц. Такие деформации наиболее вероятны для тонких и мелкодисперсных частиц.

Последняя стадия уплотнения сопровождается хрупким разрушением частиц, при котором брикет получает наибольшее уплотнение и наибольшее сцепление вследствие сильного дальнейшего развития контактной поверхности. Для осуществления хрупких деформаций требуется очень большое давление (от 80 до 100 МПа), которое при послойном полусухом прессовании не достигается [2].

В результате экспериментальных исследований по прессованию ТБО различной влажности, наблюдается четвертая стадия — расползание полученного брикета.

После прекращения действия прессующего усилия и освобождения брикета из пресс-формы происходит его упругое расширение, достигающее в отдельных случаях до 5 %.

Причинами упругого расширения являются обратимые деформации твердых частиц, расширение запрессованного воздуха, а также адсорбционное расклинивание контактов влаги, выжатой при прессовании из контактных поверхностей в более крупные поры.



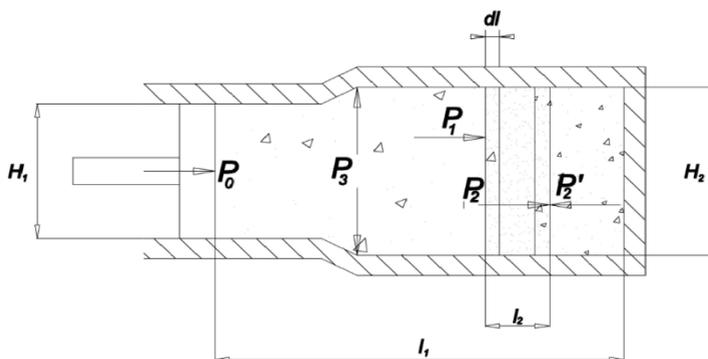
**Рисунок 1. Зависимость плотности прессовки от давления прессования брикетов ТБО разных влажностей на гидравлическом прессе ППГ-12: 1 — линейная деформация; 2 — стадия пластической необратимой деформации; 3 — стадия упругой деформации; 4 — стадия текучести (расползания)**

Отверждение связующего вещества, особенно во внутренних слоях брикета на границах 1—2, 2—3 стадиях прессования, может быть задержано избытком влаги. Более высокое влагосодержание наружных слоев брикета способствует пластификации частиц ТБО и дает плотные твердые лицевые стороны. Уровень первичного влагосодержания в 20—30 % очень хорош для этих целей. Такое высокое влагосодержание в наружных слоях имеет и другое преимущество — оно задерживает отверждение связующего в наружных слоях и предотвращает, таким образом, проблему преждевременного отверждения. Однако более высокое содержание влаги в брикете приводит к более низкой плотности брикета во внутреннем слое, более низкой прочности, возможности вздутий и расслоений. Время смыкания слоев брикета, различное содержание влаги и ее распределение в брикете имеют большое значение для распределения плотности по толщине профиля готового брикета, а также для физических и механических его свойств. Если компоненты ТБО уплотняются легко, может появиться необходимость снизить содержание связующего компонента в брикете.

Можно назвать следующие преимущества низкого влагосодержания брикета: отсутствие прилипания к стенкам матрицы и более однородное распределение плотности по толщине брикета. Недостатки: трудности с показателем липкости связующего [4].

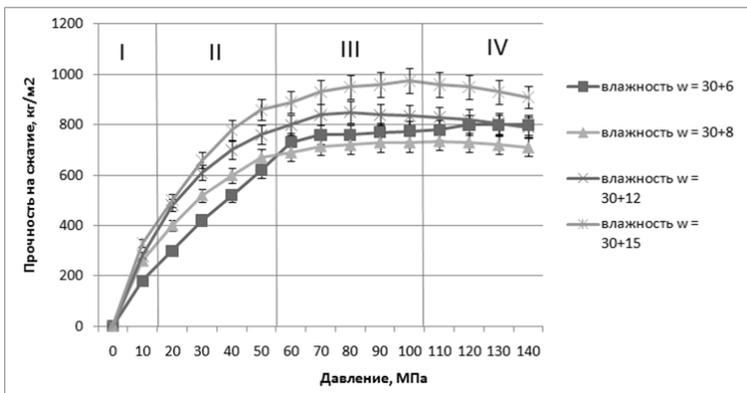
Трудно определить оптимальные условия для содержания влаги в брикете и ее распределения (рис. 2) в последующий период

производства. Если учитывать содержание влаги только во время прессования, то оптимальным является 10—12%. Однако лучшие показатели в эксперименте достигается при 6,5—7%. Проблема недостаточного влагосодержания в брикете преодолевается изменением состава связующего. Более высокое влагосодержание в брикете может потребовать продолжительности прессования, хотя достоинства связующего позволяют преодолеть ряд других трудностей.

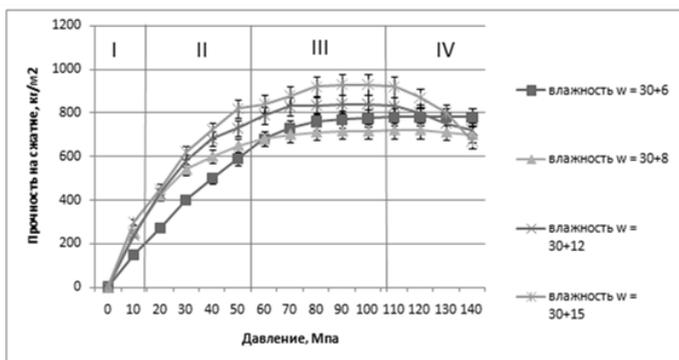


**Рисунок 2. Схема проникновения жидкости в ТБО при брикетировании:  $P_0$  — давление пуансона на первую порцию ТБО;  $P_1$  — давление на жидкость;  $P_2$  — давление, оказываемое на вторую порцию ТБО;  $P_3$  — давление на стенки пресс камеры;  $P'_2$  — давление на жидкость первой порции ТБО;  $H_2$  — высота прессующей камеры;  $l_1$  — длина прессующей камеры;  $l_2$  — длина жидкости;  $dl$  — глубина проникновения жидкости в ТБО**

В результате лабораторных экспериментов были получены зависимости прочности брикета от расхода связующего, которые приведены на рис. 3 и 4. С целью проверки повторяемости полученных данных изготавливалось по семь брикетов на каждую экспериментальную точку. Значения прочности брикетов сходились в пределах 3% для экспериментов с большинством связующих; исключением являлась глина, — при расходах 5 и 10% расхождение между дублями составляло около 5% (60—80 МПа).



**Рисунок 3. Зависимость плотности прессовки от давления прессования брикетов ТБО на гидравлическом прессе ППГ-12 с разным процентом содержанием связующего (нефтебитум): 1 — линейная деформация; 2 — стадия пластической необратимой деформации; 3 — стадия упругой деформации; 4 — стадия текучести (расползания)**



**Рисунок 4. Зависимость плотности прессовки от давления прессования брикетов ТБО на гидравлическом прессе ППГ-12 с разным процентным содержанием связующего (пескобетонная смесь): 1 — линейная деформация; 2 — стадия пластической необратимой деформации; 3 — стадия упругой деформации; 4 — стадия текучести (расползания)**

Прослеживается общая тенденция для всех связующих: с увеличением расхода связующего прочность брикета растет по экспоненте до определенного максимума. Вероятно, что дальнейшее увеличение расхода связующего нецелесообразно, так как не дает существенного прироста прочности, а еще большее увеличение расхода, вероятно, приведет к снижению прочности из-за проявления пластифицирующих свойств связующего. В связи с этим, целесообразно выбирать оптимальный расход связующего, руководствуясь необходимой и достаточной прочностью брикета и экономическими затратами на его изготовление.

Критерием оценки служила, по-прежнему, прочность полученных брикетов. Давление прессования варьировалось в диапазоне 10—120 МПа.

Полученная зависимость прочности брикета от давления прессования проиллюстрирована на рис. 3 и 4. В рассмотренном диапазоне давления прессования, прочность брикета растет, выходя на экспоненту, с увеличением давления прессования, что, по всей видимости, и является оптимумом, так как дальнейшее увеличение давления прессования не даст существенного прироста прочности.

### **Список литературы:**

1. Бувеч Ю.А. «Структурно-механические свойства и фильтрация в упругом трещиновато-пористом материале» // ИФЖ, — 1984, — Т. 46, — № 4, — с. 593—600.
2. Гонопольский А.М., Ермакова Л.С. «Исследование физико-механических характеристик ТБО при их компактировании безобвязочным методом в крупногабаритные блоки»; Химическое и нефтегазовое машиностроение 2/2012, — с. 34—36.
3. Гонопольский А.М., Ермакова Л.С., Патрикеев И.А. «Брикетиrowание твердых бытовых отходов с применением связующего компонента», materiály mezinárodní vědecko — praktická konference «věda a technologie: krok do budoucnosti — 2014» — с. 36—38.
4. Дерягин Б.В., Кротова Н.А., Смилга В.П. «Адгезия твердых тел» М.: Наука, 1973. — с. 280.
5. Дорняк О.Р. «Моделирование реологического поведения древесины в процессах прессования» // Инженерно-физический журнал, — 2003, — Т. 76, — № 3, — с. 150—155.
6. Нигматулин Р.И. «Основы механики гетерогенных сред» М.: Наука, 1978. — с. 336.

**ВИДОВОЙ СОСТАВ, ПЛОТНОСТЬ  
И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА  
В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИМОРСКОГО  
ОКЕАНАРИУМА**

*Касьян Валентина Вадимовна*

*канд. биол. наук, Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского  
Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [valentina-k@yandex.ru](mailto:valentina-k@yandex.ru)*

**SPECIES COMPOSITION, DENSITY AND DISTRIDUTION  
OF ZOOPLANKTON IN THE WATER  
WHERE THE CONSTRUCTION  
OF PRIMORSKY OCEANARIUM**

*Kas'yan Valentina*

*cand. boil. sciences A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology  
of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of sciences,  
Russia, Vladivostok*

**АННОТАЦИЯ**

Обнаружены и идентифицированы 14 таксономических групп зоопланктона. Наиболее многочисленными и широко распространенными были Copepoda, Cladocera и личинки Polychaeta. Наибольшая плотность зоопланктона (до 10209 экз./м<sup>3</sup>) была отмечена на станциях удаленных от берега, а наименьшая (до 3585 экз./м<sup>3</sup>) — в районе, где сказывается влияние загрязненных вод бухты Золотой Рог. Обнаружено 18 видов веслоногих ракообразных (Copepoda). Наиболее представительным был род *Oithona* — 3 вида, роды *Acartia* и *Labidocera* по — 2 вида, остальные роды — не более 1 вида. Формирование «тепловодного» видового состава зоопланктона обусловлено проникновением тёплых водных масс Уссурийского залива, а присутствие океанических видов указывает на подток холодных и солёных вод Японского моря.

**ABSTRACT**

Zooplankton of 14 taxa were found and identified. Copepoda, Cladocera and larvae Polychaeta were the most numerous and widely distributed. The highest density of zooplankton (up to 10209 indiv./m<sup>3</sup>) was observed offshore water; in the area where the influence of the polluted waters of the Golden Horn Inlet (st. 48), the zooplankton density was least

(up to 3585 indiv./м<sup>3</sup>). Copepoda of 18 species were found. Numerous species of the genus *Oithona* (3 species) were dominated, genus *Acartia* and *Labidocera* — up to 2 species, other genus — not more 1 species. The formation of warm water masses Ussurisky Bay was made "warmwater" species composition of zooplankton; the inflow of warm and salty waters of the Sea of Japan were indicated the presence of the oceanic species.

**Ключевые слова:** зоопланктон; состав; плотность; распределение; Владивосток; Японское море.

**Keywords:** zooplankton; composition; density; distribution; Vladivostok; Sea of Japan.

Приморский океанариум, строительство которого ведется во Владивостоке, в северо-восточной части острова Русский, будет, безусловно, уникальным учреждением. Прекрасные экспозиции, интересные и разнообразные экскурсии, образовательные программы для детей и взрослых, выступления морских млекопитающих, возможность непосредственного общения с дельфинами, удобные зоны отдыха, красивая территория с разнообразным ландшафтом, чередой скверов, парков и водопадов, магазины и кафе сделают океанариум излюбленной зоной отдыха и развлечения жителей и гостей Владивостока.

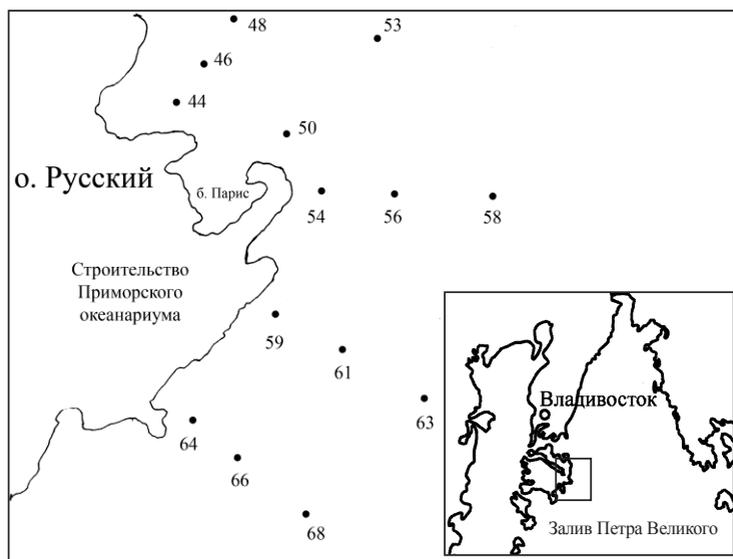
Северо-восточная часть острова Русский находится в районе, соединяющий Уссурийский и Амурский заливы. Основная особенность данного района — поверхностные и подповерхностные горизонты заполнены трансформированными водными массами Амурского залива, а нижние горизонты — водными массами Уссурийского залива, которые встречаются с более холодными и солёными водами Японского моря, температура которых меньше 5°C, а солёность больше 33,9 ‰, а также этот участок подвергается антропогенному воздействию, то есть очень уязвим.

Цель настоящей работы — изучение таксономического состава и особенностей распределения зоопланктона в акватории прилегающей к северо-восточной части острова Русский.

#### **Материал и методика**

Планктонные пробы были собраны с борта НИС «Профессор Насонов» 2—4 октября 2009 г. на 14 станциях (рис. 1). Орудием сбора служила сеть “Джеди” (площадь входного отверстия 0,1 м<sup>2</sup> и фильтрующее сито с ячейей 168 мкм). Пробы фиксировали 4 % раствором формальдегида. Всего было собрано и обработано 14 планктонных проб. При камеральной обработке Copepoda

и Cladocera определяли, по возможности, до вида, остальные группы зоопланктона — до более крупных таксонов. Количественный подсчет проводили в соответствии со стандартными гидробиологическими методиками.

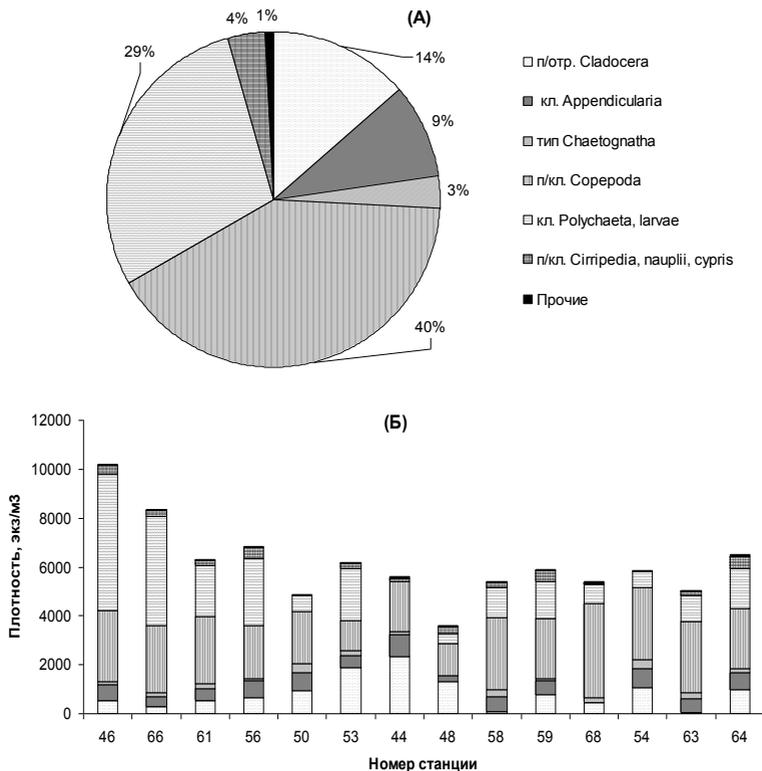


**Рисунок 1. Схема расположения станций сбора планктонных проб. Цифры — номера станций**

### Результаты и обсуждение

В исследуемом районе обнаружены представители 7 таксономических групп голопланктона: Copepoda, Cladocera Chaetognatha, Amphipoda, Mysidacea, Appendicularia, Hydrozoa, а также личинки меропланктона — Phoronidea, Polychaeta, Gastropoda, Echinodermata, Decapoda, Bivalvia и Cirripedia. Из них наиболее представительными были веслоногие ракообразные (Copepoda) (их средняя доля составила 40,6 % от общей плотности). Доминировали личинки полихет - Polychaeta (их средняя доля составила 28,9 % от общей плотности). На долю ветвистоусых ракообразных — Cladocera (*Podon leuckarti*, *Evadne nordmanni*, *Pseudevadne tergestina*, *Penilia avirostris*) приходилось в среднем 13,7 % от общей плотности. Несколько меньший вклад вносили аппендикулярии — Appendicularia (их средняя доля составила 9,2 % от общей плотности), щетинкочелюстные — Chaetognatha (3,1 %

от общей плотности) и личинки *Cirripedia* (в среднем 3,7 %). На долю остальных групп зоопланктона приходилось в среднем менее 3 % от общей плотности (рис. 2А).



**Рисунок 2. Изменение доли (А) и плотности (Б) таксономических групп зоопланктона**

Плотность зоопланктона находилась в пределах от 3585 (ст. 48) до 10209 экз./м<sup>3</sup> (ст. 46). Наибольшие значения плотности (6330—10209 экз./м<sup>3</sup>) зоопланктона были отмечены на станциях несколько удаленных от берега (ст. 46, 56, 61 и 66), а наименьшее (3585 экз./м<sup>3</sup>) — в районе ст. 48, где сказывается влияние загрязненных вод бухты Золотой Рог (рис. 2Б). Cladocera (*Podon leuckarti*, *Evadne nordmanni*), Hydrozoa, Chaetognatha и Decapoda были обнаружены во всех пробах. Очень часто встречались Appendicularia, Polychaeta,

Cirripedia, Mysidacea, Phoronidea, Echinodermata и Gastropoda (соответственно в 93, 92, 86, 79, 78, 77 и 71 % проб), остальные группы зоопланктона встречались в 35% проб и менее. Amphipoda были обнаружены только в районе ст. 44, 53, 61, 66 и 68, а Bivalvia — ст. 58, 61 и 63 (соответственно в среднем 0,4 и 1,8 экз./м<sup>3</sup>). Тропическо-субтропический вид ветвистоусых ракообразных — *Penilia avirostris* был отмечен только в районе ст. 44, 48, 53, 58, 59 и 64 (в среднем 6,9 экз./м<sup>3</sup>). Общее число обнаруженных таксономических групп зоопланктона снижалось с 14 (ст. 61) до 10 (ст. 50, 54, 59 и 64).

В зоопланктоне исследованной акватории обнаружено 18 видов веслоногих ракообразных (Copepoda), относящихся к 14 родам, 11 семействам и 2 отрядам этих животных. Наиболее представительным оказался род *Oithona* — 3 вида, далее следовали роды *Acartia* и *Labidocera* по — 2 вида, остальные роды насчитывали не более 1 вида.

Среди найденных копепод преобладали морские виды — 89 % (эвригалинные — 11 %), а по отношению к биотопу — неретические (48 %). При этом биогеографический состав был крайне разнообразен — обнаруженные виды относились к 8 биогеографическим подразделениям, а преобладали тропическо-субтропические виды (58 %). Это соотношение справедливо для фауны исследуемого района в летнее — осенний период, где тепловодные виды преобладают над холодноводными.

Сложившаяся система течений постоянно вносит в пролив Босфор Восточный распреснённые и малосолёные водные массы из бухты Золотой Рог. Такое влияние было отмечено в районе бухты Парис (ст. 44, 46, 48 и 50), где плотность эвригалинного вида копепод *Pseudodiaptomus marinus* достигала 50 экз./м<sup>3</sup>, а в других районах не превышала 26 экз./м<sup>3</sup>. Отчетливую картину преобладания тепловодного вида копепод *Paracalanus parvus* (более 3000 экз./м<sup>3</sup>) можно наблюдать на всех станциях исследуемой акватории. Присутствие океанических видов (*Neocalanus plumchrus*, *Calanus pacificus pacificus* и *Metridia pacifica*) отмечается в основном на удаленных от побережья станциях (ст. 50, 56, 58, 63 и 68).

Таким образом, учитывая биогеографическую принадлежность доминирующих и чаще других встречающихся видов, зоопланктон акватории прилегающей к северо-восточной части острова Русский имеет «тепловодный» характер. Из 19 таксономических групп зоопланктона, отмеченных ранее на акватории Амурского и Уссурийского заливов [2; 3; 1], нам удалось обнаружить большую его часть — 14. Такое формирование видового состава и плотности зоопланктона неотъемлемо связано со сложившейся системой течений

исследуемой акватории, где наличие неритических тепловодных видов обусловлено проникновением поверхностных слоев тёплых водных масс Уссурийского залива, в то время как присутствие океанических холодноводных видов указывает на подток холодных и солёных вод Японского моря. Следует подчеркнуть, что для планктона отмечена довольно строгая приуроченность видов к конкретным модификациям вод.

### **Список литературы:**

1. Долганова Н.Т. Зимний планктон Российских вод Японского моря // Известия ТИНРО. — 2013. — Т. 172. — С. 161—180.
2. Касьян В.В., Чавтур В.Г. Распределение и сезонная динамика зоопланктона в Амурском заливе Японского моря. 1. Веслоногие ракообразные // Известия ТИНРО. — 2006. — Т. 144. — С. 312—330.
3. Надточий В.В. Сезонная динамика планктона Амурского залива // Известия ТИНРО. — 2012. — Т. 169. — С. 147—161.

## **ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ ВОДЫ БАЛТАЧЕВСКОГО РАЙОНА ДЕРЕВНИ КУНТУГУШЕВО**

***Лыгин Сергей Александрович***

*канд. хим. наук, доцент Бирского филиала  
Башкирского государственного университета,  
РФ, г. Бирск  
E-mail: [lygins@mail.ru](mailto:lygins@mail.ru)*

***Ахметгалиева Гульназ Альфатовна***

*студент факультета биологии и химии  
Бирского филиала Башкирского государственного университета,  
РФ, г. Бирск*

***Лыгина Раиса Ивановна***

*старший преподаватель факультета биологии и химии  
Бирского филиала Башкирского государственного университета,  
РФ, г. Бирск*

# WATER HARDNESS IN NATURAL AND OF ARTIFICIAL WATER SOURCE BALTACHEVSKOGO DISTRICT VILLAGE KUNTUGUSHEVO

***Sergei Lygin***

*candidate of chemistry, associate professor  
Birsk branch of the Bashkir State University,  
Russia, Birsk*

***Gulnaz Akhmetgalieva***

*student of biology and chemistry  
Birsk branch of the Bashkir State University,  
Russia, Birsk*

***Raisa Lygina***

*senior Lecturer, Department of Biology and Chemistry  
Birsk branch of Bashkir State University,  
Russia, Birsk*

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается вопрос определения жесткости воды как искусственных, так и естественных источников. Установлено, что из 6 источников пригодны для употребления воды только 3, в остальных вода очень жесткая и необходима ее обработка.

В целом можно характеризовать воду источников как экологически пригодную для потребления населением.

## ABSTRACT

The question of determination of water hardness of artificial and natural sources is considered in this article. Found that from 6 sources for the use three are suitable only 3, in the others water very hard and it is necessary to treatment.

In general, water sources can be characterized as environmentally are suitable for human consumption.

**Ключевые слова:** источник воды; естественный; искусственный; жесткость; ПДК; экология.

**Keywords:** water source; natural; artificial; rigidity; MPC; ecology.

В связи с тем, что вода является хорошим растворителем можно предполагать, что в природе совершенно чистой воды нет, хотя бы потому что она растворяет на своем пути многие соединения и вещества,

становясь растворителем многих веществ, и образуя смесь растворенных веществ в нем. Она содержит многие ионы, в частности ионы кальция и магния, обуславливающие жесткость воды. Причем чем больше ионов кальция и магния, тем жестче вода.

В таблице 1 приведены основные катионы металлов и главные анионы, с которыми, реагируя, они образуют соответствующие соединения, обуславливающие общую жесткость воды.

**Таблица 1.**

**Катионы, анионы и соединения,  
обуславливающие жесткость воды**

Катионы	Анионы	Соединения
Кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Гидрокарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ )	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
Магний ( $\text{Mg}^{2+}$ )	Сульфат ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	$\text{MgSO}_4$
Стронций ( $\text{Sr}^{2+}$ )	Хлорид ( $\text{Cl}^-$ )	$\text{SrCl}_2$
Железо ( $\text{Fe}^{2+}$ )	Нитрат ( $\text{NO}_3^-$ )	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
Марганец ( $\text{Mn}^{2+}$ )	Силикат ( $\text{SiO}_3^{2-}$ )	$\text{MnSiO}_3$

Различают два вида жесткости воды: *постоянную и временную*. Под постоянной жесткостью воды подразумевается то, что эту жесткость невозможно устранить, а можно только умягчить. А временная жесткость — это жесткость, которую можно устранить.

Временную жесткость воды называют карбонатной, так как при устранении карбонат ионы после взаимодействия с катионами магния и кальция дают осадок не растворимый в воде (например  $\text{CaCO}_3$  — карбонат кальция). Показатель pH временной жесткости не должен превышать значение 8,3.

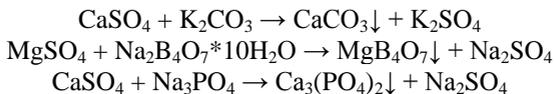
Постоянная жесткость (или же некарбонатная) — обусловленная концентрацией в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот.

Жесткость воды можно устранить несколькими способами.

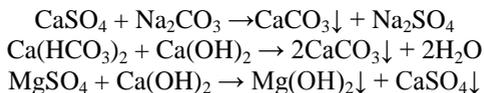
Временную жесткость — простым кипячением. При этом карбонаты и гидрокарбонаты кальция и магния выпадают в осадок;



Для того чтобы устранить ионы кальция и магния можно использовать буру, поташ, фосфат натрия и другие химические соединения:



Некарбонатную — можно умягчить. Например, обрабатывая воду гашеной известью или содой. Она не устраняется кипячением, так как такая жесткость не дает осадка, и не испаряется при кипячении.



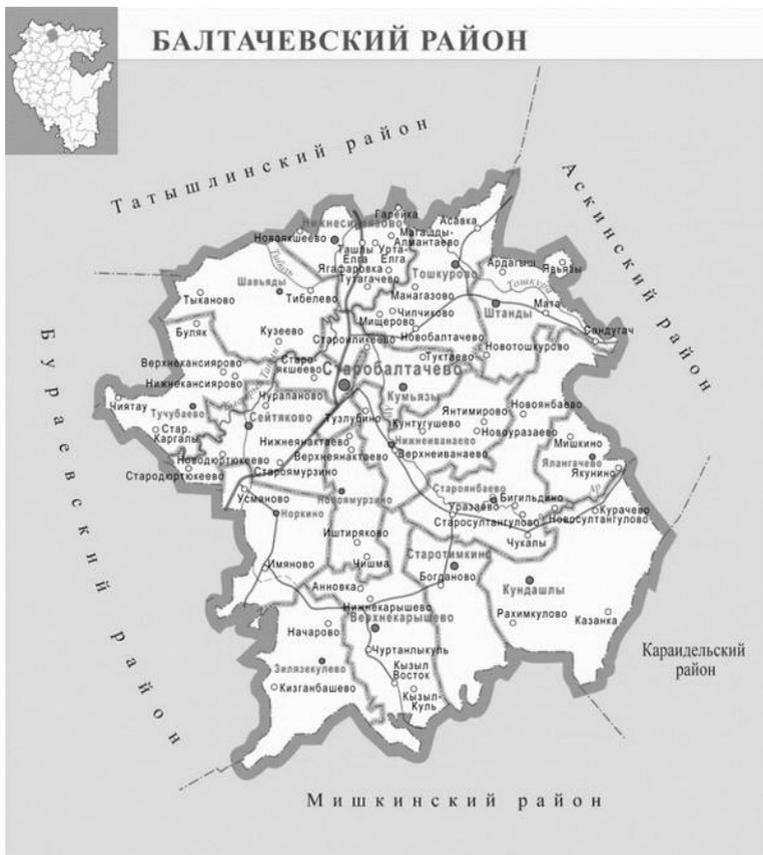
Сумму временной и постоянной жесткости называют общей жесткостью воды. Показатель жесткости воды не постоянен. Жесткость меняется со временем, после весенних приливов и отливов и т. д., так как вода, смывая минеральные вещества, меняет свой состав, так же меняется количество катионов кальция и магния. Поэтому в разных источниках значение жесткости воды не может быть одинаковым.

Различают естественные и искусственные источники воды.

Искусственный источник воды — это источник воды, который создал человек. К нему относятся колодцы, скважины, пруды, водохранилища.

Естественный источник воды — это источник воды, в появлении которого нет вмешательства человека (природой созданные источники: родники, реки, озера и т. д.).

На территории Балтачского района деревни Кунтугушево можно найти и искусственные, и естественные источники воды рис. 1.



**Рисунок 1. Карта Балтачевского района**

В этой деревне множество родников, река, пруд и множество скважин, которые люди бурили у себя во дворе, чтобы не ходить далеко за водой, которая пригодна и в хозяйстве, и для питья. В деревне Кунтугушево есть источники воды, у которых жесткость превышает ПДК, и наоборот, соответствует нормам жесткости воды. Например, исследовав 6 источников, можно утверждать, что три источника пригодны для питья, а три — нет. Так как источники, которые не пригодны для питья, превышают нормы ПДК.

На (рис. 2) приведены результаты исследования воды в естественных и искусственных источниках, где ПДК 1 — нижний предел и ПДК 2 — верхний предел жесткости воды.



***Рисунок 2. Жесткость воды***

Из рисунка видно, что жесткость воды очень отличается в разных источниках. Например, в первом источнике вода с жесткостью 9,7, а в шестом — 13,5. Только вода из источников 2, 3 и 4 пригодна для употребления. А воду остальных источников нельзя потреблять в «сыром» виде. Для питья они годятся только после кипячения.

5 и 6 источники — это скважины (искусственные источники). Их глубина составляет: 5-го — 25,5 метров, а 6-го — 12 метров.

Известно, что чем глубже вода омывает почву, тем она жестче. Это обусловлено тем, что с омыванием подземной почвы, в воду попадает больше солей катионов магния и кальция, тем самым ожесточая воду. Это на самом деле так, и мы видим из рис. 2. Источники расположены на территории серой лесной почвы. Источник под номером 5 пробурен до 25,5 метров, и жесткость воды в нем наивысшая. А источник под номером 6 — глубина 12 метров, в нем жесткость воды меньше, чем в источнике под номером 5, но больше чем у остальных источников. Таким образом, можно сделать вывод, что жесткость подземных вод выше, чем жесткость вод на поверхности земли.

Таблица 2 наглядно иллюстрирует гораздо более «жесткий» подход к проблеме жесткости воды.

Таблица 2.

## Значения жесткости воды

Жесткость воды в мг-экв	Справочник по Гидрохимии/10/	Водоподготовка/9/	Германия DIN 19643	USEPA
0—1,5	Мягкая (0—4 мг-экв)	Очень мягкая (0—1,5 мг-экв)	Мягкая (0—1,6 мг-экв)	Мягкая (0—1,5 мг-экв)
1,5—1,6			Мягкая (1,5—3 мг-экв)	Умеренно Жесткая (1,5—3 мг-экв)
1,6—2,4		Средней жесткости (1,6—2,4 мг-экв)		
2,4—3,0		Достаточно жесткая (2,4—3,6 мг-экв)		
3,0—3,6		Умеренно жесткая (3—6 мг-экв)	Жесткая (3,6—6 мг-экв)	Жесткая (3—6 мг-экв)
3,6—4,0				
4,0—6,0	Средней жесткости (4—8 мг-экв)	Жесткая (6—9 мг-экв)	Очень жесткая (>6 мг-экв)	Очень жесткая (>6 мг-экв)
6,0—8,0				
8,0—9,0	Жесткая (8—12 мг-экв)	Очень жесткая (>12 мг-экв)	Очень жесткая (>6 мг-экв)	Очень жесткая (>6 мг-экв)
9,0—12,0				
>12,0	Очень жесткая (>12 мг-экв)			

Из таблицы видно, что различные источники информации и ГОСТы по-разному подходят к оценке жесткости воды.

Жесткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период половодья, когда обильно разбавляется мягкой дождевой и талой водой. Морская и океаническая вода имеют очень высокую жесткость (десятки и сотни мг-экв/дм<sup>3</sup>).

Жесткая вода разрушает металл, образуя при кипячении и в трубах отопительной системы накипь. Она пагубно влияет и на растения, а также организм человека. Так как корни находятся непосредственно в рабочем растворе, вода является очень важным фактором для гидропонного выращивания растений. Следовательно, для успешного роста и развития растений, обязательно необходимо контролировать жесткость воды.

Вода, может оказывать пагубное влияние и на организм человека, так как является жизненно необходимым продуктом и веществом

для живого организма. Так, например, кожа человека при действии на нее жесткой воды преждевременно стареет. И соли, обуславливающие жесткость воды, при взаимодействии с моющими средствами, образуют некие «осадки» в виде пены, которые после высыхания образуют микроскопическую корочку на коже человека и волосах, которые разрушают естественную жировую пленку, защищающую нормальную кожу от старения и неблагоприятных климатических воздействий — все это забивает поры, вызывая сухость, шелушение и перхоть, в результате чего кожа не только рано стареет, но и становится аллергенной и чувствительной к раздражению.

Органы пищеварения подвергаются отрицательному действию в результате действия на них жесткой воды, соли которой, соединяясь с белками животного происхождения в нашей пище, оседают на стенки пищевода, желудка, кишечника тем самым мешают перистальтике, вызывают дисбактериоз, нарушают работу ферментов, отравляя организм — в связи, с чем употребление воды с повышенной жесткостью приводит к снижению моторики желудка и накоплению солей в организме. Повышенное содержание ионов кальция и магния в воде пагубно влияют на сердечно-сосудистую систему, так как ионы  $\text{Ca}^{2+}$  контролируют ритм сердца и они необходимы для сокращения и релаксации, в том числе и сердечной мышцы.

Такие заболевания суставов как артрит и полиартрит вызываются постоянным употреблением внутрь воды с повышенной жесткостью, в результате чего попадающие с ней соли и ядовитые кристаллы образуют неорганические соединения, которые заменяют синовиальную жидкость (смазка) в местах подвижности костного скелета, что вызывает у человека болезненные ощущения.

Существует мнение, что жесткость воды приводит к образованию камней в почках и желчных путях, однако камни в почках образуются из-за недостатка кальция в пище. Было доказано, что почечные камни и костяные шпоры состоят, в том числе из ионов кальция, выщелачиваемого из костей для нейтрализации кислотности жидких сред организма. С другой стороны, ион  $\text{Mg}^{+2}$  является антагонистом иона  $\text{Ca}^{+2}$  в обменных процессах. При избытке ионов  $\text{Mg}^{+2}$  увеличивается выведение ионов  $\text{Ca}^{+2}$  из организма, то есть ион  $\text{Mg}^{+2}$  начинает вытеснять ион  $\text{Ca}^{+2}$  из тканей и костей, что ведёт к нарушению нормального костеобразования [1].

Таким образом, жесткость воды — это особое состояние воды. Она влияет на растения и на живой организм. Но и без жесткости воды нельзя. Так как нельзя употребить чистой воду, которая имеет в составе только водород и кислород. Такая вода в принципе не может

существовать, она все равно с каким-нибудь веществом вступит в реакцию.

Кроме того, по результатам исследования можно сделать вывод, что воды искусственных и естественных источников имеют очень отличающиеся значения жесткости, и от того, каковы именно эти значения, можно сказать можно ли ее употреблять для питья, или нельзя, или ее можно использовать для питья только после кипячения. В целом исследованные источники воды находятся в экологически чистой зоне и их вода пригодна для использования.

### **Список литературы:**

1. Жесткость воды и влияние ее на живые организмы. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.nauchforum.ru/ru/node/2444.html> (дата обращения 20.03.2014).

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

***Мережко Ольга Евгеньевна***

*канд. биол. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания  
и техносферной безопасности,  
НОУ ВПО МТИ ВТУ филиал в г. Оренбурге,  
РФ, г. Оренбург  
E-mail: [merejko.olga@yandex.ru](mailto:merejko.olga@yandex.ru)*

## **STUDY OF THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON PLANT COMMUNITIES ON THE TERRITORY OF THE ORENBURG OIL AND GAS FIELDS**

***Merezhko Olga***

*associate Professor of technology of food products  
and technosphere safety, NOU VPO MIT WUT branch,  
Russia, Orenburg*

## АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено воздействие атмосферных токсикантов, которые наносят большой ущерб сельскому хозяйству и вызывают устойчивые сдвиги в природных экосистемах.

## ABSTRACT

The article devoted to the influence of atmospheric toxicants that cause big damage to the agriculture and cause permanent shifts in natural ecosystems.

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферы; Оренбургское месторождение; диоксид азота; сернистый ангидрид; сероводород.

**Keywords:** air pollution; Orenburg field; nitrogen dioxide; sulphur anhydride; hydrogen sulphide.

Бурное развитие промышленности поставило перед человечеством важнейшую проблему защиты окружающей среды. Загрязнение атмосферы, водоемов и почвы твердыми, жидкими и газообразными отходами достигло угрожающих размеров, происходит истощение природных ресурсов, в первую очередь полезных ископаемых и запасов пресной воды. Дальнейшее ухудшение состояния экологических систем может привести к необратимым процессам и, как следствие, к экологическому кризису, т. е. такому состоянию окружающей среды, при котором она станет непригодной для жизни человека. В связи с этим особую важность приобретают прогноз возможных изменений экологических систем под влиянием естественных и антропогенных факторов, их оценка, разработка и реализация мероприятий, направленных на снижение или полное исключение загрязнения окружающей среды.

Воздействие атмосферных токсикантов наносит большой ущерб сельскому хозяйству и вызывает устойчивые сдвиги в природных экосистемах. Таким образом, исследование влияния загрязнения воздуха на растительность может послужить важной основой для разработки профилактических мероприятий на основе контроля загрязнения воздуха.

Для таких исследований нужна характеристика загрязнения воздуха, основанная на оценке действия загрязнителей на растительные сообщества. Необходимо также в соответствии с экономическими и экологическими показателями оценить воздействие загрязнителей на выбранные для исследования виды растений.

Для установления соответствующих мер контроля и защиты биологических объектов, а также для объяснения случаев, где уже имеется повреждение растений, особо важное значение приобретает

выяснение причин повреждения. Для этой цели необходимо проводить исследования вблизи источника загрязнения.

Поэтому целью нашей работы является: изучение влияния загрязнения воздуха на растительные сообщества на территории Оренбургских нефтегазовых месторождений.

В задачи исследования входило:

1. Изучение общего жизненного состояния растительных сообществ на прилегающей к Оренбургскому нефтегазоконденсатному месторождению (ОНГКМ) территории;

2. Определение содержания примесей серы и азота в пробах воздуха;

3. Оценка влияния газовой промышленности на растительные сообщества;

4. Сравнительная оценка влияния газовой промышленности на растительные сообщества на территории Оренбургского месторождения и месторождения Красногвардейского района;

5. Разработка общих рекомендаций в порядке осуществления производственного экологического контроля.

В ходе работы нами были проведены исследования состояния качества воздуха и общего жизненного состояния растительных сообществ на территории трех районов Оренбургской области: Красногвардейском, Оренбургском и Беляевском, входящих в состав Оренбургского нефтегазового комплекса, в 6 контрольных точках.

Изучение общего жизненного состояния растительных сообществ в Беляевском и Оренбургском районах проводилось с целью сравнения состояния фитоценозов в Красногвардейском районе. В виду того, что в Красногвардейском районе идет разработка нефтегазового месторождения мы в своей работе хотели проследить зависимость состояния фитоценозов от степени развитости нефтегазовой промышленности, которая отсутствует в Беляевском районе и, наоборот, хорошо развита в Оренбургском.

Наша работа состояла из четырех этапов: подготовительного, лабораторного, полевого и аналитического. В ходе лабораторных исследований, проходящих в лаборатории охраны окружающей среды Оренбургского газопромышленного управления, было определено количество выбросов примесей серы и азота за 3 года (в соответствии таблицей 1).

*Таблица 1.*

**Количество выбросов в атмосферный воздух  
загрязняющих веществ**

Год	Название загрязняющего вещества	Количество выбрасываемых веществ, т/тонн		
		Красногвардейский район	Оренбургский район	Беляевский район
2011				
	Диоксид азота	1200,4	1505,1	46,0
	Сернистый ангидрид	545,0	355,4	18,8
	Сероводород	4,3	6,6	3,8
2012				
	Диоксид азота	1159,8	1734,7	53,1
	Сернистый ангидрид	538,2	298,8	17,5
	Сероводород	3,8	6,9	3,2
2013				
	Диоксид азота	1278,3	1606,6	49,4
	Сернистый ангидрид	549,3	363,4	18,3
	Сероводород	4,9	6,1	4,3

Выбросы ни в одном из районов исследования не превысили предельно допустимую концентрацию и суммарно составили на территории за 2011 год Красногвардейского района 1749,7 т/тонн, Оренбургского 1867,1 т/тонн, Беляевского 68,6 т/тонн, за 2012 год Красногвардейского района 1701,8 т/тонн, Оренбургского 2040,4 т/тонн, Беляевского 73,8 т/тонн, за 2013 год Красногвардейского района 1832,5 т/тонн, Оренбургского 1976,1 т/тонн, Беляевского 72 т/тонн [1, с. 276].

В ходе работы был проанализирован химический состав атмосферного воздуха и оценена степень влияния загрязнителей на растительные сообщества путем оценки их общего жизненного состояния. Результаты исследования позволяют сделать следующие заключения: атмосферный воздух в Беляевском районе наименее загрязнен (68,6 т/тонн загрязняющих выбросов за 2013 г.), о чем свидетельствует хорошее жизненное состояние деревьев. В Красногвардейском (1749,7 т/тонн) и Оренбургском (1867,1 т/тонн) районах реакция деревьев указала на удовлетворительное состояние среды. На исследуемых площадках последних районов отсутствуют деревья с хорошим ОЖС и 15—20 % составляют с низким ОЖС.

Также мы оценили чистоту атмосферного воздуха при помощи индекса полиотолерантности, проведя лишеноиндикационные исследования (в соответствии с таблицей 2).

**Таблица 2.**

**Концентрации SO<sub>2</sub> в воздухе по индексу полиотолерантности (IP):**

Район исследования	IP	Концентрация диоксида серы, мг/м <sup>3</sup>	Зона
Оренбургский район	7,5	0,08—0,10	Борьбы
Красногвардейский	7	0,08—0,10	Борьбы
Беляевский район	7	0,08—0,10	Борьбы

Местообитание пармелии борозчатой (*Parmelia sulcata*) это естественные, слабо и умеренно измененные биотопы. Зона распространения ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) это сильно антропогенно измененные биотопы. Наличие ксантории в Оренбургском районе говорит о сильно антропогенно измененной среде. В двух других районах исследования он отсутствует. Таким образом, с помощью вида ксантории настенной можно условно выделить наиболее чистые и загрязненные участки территории.

Ухудшаются условия рассеивания выбросов вредных веществ за счет наличия туманных дней. Но учитывая то, что районы Оренбуржья характеризуются частыми суховеями (летом) и метелями (зимой), а также недостатком насыщения воздуха водяным паром можно сделать вывод, что с точки зрения рассеивания вредных веществ в атмосфере климатические условия в районе Оренбургского месторождения в целом благоприятны и это не дает большого процента загрязнения атмосферы.

Характер деятельности в Оренбургском и Красногвардейском районах несколько различен. Нефтегазодобыча в первом районе является наиболее масштабной и по времени воздействия на окружающую среду длительнее (в разработке с 1974 г.). Разработка месторождения в Красногвардейском районе начата относительно недавно (порядка 10 лет назад) и его запасы по сравнению с Оренбургским меньше.

Оренбургский газохимический комплекс является источником загрязнения атмосферного воздуха окружающей территории в значительных объемах. При этом работа предприятия требует уделения повышенного внимания вопросам обеспечения экологической безопасности на Оренбургском газохимическом комплексе (ОГХК).

Действующие в настоящее время мощности, техническое состояние и возраст технологического оборудования, моральный и физический износ существующих средств экологического контроля ставят задачу реконструкции системы производственного экологического мониторинга (ПЭМ) предприятия. Эта задача должна быть решена на современном технологическом уровне, с использованием автоматических средств измерительной техники и информационных технологий распределений обработки данных.

Для успешного решения задач, поставленных перед системой ПЭМ атмосферного воздуха ОГХК, система должна обеспечивать сбор, обработку и распределение среди пользователей информации о состоянии атмосферного воздуха в зоне влияния ОГХК [2, с. 66]. Качество предоставляемой системой выходной мониторинговой информации (бюллетеней, карт и сводок текущей экологической обстановки, справок, рекомендаций по принятию решений, ответов на запросы пользователей и т. п.) определяется, в конечном счете, точностью, полнотой и достоверностью данных об экологической обстановке на контролируемой территории. Эти данные можно подразделить на два класса.

#### **Список литературы:**

1. Города и районы Оренбургской области: Стат. сб. /Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. Оренбург, 2008. — 276 с.
2. Зиновьев В.В., Будзуляк Б.В., Сайфуллин И.Ш., Хованский А.Д., Аксютин О.Е. Разработка системы экологического управления на предприятиях газовой отрасли // Газовая промышленность. — 2008. — № 7. — С. 66—68.

## СЕКЦИЯ 4.

### ХИМИЯ

#### 4.1. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

##### **ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ DRACOCERHALUM ARGUNENSE ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

**Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы**

*канд. хим. наук, PhD, ГНС института прикладной химии,  
доцент кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [syerlan75@yandex.kz](mailto:syerlan75@yandex.kz)*

**Искакова Жанар Бактыбаевна**

*канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник института  
прикладной химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
E-mail: [zhanariskakova@mail.ru](mailto:zhanariskakova@mail.ru)*

**Дудкин Роман Васильевич**

*канд. биол. наук, научный сотрудник  
Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН,  
доцент Дальневосточного федерального университета;  
ведущий научный сотрудник Ботанического сада  
-института ДВО РАН,  
Россия, г. Владивосток  
E-mail: [r\\_doudkin@mail.ru](mailto:r_doudkin@mail.ru)*

**Горовой Петр Григорьевич**

*академик, профессор, лаборатория хемотаксономии  
Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН,  
Россия, г. Владивосток  
E-mail: [petrgorovoy@gmail.com](mailto:petrgorovoy@gmail.com)*

**PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION  
OF DRACOCEPHALUM ARGUNENSE  
FROM FAR EAST**

**Suleimen Yerlan**

*candidate of Chem. Science, PhD, Chief Researcher of the Institute  
of Applied Chemistry of ENU, Associate Professor of Chemistry  
Department of L.N. Gumilev ENU,  
Republic of Kazakstan, Astana*

**Iskakova Zhanar**

*candidate of Chem. Science, Leading Researcher of the Institute of Applied  
Chemistry of ENU,  
Republic of Kazakstan, Astana*

**Doudkin Roman**

*candidate. biol. Sciences, Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,  
Associate Professor of the Far Eastern Federal University, Botanical  
Garden-Institute, Leading staff scientist FEB RAS,  
Russia, Vladivostok*

**Gorovoy Petr**

*academician, Professor, Laboratory of Chemotaxonomy,  
Pacific Institute of Bioorganic Chemistry,  
Russia, Vladivostok*

**Благодарность**

*Авторы выражают благодарность доктору М. Джакоб (Университет Миссиссипи, США) за помощь в исследовании антимикробной активности (грант № AI 27094 NIH, NIAID, Division of AIDS, грант № 58-6408-1-603 USDA Agricultural Research Service Specific Cooperative Agreement). Работа выполнена по гранту Министерство образования и Республики Казахстан по бюджетным программам № 055 «Фундаментальные и прикладные исследования» по теме «Фитохимическое изучение растений Казахстана и Сибири. Создание модифицированных производных на основе моно- и сесквитерпеноидов, флаваноидов и их биоскрининг» и «Создание образцов продукции под брендом «Ароматы степей Казахстана».*

## АННОТАЦИЯ

Получен экстракт *Dracocephalum argunense*. Результаты исследований показали выраженную активность экстракта против *Staphylococcus aureus* — 66 % и устойчивого к метициллину *Staphylococcus aureus* (MRSA) — 100 %, выявилась противогрибковая активность экстракта относительно *C. neoformans*. Исследования цитотоксичной активности показали, что экстракт не является цитотоксичным в отношении рачков *Artemia salina*.

## ABSTRACT

The Extract from of *Dracocephalum argunense* was obtained. The results showed pronounced activity of the extract against *Staphylococcus aureus* — 66 % and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) — 100 %, the antifungal activity of the extract revealed relatively *C. neoformans*. Cytotoxic activity studies have shown that the extract is not cytotoxic against *Artemia salina* crustaceans.

**Ключевые слова:** *Dracocephalum argunense*; Lamiaceae; экстракт; антимикробная активность; цитотоксическая активность; *Artemia salina*.

**Keywords:** *Dracocephalum argunense*; Lamiaceae; extract; antimicrobial activity; cytotoxic activity; *Artemia salina*.

Целью работы явилось фитохимическое изучение растения *Dracocephalum argunense* Fischer ex Link.

*Dracocephalum argunense* Fischer ex Link (змееголовник аргунский) — травянистое растение семейства *Lamiaceae*, произрастающее на Дальнем Востоке России, в Японии, Китае, полуострове Корея. Растет на галечниках морского берега и по сухим каменистым склонам [2].

Ранее нами было изучено анатомическое строение данного растения [1].

Целевой продукт — экстракт растения *Dracocephalum argunense* — получен из надземной части этого растения методом хлороформной экстракции и представляет собой густую неподвижную массу темно-зеленого цвета с характерным запахом.

Нами разработан способ получения экстракта *Dracocephalum argunense*, обладающий выраженной антибактериальной активностью против штаммов *Staphylococcus aureus* и устойчивого к метициллину *Staphylococcus aureus* (MRSA), проявляющий противогрибковую активность относительно *C. neoformans*, а также не являющийся токсичным при концентрации 2,5 мг/мл.

Получение экстракта *Dracocephalum argunense*.

Растение было собрано в Приморском Крае, Лазовском районе, на сухом лугу близ устья реки Киевка 26 июля 2012 года. Гербарный код: 103589.

Сухое и измельченное сырье (900 г) помещали в колбу для экстракции, заливали хлороформом до появления «зеркала» (ровной поверхности жидкости над сырьем), оставляли для экстрагирования на сутки. Полученный экстракт отфильтровывали в предварительно взвешенную круглодонную колбу, упаривали досуха на роторном испарителе. Экстракцию проводили трижды. Полученный экстракт обработали 70 % спиртом, фильтрат извлекали хлороформом.

Выход составил 0,28 %.

Экстракт испытывали на антимикробную и антигрибковую активность — способность ингибировать рост из 5 бактерий и 5 грибов, патогенных для человека (таблица 1).

**Таблица 1.**

**Лист штаммов микроорганизмов**

<b>Бактерии</b>	<b>Грибы</b>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
Устойчивый к метициллину <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	<i>Candida glabrata</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida krusei</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
<i>Mycobacterium intracellulare</i>	<i>Cryptococcus neoformans</i>

Образец испытывали в первичном скрининге на 50 мкг/мл, процент ингибирования роста (% инг.) рассчитывали по отношению к отрицательному и положительному контролю. Так как экстракт показал активность > 50 %, его направили на вторичный скрининг.

В качестве контроля как противогрибкового препарата использовали амфотерицин В и как антибактериальный препарат — ципрофлоксацин.

Результаты исследований первичного скрининга показали выраженную активность экстракта *Dracocephalum argunense* против *Staphylococcus aureus* (стафилококк золотистый) — 66 % и устойчивого к метициллину *Staphylococcus aureus* (MRSA) — 100 % (таблица 2).

Во вторичном скрининге образцы растворяли в 20 мг/мл и проверяли при 50, 10 и 2 мкг/мл и IC<sub>50</sub>s против всех 10 штаммов микроорганизмов. Образцы растворяли в 2 мг/мл и проводили

испытания на 20, 4, 0.8 мкг/мл и IC<sub>50</sub>s против всех 10 штаммов микроорганизмов.

Результаты исследований вторичного скрининга подтвердили показания первичного скрининга о высокой антибактериальной активности экстракта *Dracocephalum argunense* против *Staphylococcus aureus* (стафилококк золотистый) и устойчивого к метициллину *Staphylococcus aureus* (MRSA), кроме того выявилась противогрибковая активность экстракта относительно *C. neoformans* (Таблица 2).

Таблица 2.

**Результаты исследования антибактериальной и противогрибковой активности (первичный скрининг)**

Наименование образца, препарат сравнения/штамм	<i>C. albicans</i> % Inh.	<i>C. glabrata</i> % Inh.	<i>C. krusei</i> % Inh.	<i>A. fumigatus</i> % Inh.	<i>C. neoformans</i> % Inh.	<i>S. aureus</i> % Inh.	MRS % Inh.	<i>E. coli</i> % Inh.	<i>P. aeruginosa</i> % Inh.	<i>M. Intracellulare</i> % Inh.
Амфотерицин В (New Lot)	100	99	100	99	100	ND	ND	ND	ND	ND
Ципрофлоксацин (New Lot)	ND	ND	ND	ND	ND	89	96	98	97	85
<i>Dracocephalum argunense</i>	0	12	13	5	14	<b>66</b>	<b>100</b>	22	6	0

Таблица 3.

**Результаты исследования антибактериальной и противогрибковой активности (вторичный скрининг)**

Наимен. образца, препарат сравнения/штамм	<i>C. albicans</i> IC <sub>50</sub>	<i>C. glabrata</i> IC <sub>50</sub>	<i>C. krusei</i> IC <sub>50</sub>	<i>A. fumigatus</i> IC <sub>50</sub>	<i>C. neoformans</i> IC <sub>50</sub>	<i>S. aureus</i> IC <sub>50</sub>	MRS IC <sub>50</sub>	<i>E. coli</i> IC <sub>50</sub>	<i>P. aeruginosa</i> IC <sub>50</sub>	<i>M. intracellulare</i> IC <sub>50</sub>
Амфотерицин В (New Lot)	0,103	0,283	0,563	1,430	0,269	ND	ND	ND	ND	ND
Ципрофлоксацин (New Lot)	ND	ND	ND	ND	ND	0,128	0,091	0,003	0,092	0,509
<i>Dracocephalum argunense</i>	-	-	-	-	<b>18,57</b>	<b>40,00</b>	<b>15,42</b>	-	-	-

Проведены исследования цитотоксичной активности экстракта *Dracocephalum argunense* на рачках *Artemia salina*. Готовили образцы экстракта следующих концентраций: 10,0; 5,0 и 2,5 мг/мл (таблицы 4, 5, 6).

**Таблица 4.**

**Цитотоксическая активность экстракта *Dracocephalum argunense* (10,0 мг/мл)**

Парал лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выж. личинок в контроле	% выж. лич. в образце	Смертн ость, А, %	Наличи е нейротоксичности
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	21	0	17	5	0	96	76	20	0
2	24	1	22	6	0				
3	23	1	18	8	0				
Ср	23	1	19	6	0				

**Таблица 5.**

**Цитотоксическая активность экстракта *Dracocephalum argunense* (5,0 мг/мл)**

Парал лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выж. личинок в контроле	% выж. личинок в образце	Смертност ь, А, %	Наличие нейротоксичности
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	21	0	19	4	0	96	91	4,5	0
2	24	1	23	1	0				
3	23	1	18	1	0				
Ср	23	1	20	2	0				

Таблица 6.

**Цитотоксическая активность экстракта  
*Dracocephalum argunense* (2,5 мг/мл)**

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выж. личинок в контроле	% выж. личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	21	0	26	0	0	96	96	0	0
2	24	1	21	0	0				
3	23	1	19	2	0				
Ср	23	1	22	1	0				

В качестве контроля использовали раствор диметилсульфоксида.

Исследования показали, что экстракт *Dracocephalum argunense* не является токсичным при концентрациях 2,5 мг/мл и 5,0 мг/мл, при концентрации 10,0 мг/мл оказывает слаботоксичное действие.

**Список литературы:**

1. Ишмуратова М.Ю., Сүлеймен Е.М., Дудкин Р.В., Горовой П.Г. Анатомическое строение *Dracocephalum argunense* Fisch. ex Link и *Scutellaria regeliana* Nakai из Дальнего Востока / Труды XVIII Международной научно-практической конференции «Естественные и математические науки в современном мире», Россия, г. Новосибирск, 6 мая 2014 г.
2. Пробатова Н.С. Сем. Яснотковые — Lamiaceae // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 7 / Отв. Ред. С.С. Харкевич. СПб.: Наука, 1995. — С. 294—378.

## СЕКЦИЯ 5.

### НАУКИ О ЗЕМЛЕ

#### 5.1. ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

#### СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН ПРОЖИЛКОВАНИЯ РУДНОЙ ЗОНЫ ЧАЙНАЯ, МНОГОВЕРШИННОЕ ЗОЛОТОРУДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (НИЖНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)

*Сластников Виктор Валентинович*

*ведущий геолог, ООО «Нижнеамурская Горная Компания»,  
РФ, г. Хабаровск*

*E-mail: [v\\_slastnikov@mail.ru](mailto:v_slastnikov@mail.ru)*

*Пискунов Владимир Викторович*

*геолог, ООО "РДМ",  
РФ, г. Москва*

#### STRUCTURAL FEATURES AND MODELING OF VEIN ZONES OF TCHAINOYE ORE ZONE, MNV GOLD DEPOSIT (THE LOWER AMUR REGION)

*Slastnikov Viktor*

*leading geologist, NGK LLC,  
Russia, Khabarovsk*

*Piskunov Vladimir*

*geologist, RDM LLC,  
Russia, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

Выполнен анализ трещиноватости на рудной зоне Чайная, м-е Многовершинное. Полученные данные были использованы для построения моделей «слепых» зон прожилкования, вскрытых колонковым бурением. Экстраполяция результатов структурного анализа

замеров с поверхности на данные бурения позволила получить более правдоподобную модель для зон прожилкования по сравнению с прямой увязкой пересечений зон скважинами.

#### ABSTRACT

Strain analysis of veins and cracks was carried out. The object of investigation is ore zone Tchaynaya, a part of Mnogoverchinnoye gold ore deposit. Structural data was used as a basis for making models of “blind” veinlet zones and stockworks, which were crossed by well drilling. These models are supposed to be more probable than ones made upon drill data only.

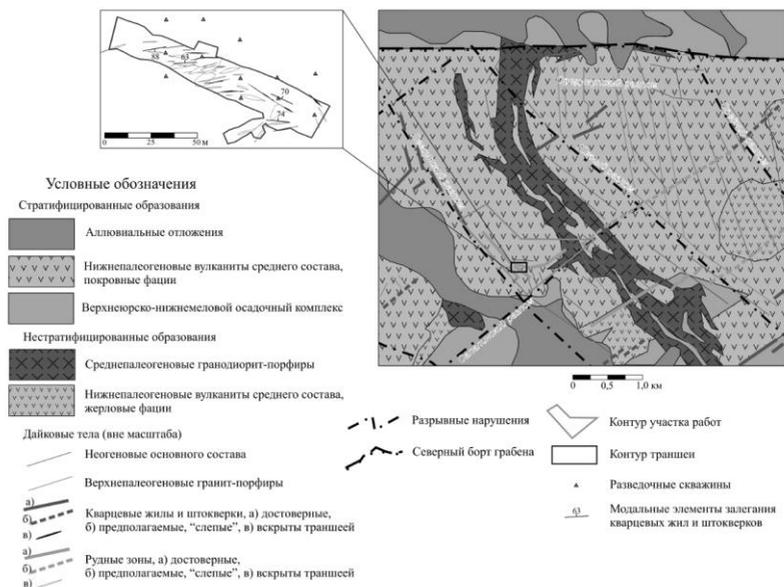
**Ключевые слова:** Многовершинное месторождение; рудная зона Чайная; структурный анализ; стрейн-анализ; моделирование зон прожилкования; колонковое бурение.

**Keywords:** Mnogoverchinnoye ore deposit; Tchaynaya ore zone; strain-analysis; models of veinlets and stockworks; well-drilling.

#### Геологическое строение рудной зоны Чайная

Рудная зона Чайная расположена в пределах лицензионной площади ХАБ 02528 БР, принадлежащей ЗАО «Многовершинное», на западном фланге Многовершинного месторождения золота, на юго-западной оконечности рудной зоны Медвежья. Южными границами зоны является пересечение Салалинского и Левоулского разломов. Полевые работы сезона 2013 года проводились ООО «Нижнеамурская Горная Компания» в центральной части зоны (см. рис. 1) по договору с ЗАО «Многовершинное». Рудная зона представлена кварцевыми и кварц-карбонатными жилами и штокверками. Вмещают их породы палеоценового дорудного вулканогенного комплекса [5, 10]. Ведущую роль в разрезе играют псефитовые туфы и лавовые брекчии андезитового состава. При проведении разведочных работ макроскопически они различались по составу крупных (более 2—5 мм) обломков: в автобрекчиях андезитов они представлены собственно неполнокристаллическими андезитами, а в псефитовых туфах наряду с обломками среднего состава наблюдается до половины пестроокрашенных обломков более кислого состава. В целом толща вулканитов достаточно однородна по гранулометрическому составу. Пелитовые и псаммитовые туфы среднего состава занимают подчиненное положение и залегают в виде линз. Взаимоотношения отдельных слоев туфов и лавовых брекчий достаточно сложны: переходы между ними зачастую постепенные, а размеры отдельных тел — линз и слоев — составляют от метров до первых десятков метров, что косвенно указывает

на возможность того, что при постоянстве гранулометрического состава локальная контаминация пирокластическим материалом более кислого состава, источником которого могли стать разрушенные при извержении участки вулканической постройки, приводит к выделению нескольких фаций одной эффузивной породы андезитового состава. Данная гипотеза будет проверена в ходе последующих работ на площади рудной зоны Чайная.



**Рисунок 1. Схема геологического строения северо-западного фланга Многовершинного рудного поля по [5] и материалам Шевченко В.В., дайковые внемасштабные тела с упрощениями по материалам Шевченко В.В. и группы Хохлова Э.П. (ПГО «Дальгеология») со схемой расположения части объектов работ сезона 2013 г. и модальных элементов залегания кварцевых жил и штоковерков (полевые замеры Слостникова В.В.).**

Толща вулканитов имеет грубослоистое строение: мощность отдельных слоев составляет от первых метров до первых десятков метров. Верхняя часть разреза представлена псефитовыми туфами, нижняя — брекчиевыми лавами. В направлении с запада на восток и с юга на север мощность слоя туфов монотонно уменьшается с более 90 метров до менее

10 метров. Псаммитовые и пелитовые туфы характерны для верхних горизонтов западной части участка. В восточной части участка бурением вскрыт полого падающий на север шток андезитов. Повышение рельефа на участке также наблюдается с юго-запада на северо-восток. Падение контактов отдельных прослоев вулканитов в северных румбах под углами  $20^{\circ}$ — $40^{\circ}$ . В замерах с поверхности распределение трехмодальное с максимумами аз. пад.  $357^{\circ}$  угол  $64^{\circ}$ , аз. пад.  $25^{\circ}$  угол  $70^{\circ}$ , аз. пад.  $29^{\circ}$ , угол  $56^{\circ}$ .

Текстуры пород массивные и неяснополосчатые. Поверхности напластования в прослоях туфов не выражены. Контакты отдельных слоев часто нечеткие, фиксируются по смене состава крупнообломочного материала.

Строение рудной зоны осложнено дайкой пород основного состава мощностью в первые метры. Она ограничивает рудную зону с севера. Дайковое тело разветвленное, от основного крутопадающего тела к югу отходит серия пологопадающих апофиз мощностью от первых метров до десятков сантиметров. Расщепление тела на апофизы наблюдается на западе участка, в месте локального выклинивания дайки и на востоке участка, вблизи штока андезитов. Падение апофиз и пологих частей дайки близко соответствует падению отдельных слоев туфов и лавовых брекчий, наиболее вероятно их внедрение по поверхностям напластования, как ослабленным зонам. Основное дайковое тело на крайнем западе и востоке падает под углами около  $40^{\circ}$ — $60^{\circ}$ , в центральной части участка падение субвертикальное, без апофиз. По [5] дайки основного состава являются пострудными и относятся к неогеновому комплексу малых интрузий, распространенному на всей территории многовершинного рудного поля. Простираение даек преимущественно северо-западное, реже — запад-северо-западное или северо-северо-западное (см. рис. 1).

Таким образом, изучаемый участок линейными размерами 300 x 200 м и с превышением 20 м с высокой вероятностью представляет часть вулканической постройки, жерловая часть которой, где расположен шток андезитов, сложена их брекчиевыми лавами, а краевая часть — туфами, размерность частиц которых имеет тенденцию к уменьшению в центробежном направлении.

### **Структурное положение и строение рудной зоны Чайная**

Рудная зона Чайная расположена в месте пересечения двух крупных разломов: Левоульского и Салалинского. Левоульский разлом имеет северо-западное простираение и пересекает Салалинский практически под прямым углом [5]. Салалинский разлом северо-

восточного простирания сонаправлен с основными рудоконтролирующими разломами Многовершинного месторождения.

На протяжении долгого времени рудная зона Чайная рассматривалась как краевая часть зоны Медвежьей, пространственно связанной с Салалинским разломом. По мнению отдельных авторов, последняя является минимально эродированной рудной зоной Многовершинного месторождения [10].

Рудовмещающие структуры представлены жилами и прожилками кварц-карбонатного и кварцевого состава. Размер таковых варьирует и зачастую рудными являются отдельные тонкие (до первых миллиметров) кварцевые прожилки. Следует отметить, что относительно крупные жильные тела не всегда рудоносны. Таким образом, золотое и серебрянное оруденение является наложенным на относительно крупные монокварцевые жилы.

Рудная зона имеет северо-западное простирание, близкое простиранию Леховского разлома. Простирания отдельных жил в западной части рудной зоны, вскрытой траншеей, преимущественно северо-восточное, а в восточной — меняется на запад-северо-западное. Таково оно для жил и макропрожилков (мощностью более 3 мм). Для микропрожилков (мощностью менее 3 мм) сложно говорить о выдержанности простираний отдельных, весьма извилистых, прожилков, в связи с чем выполнялись замеры элементов залегания прожилковых зон. В плане они имеют близмеридиональное простирание, практически перпендикулярное зонам более мощного прожилкования и отдельным жилам и штокверкам. Косое к простиранию рудной зоны положение последних может быть объяснено их образованием под действием скальвающих напряжений, порожденных движениями по Леховскому или Салалинскому разломам. Подобная модель приводится, в частности, в [7].

Наибольшее распространение в пределах участка имеет трещиноватость пород. В верхней части комплекса вулканитов, вскрытой траншеей, наблюдается видимая обратная корреляция трещиноватости и степени окварцевания пород. В нижележащих слоях она более размыта. Бурением вскрыты отдельные трещины с тектонической глиной. По отношению к общему количеству зон трещиноватости их доля составляет 12 %.

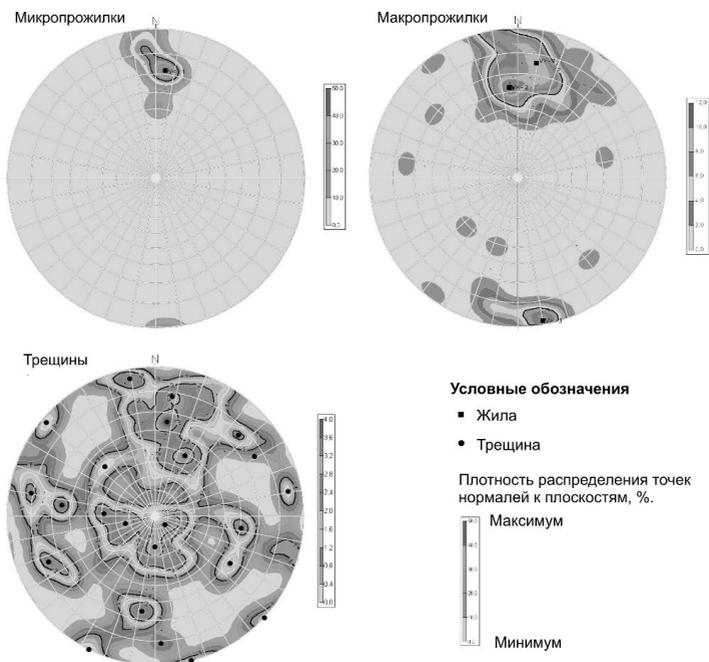
### **Методика работ**

В сезон 2013 года в центральной части р. з. Чайная в рамках договора на проведение геологоразведочных работ с ЗАО «Многовершинное» силами ООО «Нижеамурская Горная Компания» был проведен комплекс разведочных работ, включающих проходку

траншеи и разведочное керновое бурение. Побочным результатом работ стало получение массива замеров элементов залегания жил и трещин. Была поставлена задача статистической обработки этих данных и использования результатов для взаимоувязки вскрытых бурением «слепых» жил и штокверков. При взаимоувязке данных бурения с учетом замеров углов структурных элементов к оси неориентированного керна падения жил и штокверков было получено преимущественно северное, под углами к горизонту около 30—50°, в среднем 45° с тенденцией к выполаживанию с глубиной.

По результатам документации траншеи выделено несколько систем пересекающихся сухих трещин. Статистическая обработка результатов замеров включала вынесение результатов замеров на стереографическую проекцию в программном комплексе RockWorks и построение структурных диаграмм с последующим выделением максимумов плотности вероятности направлений ориентировки трещин (см. рис. 2). Используемая методика является стандартной для стрейн-анализа и исследований в области структурной геологии [1; 3; 9].

Выделение систем сопряженных трещин и построение ориентировки осей эллипсоидов деформаций проведено по методу М.В. Гзовского [2; 10]. Компактность места проведения замеров и его геологическая однородность — более 90 % площади траншеи сложено псефитовыми туфами андезитового состава — позволяют рассматривать его как единый домен [10]. Ввиду компактности полигона проведения замеров и их числа (190 по всем трещинам и жилам) применение других методов стрейн-анализа (таких как анализ скольжения по сколовым поверхностям, статистический метод П.Н. Николаева, кинематический метод О.И. Гущенко и пр., см. [10]) представляется избыточным на данном этапе разведочных работ. Применение их будет оправданно по мере набора базы замеров элементов залегания жил и трещин в других горных выработках.



**Рисунок 2. Диаграммы трещиноватости, совмещенные с точечными трещинными диаграммами пород, вскрытых траншеями на рудной зоне Чайная в сезон 2013 г.**

*Изолинии плотности распределения точек построены в процентах*

### Обсуждение результатов

Проанализированные выше системы трещин образуют две отдельные группы: трещины скола (индекс FR) и трещины отрыва (жилы и прожилки, индекс V). Последние отчасти совпадают с близко направленными трещинами скола. Наибольшее открытие (и, соответственно, мощности жил) имеет система трещин отрыва  $V > -5$ , азимут падения  $25^\circ$ , угол  $70^\circ$ . К ней относятся как кварцевые жилы, так и штокверки. Такие же оценки азимутов и углов падения жил и штокверков были даны по итогам разведочных работ 1979—1986 гг., проведенных коллективом Медвежьей ГРП.

Трещины отрыва, выполненные кварцевыми и карбонат-кварцевыми жилами образуют две системы макропрожилков (мощность более 3 мм) и одну — микропрожилков (мощность до 3 мм) практически точно по простиранию (с точностью  $5\text{—}10^\circ$ ) совпадают

с двумя системами трещин скальвания ( $V>-1$ , FR-2; FR-3). Падение их в северных румбах. Субвертикальные трещины отрыва и скальвания имеют обратное падение, однако близкое (разница менее  $5^\circ$ ) простирание ( $V>-3$ , FR-1). Микропрожилки образуют одну систему, занимающую по ориентации в пространстве положение между системами макропрожилков  $V>-1$  и  $V>-2$  и пересекающуюся с ними под углами  $8^\circ$  и  $10^\circ$  соответственно, при этом система микропрожилков является биссектрисой систем макропрожилков.

*Таблица 1.*

**Элементы залегания систем жил по результатам статистической обработки замеров по траншею**

Система жил	Простирание главной оси растяжения	Азимут падения	Угол падения
$V>-1$ ; $V<-1$	$20^\circ$	$5^\circ$	$74^\circ$
$V>-2$	$10^\circ$ — $20^\circ$	$356^\circ$	$63^\circ$
$V>-3$	$350^\circ$	$170^\circ$	$88^\circ$
$V>>-5$	$350^\circ$	$25^\circ$	$70^\circ$

Трещины отрыва, вмещающие кварцевые жилы соотносятся с тремя выделенными системами трещин как сопряженные трещины отрыва и скальвания (Гончаров и др., 2005). при этом, в двух из них они занимают позицию и трещин отрыва, и одной из трещин скальвания, что прямо свидетельствует о наличии минимум двух стадий образования жил.

*Анализ ориентировки главных осей* всех 13-ти выделенных систем сопряженных трещин показал, что проекция главной оси растяжения на горизонтальную плоскость для 8 систем трещин имеет субмеридиональное направление. Такое оно для всех систем сопряженных трещин и жил и близко совпадает с таковым для дайки пород основного состава, локализованной на севере рудной зоны. Субширотное (3 системы трещин) и северо-восточное (2 системы) направления имеют только системы сухих трещин. Наклон средней оси варьирует в пределах первых десятков градусов. Малая площадь участка работ позволяет связывать образование трещиноватости только с локальными процессами: образованием трещин отрыва и скальвания как результат движений по крупным разломам,

Салалинскому и Левоульскому, пересекающимся в непосредственной близости от рудной зоны Чайная.

**Оценка величины деформации** пород зоны Чайной выполнена по их текстурам и ориентировке крупных пирокластов как неправильной, так и близкой к сферической формы. Текстуры пород на Чайной преимущественно массивные и неяснополосчатые без преимущественной ориентировки осей крупных пирокластов, что свидетельствует о малых деформациях, до 10 % в относительном выражении [10].

Проекция главных осей эллипсоида деформации на горизонтальную плоскость	Проекция плоскостей сопряженных трещин, верхняя полусфера	Наклон к горизонту перпендикулярно оси	Растяжение по отн. к крупным разломам:		
			Средне-ульский	Левоульский	Салалинский
		k1		Острый угол	Тупой угол
		k1	Тупой угол	Тупой угол	Острый угол
		k1		45°	45°



**Рисунок 3. Проекция систем жил и их отношение к соседним крупным разрывным нарушениям**

На основании полученных данных для ряда профилей (шаг 20 м) были построены жильные тела и штокверки. Зона экстраполяции структур, вскрытых траншеей на глубину была выбрана по аналогии с поведением структур на поверхности и соотношением высоты

к длине сместителя как 1:3 [7]. Латерально площадь экстраполяции ограничена площадью траншеи с точностью 3—5 м, на глубину до 20—30 метров от дневной поверхности т. к. протяженность групп зон прожилкования варьирует от 60 до 90 м.

Проведено *сравнение моделей штокерков*, полученных для пологих и крутых углов падения: все штокерки построены между двумя и более скважинами в пределах одного профиля при условии выклинивания его на половине расстояния от пересечения с «пустой» скважиной. Оценка велась по интегральной площади сечения штокерка плоскостью разреза и связности, как возможности построения сечения между двумя и более пересечениями по скважинам или траншее. Интегральная площадь сечений штокерков колеблется в пределах +20 до -50 %, однако для разведанного участка в целом можно констатировать увеличение площади сечений для штокерков кварцевого состава (+14 %) и уменьшение (-25 %) для карбонат-кварцевых. Принимая во внимание то, что сравнение велось для моделей, данная изменчивость может интерпретироваться как незначительная. Связность (пересечение более чем одной скважиной) для маломощных штокерков по модели с крутыми углами падения выше, чем в таковой с пологими. Таким образом, влияние смены подхода в большей мере качественное, нежели количественное.

### **Выводы**

Уточнение результатов увязки зон прожилкования различной интенсивности позволило получить следующие результаты:

1. Падение зон прожилкования для глубин до 20 — 30 метров от дневной поверхности рудной зоны Чайная в общем случае отличается от такового, полученного пересчетом замеров к оси керна с учетом уклона ствола скважины к горизонту в вертикальной плоскости, проведенной через соответствующий отрезок скважины (далее — плоскость бурения). Различие составляет острый угол от 20° до 40°. Это указывает на косое по отношению к плоскости бурения падение зон прожилкования. Учет данного расхождения при задании азимута бурения может быть выполнен путем пересчета углов падения отдельных жил на плоскость, повернутую относительно плоскости бурения на некоторый угол, что требует проведения математического моделирования.

2. Экстраполяция результатов структурного анализа замеров с поверхности на данные бурения позволяет получить более качественную и правдоподобную модель для зон прожилкования по сравнению с прямой увязкой пересечений зон скважинами. При увязке буровых пересечений крупных жил учет результатов

структурного анализа по дневной поверхности позволяет учитывать раздувы и пережимы жил еще на стадии разведочного бурения, до проходки по жиле подземных горных выработок.

Авторы благодарны главному геологу ООО «Нижнеамурская Горная Компания» В.Н. Чеботаревой и д.г.-м.н., профессору СПМИ «Горный» А.В. Козлову за обсуждение статьи и высказанные полезные замечания.

### **Список литературы:**

1. Войтенко В.Н., Худолей А.К. Стрейн-анализ в геотектонических исследованиях. В кн. Проблемы тектонофизики. К 40-летию создания М. В. Гзовским лабораторией тектонофизики в ИФЗ РАН. М.: Изд. ИФЗ РАН, 2008, — с. 9 — 27.
2. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М., «Наука», 1975 — 536 с.
3. Гончаров М.А., Талицкий В.Г., Фролова Н.С. Введение в тектонофизику: Учебное пособие. Отв. Ред. Короновский Н.В. М.: КДУ, 2005 — 496 с., ил.
4. Кирмасов А.Б. Основы структурного анализа. М.: Научный мир, 2011. — 368 с., ил.
5. Константинов М.М., Варгунина Н.П., Косовец Т.Н. и др. Золото-серебряные месторождения. Серия: модели месторождений благородных и цветных металлов. Под ред. Кривцова А.И. М.: ЦНИГРИ, 2000 — 239 с.
6. Кучеренко И.В., Гаврилов Р.Ю. Структурно-динамические режимы образования золото-сульфидно-кварцевой минерализации в Сьюльбанской золоторудной зоне (бассейн среднего течения р. Витим). Ч. 2. Уряхское рудное поле. Известия Томского политехнического университета. — 2012. — Т. 320. — № 1, — с. 19—27.
7. Мишин Н.И., Степина Н.А., Панфилов А.Л. Структурная организация рудных полей. СПб.: Полиграфическая фирма "Автор, Акционер и Ко." 2007 — 232 с., ил.
8. Родыгин А.И. Методы стрейн-анализа: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. — 168 с.
9. Попов Ю.В., Пустовит О.Е. Методика изучения и анализа трещиноватости. Часть 2. Графические методы изображения замеров ориентировки трещин и анализ трещиноватости. Учебно-методическое пособие для бакалавров и магистров по направлению 02300 «Геология». Ростов-на-Дону: ЮФУ. 2009. — 34 с., 11 рис., 2 табл.
10. Фатьянов И.И., Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Скрытая зональность низкосульфидного золото-серебряного оруденения Многовершинного месторождения (Нижнее Приамурье). Горный информационно-аналитический бюллетень. № 6/2010, — с. 127—133.

## 5.2. ОБЩЕСТВЕННАЯ ГЕОГРАФИЯ

### РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА РЕЛЬЕФА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

***Фатнева Елена Алексеевна***

*канд. геогр. наук, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин  
Белгородского университета кооперации, экономики и права,  
РФ, г. Белгород  
E-mail: [fatnevaea@mail.ru](mailto:fatnevaea@mail.ru)*

***Редкокашина Татьяна Сергеевна***

*студент 3 курса факультета экономики и менеджмента  
Белгородского университета кооперации, экономики и права,  
РФ, г. Белгород  
E-mail: [rts@mail.ru](mailto:rts@mail.ru)*

### RECREATIONAL EVALUATION OF RELIEF OF THE BELGOROD REGION

***Elena Fatneeva***

*candidate of Geography, associate professor of the Department of Science,  
Belgorod University of Cooperation, Economy and Law,  
Russia, Belgorod*

***Tatiana Redkokashina***

*student of the 3<sup>rd</sup> year, Faculty of Economics and Management, Belgorod  
University of Cooperation, Economy and Law,  
Russia, Belgorod*

*Статья подготовлена при поддержке гранта РГНФ № 14-12-3100*

#### АННОТАЦИЯ

Проведена оценка туристско-рекреационного потенциала рельефа Белгородской области. Выявлены наиболее рекреационно-привлекательные административные районы и определены перспективные виды туристско-рекреационных занятий.

## ABSTRACT

Evaluation of tourist recreational potential of the Belgorod region's relief has been conducted. The most recreationally attractive administrative districts have been revealed and prospective kinds of tourist recreational activities have been defined.

**Ключевые слова:** рекреационные ресурсы; ландшафт; рельеф; рекреационная оценка; туристско-рекреационный потенциал.

**Keywords:** recreational resources; landscape; relief; recreational evaluation; tourist recreational potential.

При создании туристского кластера необходимо провести туристское районирование и наметить территории, которые особенно привлекательны для туристов. Одним из первых этапов оценки туристско-рекреационного потенциала является изучение природных ресурсов. Для этого необходимо обратить особое внимание на состояние природных ландшафтов (литогенной основы, климатических и гидрологических условий, растительности и животного мира). Так как в туристско-рекреационную деятельность вовлекаются не отдельные компоненты природы, а весь природный комплекс в целом, необходимы и покомпонентная, и интегральная оценка ландшафтов.

Ландшафт является одним из ведущих факторов развития геокомплексов, определяет их особенности и, таким образом, формирует туристскую среду с определенным качеством. Ландшафтные условия территории определяют перспективы развития различных видов туризма и отдыха. В качестве туристских объектов могут использоваться как природные, так и антропогенные ландшафты.

Ведущим компонентом ландшафта, по нашему мнению, является литогенная основа, так как рельеф и слагающие его горные породы влияют на эстетические свойства ландшафтов и на вид рекреационной деятельности. Составляющие рельефа являются природными достопримечательностями. Рельеф определяет возможность развития того или иного вида туризма на данной территории.

Для проведения покомпонентной оценки природно-ресурсного потенциала Белгородской области были использованы данные Росстата, Белгородстата, Департамента природопользования и охраны окружающей среды Белгородской области, а также справочные, фондовые, картографические материалы. Основными операционными единицами являлись районы области, что значительно упрощает сбор

статистической информации и последующее принятие управленческих решений по развитию туризма и рекреации.

Белгородская область является староосвоенным регионом. Ее ландшафты изменялись от естественных природных до антропогенных. Поэтому и возникает необходимость в создании относительно компактных территорий роста туристской индустрии с определенной специализацией.

Основные черты современного рельефа Белгородской области стали формироваться еще в конце неогенового периода, после того, как она освободилась от палеогенового моря — последнего, покрывавшего ее территорию. Белгородская область расположена на южном склоне Среднерусской возвышенности, ее территория представлена возвышенной эрозионно-денудационной равниной со средними высотами около 200 м, которую расчленяют долинная и овражно-балочная сеть. Главный водораздел области проходит в направлении с северо-востока на юго-запад. Северная часть области располагается в пределах Сеймско-Северодонецкой гряды. К ней приурочена максимальная отметка рельефа (276 м) на водоразделе рек Донецкой Сеймицы, Сейма и Корочи. Восточная часть области располагается в пределах Придонской возвышенной равнины с господствующими абсолютными высотами 210—220 м. В целом вся территория области имеет общий уклон поверхности в южном и юго-западном направлениях.

Для Белгородской области характерна густая речная сеть, сформировавшаяся еще задолго до наступления ледника на территорию Восточно-Европейской равнины. Отличительной чертой области является различное направление речных долин. Ворскла, Северский Донец и Короча текут с северо-востока на юго-запад, у Оскола меридиональное направление, а у рек Тихая Сосна и Черная Калитва — широтное. Для наиболее крупных рек характерна резко выраженная правосторонняя асимметрия долин. Долины в основном широкие, хорошо разработанные и глубоко врезанные в коренные породы, их склоны осложнены серией пойменных и надпойменных террас [3].

Естественные процессы, которые формируют рельеф на территории Белгородской области, достаточно разнообразны. Среди них наиболее распространены линейная эрозия, плоскостной смыв, оползневые процессы, карст, суффозионные, эоловые процессы.

Доминирующее значение в дифференциации рельефа на территории области принадлежит литологии слагающих пород, и особенно — мелу. Спектр геоконплексов, существование которых связано с меловым субстратом, здесь особенно широк. Это и карстовые воронки, и впечатляющие «стенки», овраги и цирковидные балки, обладающие

большой аттрактивностью. В Шебекинском и Новооскольском районах сохранились куполообразные меловые бугры с реликтовой растительностью.

В настоящее время естественные ландшафты (лесохозяйственные и пастбищные), составляют около 9 % от площади территории Белгородской области, а антропогенные формы рельефа (аграрные и горнопромышленные) наиболее распространены.

Развитие горнорудного комплекса сопровождается существенными изменениями рельефа, который, в свою очередь, связан с формированием стока поверхностных и подземных вод, климатическими особенностями, почвами, и растительностью. Добыча железной руды открытым способом в Старооскольско-Губкинском районе КМА (Курской магнитной аномалии) способствует возникновению с одной стороны карьеров – отрицательных форм рельефа, с другой — отвалов, хвостохранилищ, шлаконакопителей, то есть положительных форм рельефа. В Лебединском (глубина 350 м) и Стойленском (глубина 240 м) карьерах обнажаются геологические породы от докембрийского до кайнозойского периодов, то есть прослеживается геологическая летопись Земли. Кроме того, поднятые наверх грунты, возрастом в несколько сот миллионов лет, заселяются современной биотой. Здесь же происходит рекультивация техногенного рельефа, и создаются культурные неоландшафты.

В 2008—2009 гг. в Белгородской области проводился конкурс «Семь чудес Белгородчины», где в номинации «Уникальный природный объект» победителем были признаны железорудные месторождения КМА. Лебединский ГОК (горно-обогажительный комбинат) дважды попал в Книгу рекордов Гиннеса за свои размеры (длина — 5 км, ширина — 3 км) и за объем запасов железистых кварцитов. Особой популярностью у туристов пользуются смотровая площадка Лебединского ГОКа и ствол шахты № 1 Комбината «КМА-руда» [1]. Таким образом, техногенные ландшафты Белгородской области обладают предпосылками для развития познавательного и экологического туризма и могут являться объектами экскурсионного показа.

На территории Белгородской области также распространены беллигеративные формы рельефа, представляющие определенную культурно-историческую ценность [4]. К ним относятся сторожевые курганы, земляные оборонительные валы древних городищ, остатки Белгородской засечной черты, остатки военных укреплений времен Великой Отечественной войны.

Туристско-рекреационный потенциал рельефа Белгородской области оценивался с помощью таких показателей как: густота расчленения (горизонтальное расчленение), глубина расчленения (вертикальное расчленение), характер и генезис рельефа. Этим параметрам соответствовали качественная и балльная оценки, представленные в табл. 1.

*Таблица 1.*

### Шкала рекреационной оценки рельефа

Густота расчленения, км/км <sup>2</sup>	Глубина расчленения, км/км <sup>2</sup>	Количественная оценка	Качественная оценка
0,3—0,6	20—40	1	Неблагоприятная
0,6—0,9	40—60	2	Относительно неблагоприятная
0,9—1,2	60—80	3	Относительно благоприятная
1,2—1,5	80—100	4	Благоприятная
Более 1,5	100—110	5	Наиболее благоприятная

Анализ полученных средних значений перечисленных показателей по каждому административному району показал, что овражно-балочная сеть интенсивно и достаточно глубоко расчленяет территорию Белгородской области, что способствует разнообразию рельефа исследуемого региона и его рекреационной привлекательности.

Значения показателя общей расчлененности эрозионными формами для территории Белгородской области варьируется от 0,2 до 1,9—2,0 км/км<sup>2</sup> [2]. Наименьшие значения густоты и глубины расчленения характерны для западной части области. Здесь рельеф сглаженный, коэффициент густоты составляет 0,6—0,7 км/км<sup>2</sup>, глубина эрозионного расчленения 50—80 км/км<sup>2</sup>. Средняя степень эрозионного расчленения (0,9 км/км<sup>2</sup> и 60—80 км/км<sup>2</sup>) наблюдается в центральной части территории области, за исключением левобережья р. Северский Донец и бассейна р. Оскол, где значения густоты от 1,6 до 2,0 км/км<sup>2</sup>. Восточные и юго-восточные районы области характеризуются высокими значениями густоты (от 1,6 до 2,0 км/км<sup>2</sup>) и глубины эрозионного расчленения (80—110 км/км<sup>2</sup>).

На основе полученных данных нами было выделено 3 группы районов: наиболее благоприятные (5 баллов), благоприятные (4 балла) и относительно благоприятные (3 балла). К наиболее благоприятным территориям по туристско-рекреационному потенциалу рельефа

отнесены Ровеньской, Валуйский, Вейделевский, Волоконовский, Красногвардейский, Алексеевский, Красненский, Новооскольский, Чернянский административные районы. Мозаичный рельеф их территории обеспечивает большее разнообразие ландшафтов и дает возможность развивать такие виды туризма как: лечебно-оздоровительный, пешеходный, конный и лыжный. Здесь наблюдается чередование различных форм рельефа, что представляет значительный интерес.

К районам с благоприятным потенциалом отнесены Белгородский, Шебекинский, Яковлевский, Корочанский, Губкинский, Прохоровский, Старооскольский районы, к районам с относительно благоприятным потенциалом — Борисовский, Грайворонский, Краснояружский, Ракитянский, Ивнянский. Развитие вышеперечисленных видов туризма возможно и на этих территориях, но они менее благоприятны из-за более слабой расчлененности поверхности. Здесь наиболее перспективным будет развитие вело-, мото- и автотуризма, а также видов стационарного туризма.

В заключении можно сказать, что рельеф и слагающие его горные породы на территории Белгородской области являются источниками достопримечательностей (природных, техногенных, культурных) и являются объектами экскурсионного показа. Густота и глубина овражно-балочной сети, экспозиция склонов позволяет развивать виды подвижного туризма: путешествовать пешком, использовать туристский транспорт, устанавливать туристские лагеря. Рельеф достаточно благоприятен как для обустройства зон отдыха, так и для прокладки инженерно-коммуникационных сетей. Особое значение для туризма имеет расположение области на стыке степной и лесостепной природных зон. Эрозионно-аккумулятивные формы рельефа, которые характерны для территории Белгородской области, формируют внешний облик ландшафтов и эстетические качества пейзажей.

Результаты данного исследования являются промежуточными и необходимы для комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала ландшафтов Белгородской области. Тем не менее, они позволяют на уровне районов определить наиболее перспективные виды туристско-рекреационной деятельности.

### **Список литературы:**

1. Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. Техногенные формы рельефа как объекты познавательного туризма // Проблемы региональной экологии. — 2007. — № 6. — С. 128—130.

2. Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. Эрозионные процессы на территории Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Естественные науки. — 2009. — № 11(66), вып. 9/2. — С. 109—117.
3. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области: справочник / П.М. Абраменко, П.Г. Акулов, Ю.Г. Атанов и др.; под ред. С.В. Лукина. Белгород: изд-во БелГУ, 2007. — 556 с.
4. Фатнева Е.А. Культурно-исторический потенциал Белгородской области // Материалы X Международной научно-практической конференции «Европейская наука XXI века», Sp.zo.o. «Nauka I studia», Przemysl, Польша. 2014. вып. 27. География и геология. Строительство и архитектура. — С. 53—57.

**Научное издание**

**«ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ»**

Сборник статей по материалам  
XIX международной научно-практической конференции

№ 6 (18)  
Июнь 2014 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 11.06.14. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 8,375. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»  
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605  
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3