



МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
НАУК**

Новосибирск, 2013 г.

УДК 50

ББК 20

А 43

**А 43 «Актуальные проблемы естественных и математических наук»:** материалы международной заочной научно-практической конференции. (04 марта 2013 г.) — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 128 с.

ISBN 978-5-4379-0235-6

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Актуальные проблемы естественных и математических наук» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных естественных наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития естественных наук.

Рецензенты:

- канд. физ.-мат. наук Зеленская Татьяна Евгеньевна;
- канд. техн. наук Романова Алла Александровна;
- канд. физ.-мат. наук Рымкевич Павел Павлович;
- канд. биол. наук Харченко Виктория Евгеньевна;
- канд. с.-х. наук Яковишина Татьяна Федоровна.

ISBN 978-5-4379-0235-6

ББК 20

© НП «СибАК», 2013 г.

<b>Оглавление</b>	
<b>Секция 1. Математика</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление</b>	<b>7</b>
ФУНКЦИЯ КАРЛЕМАНА ДЛЯ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ $\Delta^n u(y) = 0$ ОПРЕДЕЛЕННЫХ В НЕКОТОРЫХ ОБЛАСТЯХ ЛЕЖАЩИХ В М-МЕРНОМ ЧЕТНОМ ( $2n \geq m$ ) ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ Ашурова Зебинисо Рахимовна Жураева Нодира Юнусовна Жураева Умидахон Юнусалиевна Журабоева Мархабо Мамашариповна	7
<b>1.2. Математическая физика</b>	<b>14</b>
ОБОБЩЕННЫЙ ПАРАМЕТР ДИФРАКЦИОННОЙ ДИАГРАММЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА Андросик Андрей Борисович Мировицкая Светлана Дмитриевна	14
<b>Секция 2. Информационные технологии</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Системный анализ, управление и обработка информации</b>	<b>25</b>
ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ Курочкин Иван Владимирович Шамин Павел Юрьевич	25
О ПОСТРОЕНИИ ДЕСКРИПТОРОВ И НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ Семин Лев Андреевич Голубев Андрей Сергеевич Звягин Михаил Юрьевич	31

ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПОК ПРЕДПРИЯТИЯ Туркина Наталья Рудольфовна Денмухаметов Ильгиз Ильдарович	36
<b>2.2. Управление в социальных и экономических системах</b>	<b>41</b>
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ОТБОРА СТУДЕНТОВ НА МАГИСТЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ Закирова Эльвира Ильшатовна	41
<b>2.3. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей</b>	<b>48</b>
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СЕТЕВОГО СИМУЛЯТОРА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ «МЯГКОГО» ВАРИАНТА НЕПРЕРЫВНОГО МОДЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ Николаев Николай Николаевич Шамин Павел Юрьевич	48
<b>Секция 3. Физика</b>	<b>52</b>
<b>3.1. Физика конденсированного состояния</b>	<b>52</b>
ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{SrWO}_4$ ИОНАМИ $\text{Nd}^{3+}$ Исаев Владислав Андреевич Игнатьев Борис Владимирович Лебедев Андрей Валерьевич Плаутский Павел Геннадьевич	52
<b>Секция 4. Биология</b>	<b>57</b>
<b>4.1. Биологические аспекты сельского хозяйства</b>	<b>57</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ( <i>HORDEUM L.</i> ) В ДВУХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПУНКТАХ Иеронова Виктория Викторовна	57

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ АМАРАНТА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ Юусифов Назим Магамед оглы Дашдамиров Камандар Шукур оглы Амиров Шахин Агамир оглы Кулиева Нурлана Акиф кызы	62
<b>4.2. Ботаника</b>	<b>68</b>
РЕГИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ РЕДКОСТИ ВИДОВ РАСТЕНИЙ, ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ Федяева Валентина Васильевна Дзигунова Юлия Викторовна	68
<b>4.3. Зоология</b>	<b>74</b>
СИНАНТРОПИЗАЦИЯ ДРОЗОФИЛ Корж Александр Павлович	74
ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НЕМАТОДЫ ASCARIDIA GALLI ОТ ДОМАШНИХ КУР ПУТЕМ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Тарасовская Наталия Евгеньевна	78
<b>4.4. Медицинская биология</b>	<b>94</b>
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА И ПРИНЦИПА ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭНТОМОФАУНЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ Богодухов Павел Михайлович	94
ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ САМОК КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭКСТРАКТОВ ЛОТОСА ОРЕХОНОСНОГО Ломтева Наталья Аркадьевна Баганина Ксения Владимировна Гребенник Лидия Александровна Ефимцева Мария Александровна	100

<b>4.5. Экология и природопользование</b>	<b>104</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОПИСАНИИ ПРОЦЕССОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ Михалап Сергей Геннадьевич	104
БИОСФЕРНЫЙ РЕЗЕРВАТ «НЕРУССО- ДЕСНЯНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» Москаленко Игорь Владимирович	108
<b>Секция 5. Химия</b>	<b>112</b>
<b>5.1. Аналитическая химия</b>	<b>112</b>
МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ХРОМСОДЕРЖАЩИХ РУДАХ И ХРОМОВЫХ КОНЦЕНТРАТАХ Манукян Алла Вагановна	112
<b>5.2. Неорганическая химия</b>	<b>118</b>
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ КАРБИДОВ ВОЛЬФРАМА И ТИТАНА МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА Полубояров Владимир Александрович Кортаева Зоя Алексеевна Жданок Александр Александрович Кузнецов Виктор Анатольевич	118

## СЕКЦИЯ 1.

### МАТЕМАТИКА

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

#### ФУНКЦИЯ КАРЛЕМАНА ДЛЯ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ $\Delta^n u(y) = 0$ ОПРЕДЕЛЕННЫХ В НЕКОТОРЫХ ОБЛАСТЯХ ЛЕЖАЩИХ В $m$ -МЕРНОМ ЧЕТНОМ ( $2n \geq m$ ) ЕВКЛИДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*Ашурова Зебинисо Рахимовна*

*канд. физ.-мат. наук, доц. СамГУ, г. Самарканд*

*E-mail: z-ashurova1957@mail.ru*

*Жураева Нодира Юнусовна*

*канд. физ.-мат. наук, ТАДИ, г. Самарканд*

*E-mail: nodira8181@mail.ru*

*Жураева Умидахон Юнусалиевна*

*студент 3-курса механико-математического факультета, СамГУ,*

*г. Самарканд*

*E-mail: umida\_9202@mail.ru*

*Журабоева Мархабо Мамашариповна*

*студент 1-курса механико-математического факультета, СамГУ,*

*г. Самарканд*

Пусть  $R^m$  —  $m$ -мерное четное вещественное евклидово пространство,  
 $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$ ,  $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_m)$ ,  $x' = (x_1, x_2, \dots, x_{m-1}, 0)$ ,

$$y' = (y_1, y_2, \dots, y_{m-1}, 0), \quad r = |x - y|, \quad s = |x' - y'|, \quad \alpha^2 = s.$$

$D$  — неограниченная область лежащая в слое

$$\left\{ y : y = (y_1, y_2, \dots, y_m), y_i \in R, i = \overline{1, m-1}, 0 < y_m < h, h = \frac{\pi}{\rho}, \rho > 0, \right\}$$

с границей  $\partial D = L \cup S$ ,  $L = \{y : y_m = 0\}$ ,  $S = \{y : y_m = f(y_1, \dots, y_{m-1})\}$  где  $f(y_1, \dots, y_{m-1})$  имеет ограниченные частные производные первого порядка.

Задача Коши.

Пусть

$$u \in C^{2n}(D) \text{ и } \Delta^n u(y) = 0, y \in D \quad (1)$$

$$\begin{aligned} u(y) = F_0(y), \quad \Delta u(y) = F_1(y), \dots, \Delta^{n-1} u(y) = F_{n-1}(y), \quad y \in S \\ \frac{du(y)}{d\bar{n}} = G_0(y), \quad \frac{d\Delta u(y)}{d\bar{n}} = G_1(y), \dots, \frac{d\Delta^{n-1} u(y)}{d\bar{n}} = G_{n-1}(y), \quad y \in S, \end{aligned} \quad (2)$$

где:  $F_i(y), G_i(y)$  заданные на  $\partial D$  непрерывные функции,  $\bar{n}$  — внешняя нормаль к  $\partial D$ . Требуется восстановить  $u(y)$  в  $D$ .

При произвольных начальных данных задача неразрешима. Если часть границы и начальные данные аналитичны и аналитически продолжим во внутрь области, то продолжение существует и единственно, но не устойчиво. По этому оно относится к числу некорректно поставленных задач. Первый результат в этом направлении в 1926 году получил Карлеман, для класса ограниченных функций. Еще в 1943 году Тихонов указал на практическую важность неустойчивых задач и показал, что если сузить класс возможных решений до компакта, то задача становится устойчивой [3, с. 143], [5, с. 162—164].

Карлеманом было предложено идея введения в интегральную формулу Коши дополнительной функции, зависящей от положительного параметра и позволяющей путем предельного перехода, погасит влияние интегралов по части границы, где значение продолжаемой функции не заданы.

Основываясь на исследованиях, М.М. Лаврентьев ввел важное понятие функцию Карлемана и с ее помощью построил регуляризацию задачи. С помощью метода М.М. Лаврентьева Ш. Ярмухамедов получил регуляризацию и разрешимость задачи Коши для уравнения



Лапласа в ограниченных областях [5, с. 164]. В 2009 Н.Ю. Жураева получила регуляризацию и разрешимость задачи Коши для полигармонических уравнений порядка  $n$  в некоторых неограниченных областях (при произвольных нечетных  $m$  и четных  $m$  когда  $2n < m$ ) [2, с. 18—20], [1, с. 65—67], [6, с. 44—49]. В этой работе построена функция Карлемана для данной области  $D$ .

**Определение 1.** Функция  $\Phi_\sigma(y, x)$ , зависящая от параметра  $\sigma > 0$  определенная  $y \neq x$ , называется функцией Карлемана для точки  $x \in D$  и части  $\partial D \setminus S$ , если она удовлетворяет следующим условиям:

1. Функция,  $\Phi_\sigma(y, x)$  представима в виде:

$$\Phi_\sigma(y, x) = \begin{cases} C_{n,m} r^{2n-m} \ln r + G_\sigma(y, x), & 2n \geq m, m - \text{чётное число.} \\ C_{n,m} r^{2n-m} + G_\sigma(y, x), & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

где:

$$C_{n,m} = (-1)^{\frac{m}{2}-1} \left( \Gamma\left(n - \frac{m}{2} + 1\right) 2^{2n-1} \pi^{\frac{m}{2}} \Gamma(n) \right)^{-1}$$

и  $G_\sigma(y, x)$  регулярная по переменному  $y$  и непрерывно дифференцируема на  $D \cup \partial D = \bar{D}$ , решения полигармонического уравнения.

2. При фиксированном  $x \in D$  функция  $\Phi_\sigma(y, x)$  удовлетворяет:

$$\sum_{k=0}^{n-1} \int_{\partial D \setminus S} \left[ \left| \Delta^k \Phi_\sigma(y, x) \right| - \left| \frac{\partial \Delta^k \Phi_\sigma(y, x)}{\partial \bar{n}} \right| \right] ds_y \leq C(x) \varepsilon(\sigma),$$

где: постоянная  $C(x)$  зависит от  $x$  и  $\bar{n}$  -внешняя нормаль к  $\partial D$ ,  $\varepsilon(\sigma) \rightarrow 0$  когда  $\sigma \rightarrow \infty$ .

Будем предполагать, что решение  $u(y)$  задачи (1)—(2) существует и непрерывно дифференцируемо,  $2n-1$  раз вплоть до конечных точек границы и удовлетворяет определенному условию роста (класс

корректности), который обеспечивает единственность решения.

Функции  $\Phi_\sigma(y, x)$  при  $s > 0$ ,  $\sigma \geq 0$ ,  $m$  ( $m$  – размерность пространство) с условием  $2n \geq m$ , определим:

$$\Phi_\sigma(y, x) = C_{n,m} \int_{\sqrt{s}}^{\infty} \operatorname{Im} \left[ \frac{\exp(\sigma w + w^2) - \operatorname{achi} \rho_1 \left( w - \frac{h}{2} \right)}{\omega - x_m} \right] (u^2 - s)^{n-k} du, \quad \omega = iu + y_m \quad (3)$$

$$C_{n,m} = (-1)^{\frac{m}{2}-1} \left( \Gamma \left( n - \frac{m}{2} + 1 \right) 2^{2n-1} \pi^{\frac{m}{2}} \Gamma(n) \right)^{-1}$$

**Теорема 1.** Для функции  $\Phi_\sigma(y, x)$  имеет место:

$$\Phi_\sigma(y, x) = C_{n,m} r^{n-k} \ln r + G_\sigma(y, x)$$

$G_\sigma(y, x)$  регулярная по переменному  $y$  и непрерывно дифференцируема на  $D \cup \partial D = \bar{D}$ .

*Доказательство.* Обозначая  $J_1 = \operatorname{Im} \left[ \frac{\exp(\sigma w - w^2)}{w - x_m} \right]$

и  $y_m - x_m = \beta_1$ , имея виду свойств гиперболических функций, получим:

$$\begin{aligned} \exp(\sigma w + w^2) &= \exp \left[ \sigma(iu + \beta_1) + (iu + \beta_1)^2 \right] = \\ &= \exp \left[ \sigma \beta_1 + \beta_1^2 - u^2 \right] \exp i \left[ \sigma u + 2u \beta_1 \right] \end{aligned}$$

тогда имеет  $J_1$  следующий вид:

$$\begin{aligned}
J_1 &= \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \operatorname{Im} \frac{(\beta_1 - iu)(\cos(\sigma u + 2u\beta_1) + i \sin(\sigma u + 2u\beta_1))}{(\beta_1 - iu)(\beta_1 + iu) \exp(u^2)} = \\
&= \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \frac{\beta_1 \sin(\sigma u + 2u\beta_1) - u \cos(\sigma u + 2u\beta_1)}{(\beta_1^2 + u^2 + s) \exp(u^2)}
\end{aligned}$$

Если

$$J_1^1 = \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \int_{\sqrt{s}}^{\infty} \frac{\beta_1 \sin(\sigma u + 2u\beta_1)}{(\beta_1^2 + u^2 + s) \exp(u^2)} (u^2 - s)^{n-k} du$$

и

$$J_1^2 = \exp(\sigma\beta_1 + \beta_1^2) \int_{\sqrt{s}}^{\infty} \frac{u \cos(\sigma u + 2u\beta_1)}{(\beta_1^2 + u^2 + s) \exp(u^2)} (u^2 - s)^{n-k} du$$

тогда:

$$\begin{aligned}
\Phi_{\sigma}(y, x) &= C_{n,m} (J_1^1 - J_1^2) \\
C_{n,m} &= (-1)^{\frac{m}{2}-1} \left( \Gamma(n - \frac{m}{2} + 1) 2^{2n-1} \pi^{\frac{m}{2}} \Gamma(n) \right)^{-1}
\end{aligned}$$

Отсюда следует утверждение теоремы.

**Лемма 1.** Если  $\varphi_{\sigma}(y, x)$  гармоническая функция в  $R^m$  по переменной  $y$  включая и точку  $x$ , то справедливо равенство:

$$\Delta r^k \varphi_{\sigma}(y, x) = r^{k-2} \varphi_{\sigma,1}(y, x),$$

где:

$$\varphi_{\sigma,1}(y, x) = (kn + k(k-2))\varphi_{\sigma}(y, x) + 2k \sum_{j=1}^n (y_j - x_j) \frac{\partial \varphi_{\sigma}(y, x)}{\partial y_j}$$

функция тоже является гармонической функцией в  $R^m$  по переменному  $y$  включая и точку  $x$ .

**Следствие 1.** При условиях леммы 1 справедливы равенства:  
 $\Delta r^k = k(k+m-2)r^{k-2}$

$$\Delta r^k \ln r = k(k+m-2)r^{k-2} \ln r + (2k+m-2)r^{k-2} \text{ и}$$

$\Delta^k r^m \varphi_\sigma(y, x) = r^{m-2k} \varphi_{\sigma, k}(y, x)$ , где  $\varphi_{\sigma, k}(y, x)$  гармоническая функция в  $R^m$  по переменной  $y$ .

**Теорема 2.** Функция  $\Phi_\sigma(y, x)$ , определяемая при помощи формулы (3) является полигармонической функцией порядка  $n$  по  $y$  при  $s > 0$ .

**Теорема 3.** При фиксированном  $x \in D$  функция  $\Phi_\sigma(y, x)$  удовлетворяет:

$$\sum_{k=0}^{n-1} \int_{\partial D \setminus S} \left[ \left| \Delta^k \Phi_\sigma(y, x) \right| - \left| \frac{\partial \Delta^k \Phi_\sigma(y, x)}{\partial \bar{n}} \right| \right] ds_y \leq C(x) \varepsilon(\sigma),$$

где: постоянная  $C(x)$  зависит от  $x$  и  $\bar{n}$  — внешняя нормаль к  $\partial D$ ,  $\varepsilon(\sigma) \rightarrow 0$  когда  $\sigma \rightarrow \infty$ .

**Следствие 2.** Функция  $\Phi_\sigma(y, x)$ , определяемая при помощи формулы (3) является функцией Карлемана для точки  $x \in D$  и части  $\partial D \setminus S$ .

**Теорема 4.** Пусть функция  $u(x)$  решение задачи (1)–(2), имеющий непрерывные частные производные порядка  $2n-1$  вплоть до конечных точек границы  $\partial D$ . Если для любого  $y \in D$  выполнено условия роста:

$$\sum_{k=0}^{n-1} \left( \left| \Delta^k u(y) \right| + \left| \text{grad} \Delta^{n-k-1} u(y) \right| \right) \leq C \exp(\exp(\rho_1 |y|))$$

и для любого  $y \in \partial D$  выполнено условие роста:

$$\sum_{k=0}^{n-1} \left( \left| \Delta^k u(y) \right| + \left| \frac{\partial}{\partial \bar{n}} \Delta^{n-k-1} u(y) \right| \right) \leq C \exp\left( a \cos \rho_2 \left( y_1 - \frac{h}{2} \right) \exp(\rho_2 |y'|) \right)$$

где  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho$ .

Тогда для любого  $x \in D$  справедливо интегральное представление:

$$u(x) = \sum_{k=0}^{n-1} \int_{\partial D} \left[ \Delta^k \Phi_{\sigma}(y, x) \frac{\partial \Delta^{n-k-1} u(y)}{\partial n} - \Delta^{n-k-1} u(y) \frac{\partial \Delta^k \Phi_{\sigma}(y, x)}{\partial n} \right] ds, \quad x \in D$$

### Список литературы:

1. Жураева Н.Ю. Задача Коши для растущих полигармонических функций. Международная конференция «Обратные и некорректные задачи математической физики» посвященная 75-летию академика М.М. Лаврентьева. Новосибирск. — 2007. — с. 65—67.
2. Жураева Н.Ю. Об интегральном представлении полигармонических функций. Ташкент. ДАН РУз. — 2008 — № 3. — с. 18—20.
3. Лаврентьев М.М. О некоторых некорректных задачах математической физики. Новосибирск, 1962. — 243 с.
4. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М.: Наука, 1974. — с. 514—673.
5. Ярмухамедов Ш. Задача Коши для полигармонического уравнения. Доклады РАН 2003. — Том 388 — с. 162—165.
6. Juraeva N.Yu. Об интегральном представлении полигармонических функций. «The second International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications» Baku, Azerbaijan, 2—4 June, 2008. — с. 44—49.

## 1.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

### ОБОБЩЕННЫЙ ПАРАМЕТР ДИФРАКЦИОННОЙ ДИАГРАММЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА

*Андросик Андрей Борисович*

*канд. техн. наук, доцент МГОУ,  
г. Москва*

*Мировицкая Светлана Дмитриевна*

*канд. техн. наук, доцент МГОУ,  
г. Москва*

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

Моделирование рассеяния электромагнитных волн на диэлектрических телах представляет практический интерес для дистанционного зондирования (с целью определения отражающих свойств тела, его поперечного сечения и показателя преломления материала). Широко используемый метод представления решения соответствующей задачи дифракции суперпозицией частных решений связан с аппроксимацией заданного объекта системой более простых моделей. Для применения метода необходимо располагать данными по рассеянию на достаточно простых моделях — цилиндре и сфере. Точное решение для больших (в длинах волн  $\lambda$ ) объектов получить затруднительно. Поэтому разработка методики определения геометрических параметров протяженных диэлектрических цилиндров, диаметры которых измеряются вплоть до  $1000 \lambda$  и более, а также объектов с центральной симметрией, как однородных, так и неоднородных многослойных и градиентных, потребовало разработки более эффективного метода решения соответствующей задачи.

Решение задачи дифракции плоской волны на круговом металлическом и однородном диэлектрическом цилиндре записывается в виде разложения по цилиндрическим функциям, как для параллельной, так и перпендикулярной поляризации волн относительно оси цилиндра. Простейшей моделью является однородный цилиндр без оболочки с радиусом  $R_1$  и показателем преломления диэлектрика  $n_1$ , на который падает монохроматическая волна, распространяющаяся в окружающем пространстве

с показателем преломления  $n_0$  (длина волны  $\lambda$ ). Возникающая дифракционная картина наблюдается в дальней зоне. Распространение интенсивности излучения  $J(\alpha)$ , рассеянного в направлении азимутального угла  $\alpha$  в дальней зоне на расстоянии  $r$  от оси металлического цилиндра много больше, чем его диаметр, ( $r \gg 2R_1$ ) описывается формулой:

$$J(\alpha) = \left| \frac{2}{\pi k r} e^{(-ikr + i\omega t - i\frac{3}{4}\pi)} \sum_{m=-\infty}^{\infty} b_m e^{im\alpha} \right|^2, \quad (1)$$

полученной из точного решения уравнений Максвелла с соответствующими граничными условиями. Падающее излучение распространяется в направлении  $\alpha=0$ .

Известно [2, с. 157], что от диаметров металлических и диэлектрических цилиндров зависят расстояния  $l_i$  между соответствующими минимумами дифракционной картины, зарегистрированной в дальней зоне ( $a$ , следовательно, и их угловые положения  $\alpha_i$ ). Поэтому необходимо, помимо расчетов дифракционных картин для различных цилиндров осуществлять вычисления кривых зависимости  $\alpha_i = \alpha_i(2R)$ , т. е. кривых угловых положений минимумов как функции диаметра цилиндра. С целью определения углового положения первых  $N$  минимумов дифракционной диаграммы вычисляется по формуле (1) массив значений углового распределения интенсивности  $J(\alpha)$ . Значения массива  $J(\alpha)$  нормируются делением найденной интенсивности на  $J(0)$  и запоминаются в виде массива, выдаваемого на печать. Далее производится последовательный просмотр массива значений интенсивности дифрагированного поля в вычисленных углах, начиная с третьего значения массива, т. е. с угла  $2h_\alpha$ . Здесь  $h_\alpha$  — шаг расчета массива нормированных значений углового распределения интенсивности рассеянного излучения. Производится сравнение величины интенсивности при этом угле со значениями при двух предыдущих углах.

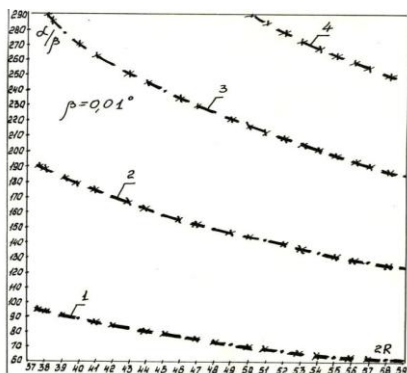
Искомый истинный минимум дифракционной картины (ДК) имеет место только, если найденные значения интенсивности в средней точке меньше соответствующих значений для окружающих ее (первой и третьей) точек. Поэтому при возникновении условий такого неравенства следует фиксировать значение углового положения этого истинного минимума [1, с. 45]. Просмотр полученного массива  $J(\alpha)$  производится до тех пор, пока не будет зафиксировано выбранное

число  $N$  первых минимумов дифракционной диаграммы. Изложенная процедура позволяет осуществить прямое нахождение угловых положений  $\alpha$  ее минимумов диаграмм с погрешностью, не превосходящей  $h_{\alpha}$ , т. е. равной шагу по углу, с которым была вычислена сама картина.

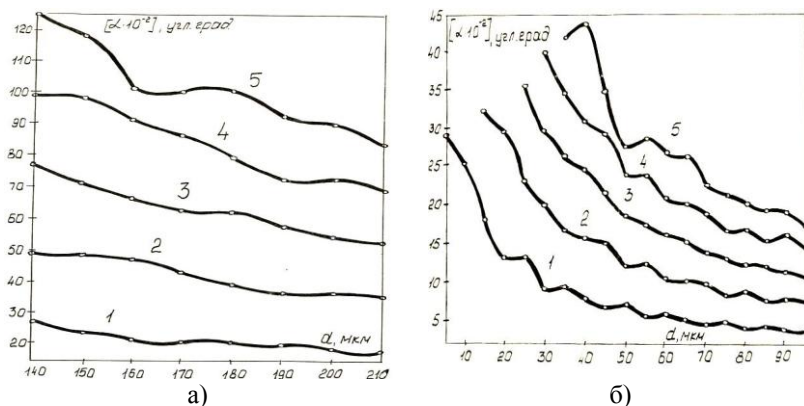
Для металлического цилиндра угловое положение минимумов определяется приближенно простым соотношением.  $\alpha = i l / 2R$ , где  $i$  — порядковый номер минимума (при отсчете от оси  $\alpha=0$ ),  $\alpha_i$  — угол, при котором для зависимости  $J(\alpha)$  имеет место  $i$ -й минимум;  $l$  — коэффициент пропорциональности. Эта зависимость иллюстрируется серией кривых углового положения первого (1), второго (2), третьего (3) и четвертого (4) минимумов картин рассеяния при изменении диаметра от 36 мкм до 60 мкм с шагом 1 мкм, вычисленных с точностью 50 точек/градус (рис. 1).

При переходе к диэлектрическому цилиндру эта закономерность для положения минимумов существенно усложняется за счет наличия рефрагировавшего поля [5, с. 174]. Расчетным путем найдены зависимости углового положения первого, второго и третьего минимумов (относительно продольной оси  $\alpha = 0$ ) от диаметра цилиндра и показателя преломления. Кривые для однослойных (однородных) цилиндров в широком диапазоне изменения их диаметров, рассчитанные при параллельной поляризации облучающей плоско волны с шагом 20 точек/градус при различных показателях преломления, представлены на рис. 2, а, б. Из сравнения кривых рис. 1 и 2 следует основополагающий вывод о принципиальной разнице в характере поведения кривых  $\alpha = \alpha(2R)$  для металлических и диэлектрических цилиндров. Первые монотонно спадают с увеличением диаметра цилиндра. Это обусловлено отсутствием рефрагирующих лучей [3, с. 68]. С другой стороны, за счет интерференции рефрагировавших и дифрагировавших полей возникает ярко выраженная осцилляция кривых  $\alpha_{\min} = \alpha(2R)$ .





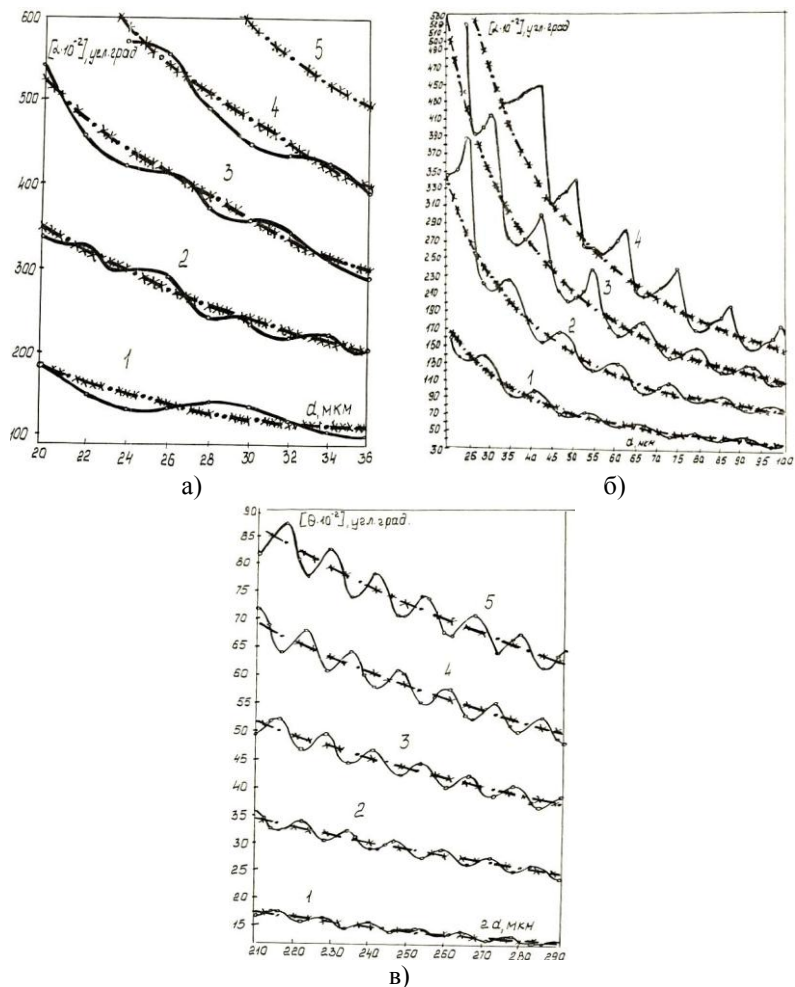
**Рисунок 1. Угловое положение минимумов дифракционных картин для металлических цилиндров**



**Рисунок 2. Угловое положение минимумов дифракционных картин для диэлектрических цилиндров**

Зависимость углового положения 1-го минимума имеет убывающий, с увеличением диаметра, характер с синусоидальной модуляцией (за счет интерференционных эффектов), причем с ростом номера минимума эта закономерность перестает соблюдаться [4, с. 34]. Так, на кривой, определяющей угловое положение пятого минимума ДК (рис. 2,б) имеют место выбросы при  $2R_1 \approx 45$  и  $52$  мкм. Поэтому в процессе измерения диаметров цилиндров, индикацию сигнала целесообразно производить не на плавном участке кривой  $I = f(2R)$ , что делается для случая металлического цилиндра, а на крутом спаде синусоидально осциллирующей зависимости для диэлектрического

цилиндра, убывающим с ростом диаметра. Это позволяет существенно повысить точность измерений диаметров. Угловые положения первых минимумов (относительно оси  $\alpha = 0$ ) для металлического цилиндра обратно пропорциональны диаметру. Для диэлектрического цилиндра эта зависимость нарушается, появляются осцилляции сигнала, имеющие явно выраженный синусоидальный характер (рис. 3, а—в).



**Рисунок 3.** Угловое положение минимумов дифракционных картин для металлических и диэлектрических цилиндров

Максимальная амплитуда углового отклонения от положения минимумов для металлического цилиндра уменьшается с ростом диаметра диэлектрического цилиндра, а период осцилляций снижается. Кроме того, амплитуда отклонения положения минимума кривой для диэлектрического цилиндра от положения соответствующего минимума кривой для металлического цилиндра почти не зависит от показателя преломления материалов. Период осцилляций кривой, существенно зависит, однако, от значения  $n$  — показателя преломления диэлектрического материала цилиндра. Анализ кривых рис. 3 показывает, что максимальная амплитуда отклонения положения минимумов для диэлектрических цилиндров от соответствующих кривых для металлических цилиндров с ростом диаметра диэлектрического цилиндра уменьшается, а период осцилляций становится меньшим и существенно зависит от значения показателя преломления материала цилиндра.

Была установлена следующая весьма важная закономерность. Параметр  $\acute{\alpha} = \alpha_1 + \alpha_2/2$  в широком диапазоне изменения диаметров цилиндров практически не зависит от показателя преломления  $n$  диэлектрика и имеет то же значение параметра  $\acute{\alpha}$ . для металлического цилиндра. График зависимости параметра  $\acute{\alpha}$  от диаметра цилиндра при  $n = 1,5818$ , рассчитанный с шагом 200 точек/градус при длине волны облучения  $\lambda = 0,89$  мкм, представлен на рис. 4. Здесь сплошной линией нанесен график параметра  $\acute{\alpha}$ , причем колебания параметра  $\acute{\alpha}$ . Не превышают 1—1,5 % и обусловлены лишь ошибками округления при вычислении положения первого и второго минимумов.

Кривые углового положения первого-третьего минимумов дифракционных диаграмм, а также параметра  $\acute{\alpha} = \alpha_1 + \alpha_2/2$  показаны на рис. 5 для однослойных диэлектрических цилиндров с диаметрами, изменяющимися от 190 мкм до 220 мкм. Здесь же нанесена кривая другого параметра  $\alpha_1 + \alpha_3/3$ , которая имеет синусоидально-модуляционный характер, т. е. она не может быть использована для устранения расчетным путем неоднозначности зависимости сигнала от диаметра.

Таким образом, установлено, что при измерениях диаметра дифракционным методом необходимо определять параметр  $\alpha_m/m + \alpha_{m+1}/(m+1)$ , где  $m$  — номер минимума, что позволяет производить суммирование противофазных дифракционных кривых, т. е. обеспечивать расчетным путем компенсацию нежелательного интерференционного эффекта (дифрагировавшего и рефрагировавшего полей), приводящего к осцилляции кривой.

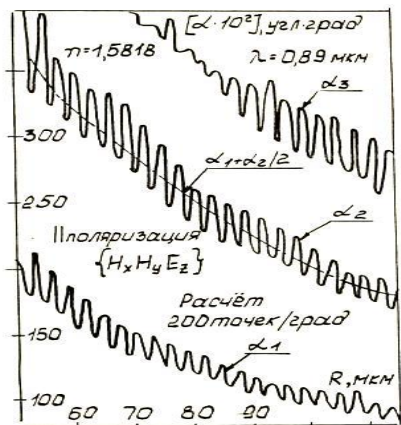


Рисунок 4. Кривые зависимости параметра  $\alpha$  от диаметра цилиндра

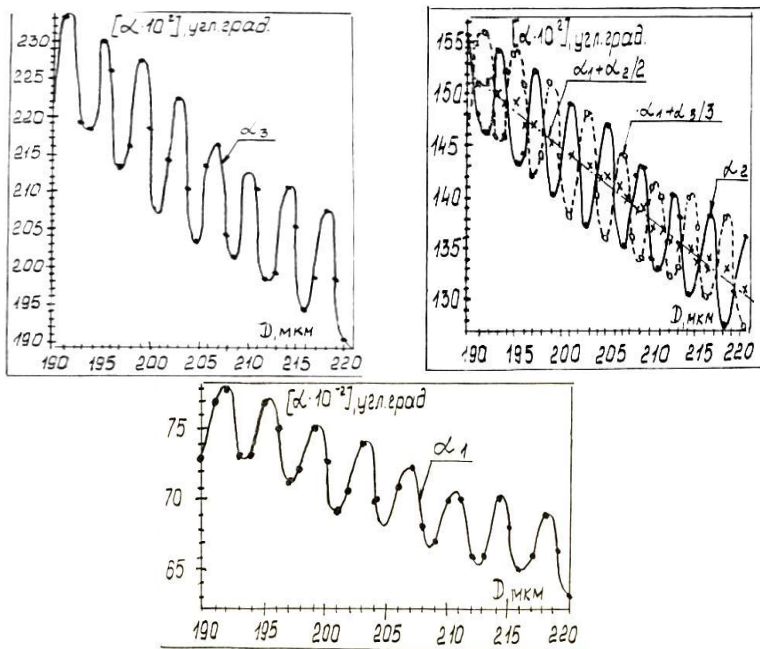
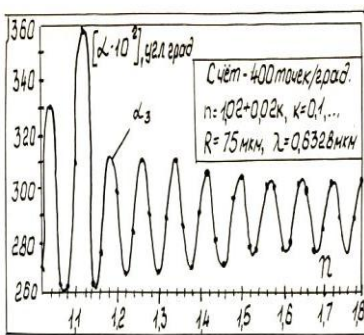
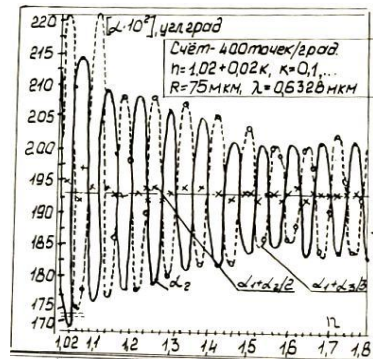


Рисунок 5. Кривые углового положения первого-третьего минимумов дифракционных диаграмм

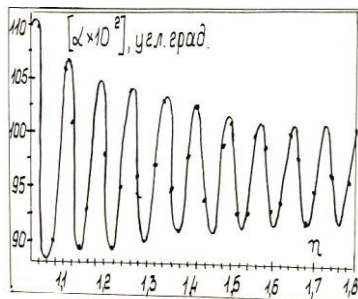
В результате проведения численных экспериментов было установлено, что значение параметра  $\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_2 / 2$  для заданного диаметра цилиндра остается неизменным при изменении показателя преломления, причем оно не отличается от значения  $\alpha_0$  для металлического цилиндра. В соответствии с результатами численных экспериментов, показавших особые свойства параметра  $\alpha$ , он был назван обобщенным. Для последнего параметр  $\alpha_0 = \alpha_1 + \alpha_2 / 2 = 2 \alpha_1 = \alpha_2$ . Эта кривая получена расчетным путем для цилиндра  $R = 75$  мкм при  $n = 1,02 + 0,02K$ ,  $K = 0,1, \dots$ ,  $\lambda = 0,6328$  мкм с шагом 400 точек/градус. Для диапазона изменения показателя преломления  $n=1,02—1,8$  кривые представлены на рис. 6, а, б, в. В результате отыскания обобщенного параметра, обладающего уникальным характером (компенсации расчетным путем явления интерференции), была показана принципиальная возможность измерения с высокой (близкой к случаю металла) точностью параметров диэлектрических цилиндров.



а)



б)



в)

**Рисунок 6. Кривые углового положения минимумов дифракционных диаграмм и обобщенный параметр**

Для любых значений  $n$  измеренное угловое положение минимума дифракционной картины  $\alpha$ , является функцией только радиуса  $R$  цилиндра. Полученные данные подтвердили, что возможно от двухпараметрической зависимости  $\alpha = f(R, n)$  для диэлектрического цилиндра перейти к однопараметрической  $\alpha = f(R)$ , в которую не входит значение показателя преломления  $n$ . Она характерна для металлического цилиндра.

Аналогично, при численном исследовании математической модели и для многослойного цилиндра установлено, что параметр для двухслойного цилиндра почти не зависит и от диаметра внутреннего цилиндра (рис. 7, а, б, в, г), где радиус оболочки  $R_1 = 50$  мкм, радиус сердцевин  $R_2 = 50 - 2K$ ,  $K = 0,1,2$ ;  $n_1 = 1,5$ ;  $n_2 = 1,8$ . С увеличением радиусов  $R_1$  двухслойного цилиндра закономерность поведения параметра  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2/2$  не нарушается, хотя зависимости углового положения минимумов 7—11 теряют регулярность поведения, что и наблюдается на трех кривых рис. 8, а, б, в.

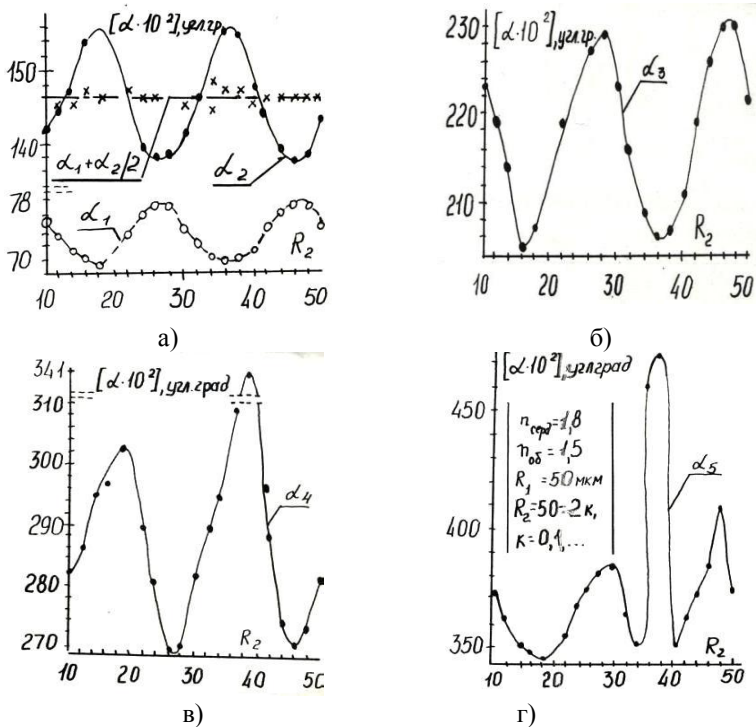
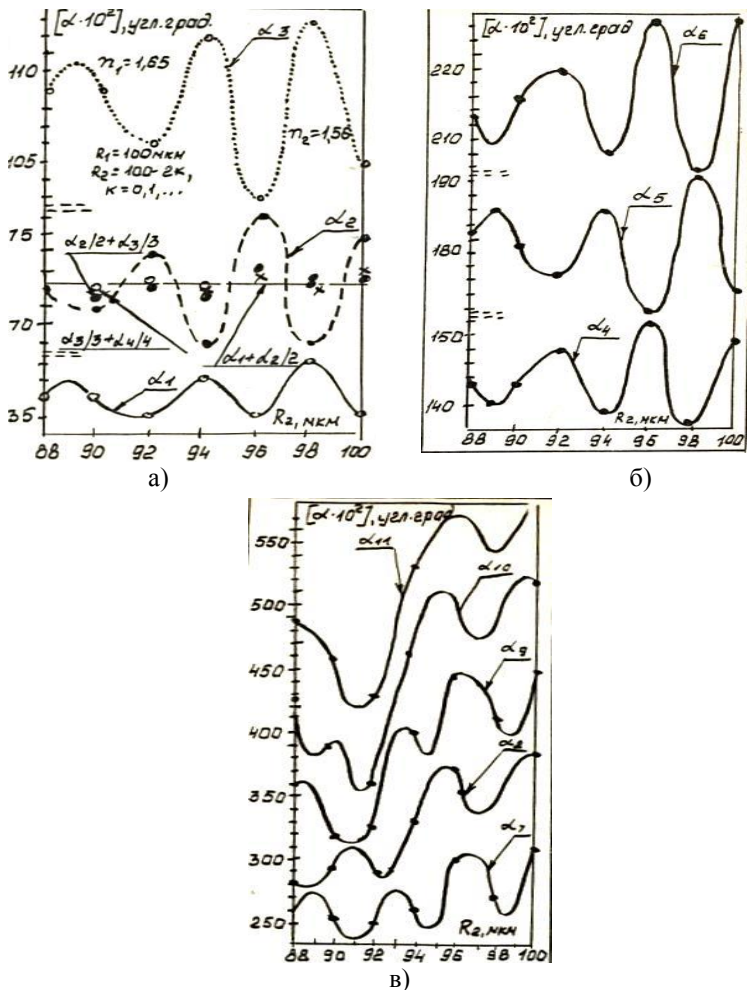


Рисунок 7. Результаты моделирования для двухслойного цилиндра



**Рисунок 8. Результаты моделирования для двухслойного цилиндра в случае увеличения радиусов  $R_i$**

Таким образом, от реального диэлектрического цилиндра путем изложенной математической операции (суммирования противофазных кривых  $\alpha_1$  и  $\alpha_2/2$ ) осуществляется переход к фиктивному металлическому, для которого отсутствует рефрагирующее поле, т. е. расчетным путем производится исключение интерференции полей за счет устранения прошедшего через диэлектрический цилиндр,

т. е. рефрагировавшего поля. В картине присутствует только дифракционное поле.

В общем случае, т. е. для любых кривых двух соседних минимумов дифракционных картин для однослойных диэлектрических цилиндров определение обобщенного параметра производится по формуле:

$$\acute{\alpha} = \alpha_m/m + \alpha_{m+1}/(m+1).$$

Таким образом, для повышения точности измерений диаметр прозрачного диэлектрического цилиндра следует определять по угловым расстояниям  $\alpha_i$  и  $\alpha_{i+1}$  от центрального максимума до двух последовательных четного и нечетного минимумов (находящихся, как очевидно, в противофазе) в центральном секторе картины дифракции, причем расположенных по одну сторону от центрального максимума.

Предложенный способ повышения точности измерения диаметра диэлектрического цилиндра дифракционным методом достигается путем устранения неоднозначности, имеющей место при регистрации лишь первого минимума дифракционной картины. Она обусловлена тем, что кривая зависимости положения минимумов дифракционных картин для диэлектрических цилиндров имеет не монотонный, как для случая металла характер, а осциллирующий около экспоненты за счет интерференции двух полей.

### **Список литературы:**

1. Андросик А.Б., Воробьев С.А., Мировицкая С.Д. Математические основы волноводной фотоники. — М.: МГОУ, 2010.
2. Воробьев С.А., Андросик А.Б., Мировицкая С.Д. Вычислительная фотоника. Основы, задачи, методы анализа. — Lambert Academic Publishing — 2012 — 183 с.
3. Воронцов А.А., Мировицкая С.Д. Дифракция плоской волны на диэлектрических цилиндрах большого размера. — Радиотехника, 1986, № 2.
4. Лазарев Л.П., Мировицкая С.Д. Контроль геометрических и оптических параметров волокон. — М.: Радио и связь, 1988. — 280 с.
5. Androsik A.B., Vorobev S.A., Mirovitskaya S.D. Fundamentals of Integrated Photonics. — in International Conference on European Science and Technology. — Wiesbaden, Germany. — 2012. — p. 155—159.



## СЕКЦИЯ 2.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### 2.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

##### ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

*Курочкин Иван Владимирович*

*аспирант ВлГУ,*

*г. Владимир*

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

*Шамин Павел Юрьевич*

*канд. техн. наук, инженер-программист ИВЦ ВлГУ,*

*г. Владимир*

*E-mail: [trace83@mail.ru](mailto:trace83@mail.ru)*

Данная работа выполнена в рамках НИР по госзаданию «Наука» (Регистрационный номер: 8.3303.2011 от 23.11.2011).

При разработке алгоритмов распознавания лиц и изображений всегда появляется необходимость оценивать и сравнивать результаты алгоритмов. Такая задача возникла и у нашего коллектива в ходе разработки и испытания системы распознавания, математические и алгоритмические основы которой изложены в [1, с. 23]. Для сравнения алгоритмов нужно оценить результаты их работы при одинаковых исходных данных (далее тестовая база).

Для тестирования, как правило, создается единая тестовая база, которая включает в себя:

1. Эталонные изображения. Как правильно это фотографии человека в хороших условиях освещенности и расположения относительно камеры.

2. Тестовые изображения. Это изображения, полученные в «реальных условиях». То есть изображения, которые можно получить в пункте контроля, условиях далеких от идеальных.

В результате работы алгоритма распознавания обычно для каждого тестового и эталонного значения, рассчитывается мера сходства — число  $x \in [0,1]$ .

Для сравнения работы алгоритмов необходимо рассчитать следующие характеристики:

- Порог срабатывания. Если мера сходства превышает значение порога срабатывания, то тестовое изображение признается соответствующим эталону.

- FAR (False Accept Rate, частота ложных срабатываний) — доля случаев, когда для мера сходства эталона и теста превышают порог срабатываний, но на самом деле текущий эталон не соответствует тестовому изображению.

- FRR (False Reject Rate, частота пропусков) — доля случаев, когда для тестового не оказалось соответствующего эталона, либо соответствующий эталон оказался, но имел меру сходства ниже порога срабатывания.

- SUCCESS (доля успешных срабатываний) — доля случаев, когда для тестового изображения не произошло ни ошибки 1-года ни ошибки 2-го рода.

Для оценки алгоритма распознавания, необходимо рассчитать указанные выше характеристики, применимо к одной и той же тестовой базе.

### **Основные требования к стенду**

По результатам анализа опыта «ручного» тестирования алгоритмов, нами были сформулированы следующие требования к стенду для автоматизированного тестирования алгоритмов распознавания лиц:

1. Для возможности работы в пакетном режиме приложение для запуска стенда должно быть реализовано в виде консольного приложения с параметрами командной строки.

2. Необходимо обеспечить возможность быстрого подключения новых алгоритмов для тестирования.

3. Также должна быть обеспечена возможность отдельной конфигурации каждого алгоритма.

4. Стенд должен иметь простой API для быстрой разработки или адаптации алгоритмов распознавания.

5. Стенд должен вести лог-файл в котором отражается каждая операция по каждому алгоритму.

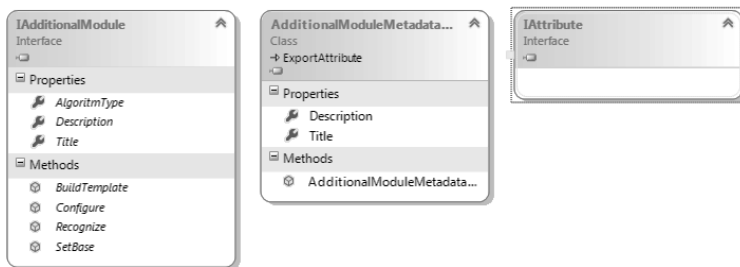
6. Вывод результатов для последующего анализа должен производиться в xml файл, (отдельный для каждого алгоритма).

### Архитектура стенда

Тестовый стенд реализован в виде приложения на платформе Microsoft .NET с применением технологии MEF [2] и состоит из трёх .NET сборок:

- Face RecognitionStand.exe — приложение для запуска стенда
- Vlsu.FaceRecognition.Testing.Core.dll — ядро стенда, содержит всю логику процесса тестирования.
- Vlsu.FaceRecognition.Testing.ModuleMetadata.dll — сборка с метаданными, необходимыми для написания алгоритма.

Для простоты подключения новых модулей и достижения расширяемости стенда, была использована технология MEF из .NET Framework. Полностью алгоритм, с которым может работать стенд является классом, реализующим интерфейс IAdditionalModule, и помеченным атрибутом AdditionalModuleMetadataAttribute. Библиотека с такими классами должна быть в одной папке с FaceRecognitionStand.exe, тогда тестирование алгоритма запустится автоматически вместе с запуском стенда.



**Рисунок 1. Структура сборки Vlsu.Face Recognition.Testing.Module Metadata.dll**

Каждый алгоритм в комплексе распознавания лиц имеет промежуточные данные, именуемые атрибутами, которые в свою очередь могут представлять из себя любой класс. Для этого в метаданные входит пустой интерфейс IAttribute, им помечаются классы-атрибуты в алгоритме, для того чтобы сам стенд мог оперировать значениями упакованными в этот интерфейс.

Для интеграции любого алгоритма распознавания со стендом,

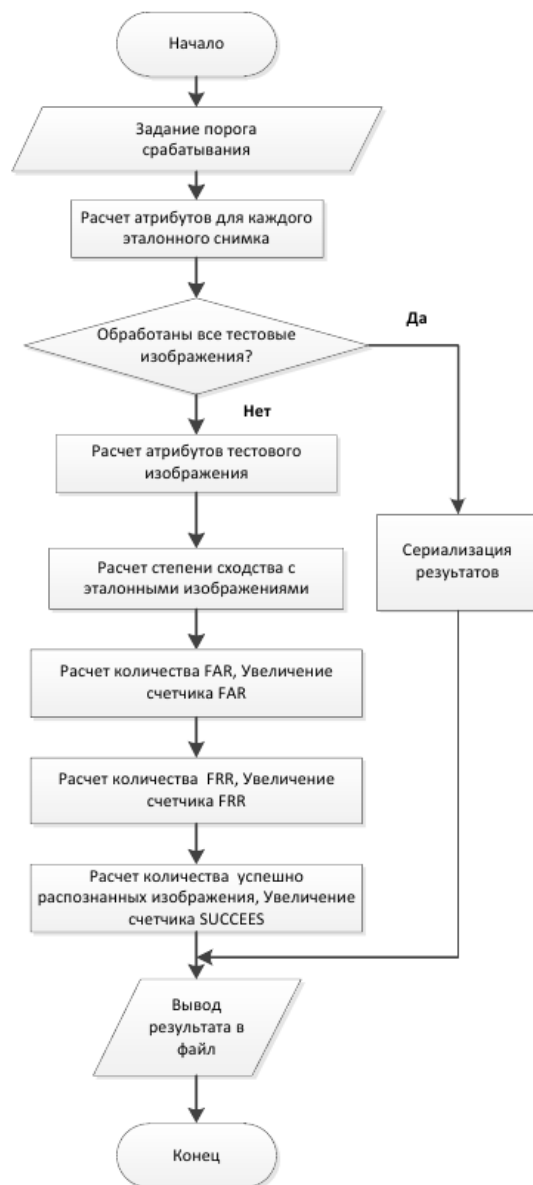
необходимо реализовать для него класс-оболочку, реализующую интерфейс IAdditionalModule. Ключевые методы этого интерфейса:

1. BuildTemplate. Метод принимает имя файла с изображением, рассчитывает атрибуты, и возвращает их коллекцию упакованную в класс-потомок интерфейса I Attribute).

2. SetBase. Метод принимает коллекции атрибутов, для каждого снимка из папки с эталонами. Фактически метод формирует базу атрибутов для эталонов.

3. Recognize. Метод принимает коллекцию атрибутов, рассчитанную для тестового снимка, и возвращает коллекцию из имени изображения из базы и степени сходства (число  $x \in [0,1]$ ) тестового изображения, с изображением из базы.

Ниже приведена блок-схема, которая показывает принцип работы алгоритма.



*Рисунок 2. Блок-схема работы стенда*

### **Анализ результатов**

По полученным данным можно сравнивать эффективность алгоритмов распознавания. Для этого введем предельно допустимое число ложных распознаваний  $FAR_{MAX}$ . Затем из всех полученных результатов для алгоритмов отбираются все данные  $u$ , чей показатель  $FAR \leq FAR_{MAX}$ . Затем для отобранных записей сравнивается число пропусков  $FRR$ , и отбираются алгоритмы с наименьшим показателем. Таким образом, наиболее эффективным признается алгоритм, который при допустимом показателе  $FAR$  дает меньшее количество пропусков  $FRR$ .

Также результаты, полученные после испытаний на стенде, можно использовать для подбора порога схожести для каждого алгоритма, при котором алгоритм будет давать заданное соотношение между значениями ошибок  $FAR$  и  $FRR$ .

### **Список литературы:**

1. Рожков М.М. Система неадаптивного распознавания образов в условиях ограниченного количества информации: монография / М.М. Рожков; Владим. гос. ун-т. — Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. — 120 с. — ISBN№ 978-5-9984-0212-8.
2. Managed Extensibility Framework Overview [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd460648.aspx>.

## О ПОСТРОЕНИИ ДЕСКРИПТОРОВ И НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

*Семи́н Лев Андре́евич*

*аспирант ВлГУ,*

*г. Владимир*

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

*Голубев Андрей Серге́евич*

*канд. техн. наук, доцент ВлГУ,*

*г. Владимир*

*E-mail: [andrey.golubev@vlsu.ru](mailto:andrey.golubev@vlsu.ru)*

*Звягин Михаи́л Юрьевич*

*канд. физ.-мат. наук, доцент ВлГУ,*

*г. Владимир*

*E-mail: [muz1953@yandex.ru](mailto:muz1953@yandex.ru)*

В данной статье развивается и конкретизируется подход, применяемый в задаче некооперативного распознавания лиц, предложенный в [1]. Его характеризуют две особенности. Во-первых, использование не одного, а набора алгоритмов (методик) анализирующий один и тот же образ (алгоритм вычисления оценок, кратко АВО [2, с. 67]). Во-вторых, и применение отвлекающих образов — «квазиэталонов». Под последним подразумеваются эталоны базы, не являющиеся эталонами интереса. Это означает, что соответствующие им тесты заведомо не могут появиться на входе системы.

### **Построение дескрипторов**

Основным понятием, которое используется как в [1], так и в более ранней работе [3] является «методика». Это понятие комплексное, оно включает в себя последовательность преобразований используемого фото, которая заканчивается построением некоторого линейного объекта (чаще всего вектора). Этот объект является точкой метрического пространства. Таким образом, различные фото сравниваются по некоторой метрике; поскольку методик много, то и метрик применяется много. Итак, «исходный элемент» конструкции это пара «фото + методика» (Ф, М). Фото, входящее в пару, по сути, и есть «квазиэталон» — понятие, используемое в [1]. Совокупность таких элементов являются сырьем для дальнейших построений.

Далее, создается большое множество тестовых (обучающих) пар. Каждая пара маркируется как  $-1$  (чужие),  $+1$  (свои). Считается, что пары упорядочены, то есть роли в них распределены; одно фото пары — эталон (Э), другое — тест (Т). Предполагается, что используемые тестовые пары не содержат фото, входящие во множество «исходных элементов».

1. Проводится элементарный эксперимент. Объединяем фотографию эталона (Э) и фотографию (Ф) из исходного элемента, смотрим, к чему окажется ближе тест в смысле методики М, взятой из того исходного элемента, что и Ф. Если ближе оказывается Э, то тестовая пара классифицируется как  $+1$ , в противном случае, как  $-1$ . Так «исходный элемент» начинает играть роль индикатора. В результате получаем две цифры — ту, которую дал элементарный эксперимент и истинную.

2. Поставим вопрос так: «фото тестовой пары из одного класса?» Ответ: да, тогда  $x = 1$ , если нет  $x = 0$ . Таким образом, «исходный элемент» превращается в булеву переменную  $x$ .

3. Выделим некоторый набор индикаторов  $x_1, \dots, x_n$ . Проверим их реакцию на множество тестовых пар. В результате каждая тестовая пара преобразуется в дескриптор длины  $n$ , состоящий из 0 и 1.

### **Определение мнения системы**

Индикаторов много; то есть, для каждой пары получается последовательность из 0 и 1, которую мы называем «дескриптором». Можно использовать подмножество индикаторов, тогда он получится более коротким. Далее требуется построить булеву функцию, при помощи которой мы будем определять «мнение всей системы».

Вариант 1. Рассмотрим случай применения порога  $d$ ; его считаем не в процентах, а абсолютных величинах. Решение — «свои» система принимает, когда количество индикаторов, выдавших значение 1 не меньше  $d$ . Это соответствует истинности следующей булевой функции  $\sum x_{i_1} x_{i_2} \dots x_{i_d}$ ; логическая сумма всех мономов длины  $d$ . Такая организация булевой функции называется «каскад». Он необученный, но его можно обучать при помощи, например, AdaBoost.

По этому варианту был проведен эксперимент по базе изображений Color FERET [4], наборы «А» и «В». Из 401 фотографий набора «А» были составлены исходные элементы путем сопоставления фотографии с методикой, выбранной случайным образом из 36 существующих. Оставшиеся фотографии набора «А» были использованы в качестве эталона при создании тестовых пар, с каждым эталоном организовывалось две тестовых пары с тестовыми фотографиями из набора «В» таким образом, что в одну тестовую пару



включалась фотография того же человека, что и на фотографии эталона, таким образом пара становилась классом «+1», т. е. «своей», в другую тестовую пару включалась фотография другого человека, выбранная случайным образом из набора «В». Всего тестовых пар получилось 800. По вышеописанной методике для каждой пары был сформирован дескриптор длиной в 401 элемент. Экспериментальным путем был установлен порог  $d$  в 320 индикаторов, выдавших значение 1. При таком пороге система правильно распознала 395 тестовых пар класса «свои» и 396 пар класса «чужие». Таким образом ошибка первого рода составила 1,25 %, ошибка второго рода — 1,0 %. Суммарная ошибка составляет 2,25 %. В зависимости от типа задачи можно уменьшить ошибку первого или второго рода, путем изменения порога. Т. е. можно добиться результата, когда система будет определять правильно 100 % пар класса «свои», но при этом в более частых случаях ошибочно срабатывать при определении пар класса «чужие».

Вариант 2. Рассмотрим другой пример построения булевой функции; для настройки используем класс «свои». Пусть используется, например, четыре индикатора  $x_1, \dots, x_4$ . Допустим, пара из класса +1 выдает дескриптор (1,1,0,1), ей ставится в соответствие моном  $x_1x_2x_4$ ; другая пара выдает дескриптор (0,1,1,0) — ей ставится в соответствие моном  $x_2x_3$  и т. д. Булева функция — это логическая сумма всех дескрипторов, которые используются для её построения. В итоге имеем следующее. Если использовать весь класс «свои», то ошибка 1-го рода будет равна 0, по построению. Ошибка 2-го рода определяется экспериментом. Если использовать часть класса +1, то обе ошибки определяются экспериментально. Крайний случай, это когда используется один моном; например,  $x_1x_2x_3x_4$ . Эту булеву функцию мы использовали раньше и называли её «капсула». В этом случае обучение состоит просто в выборе подмножества индикаторов. Предполагается придать булевой функции подвижный характер. Пусть на начальном этапе мы имеем определенный объем обучающего материала — большое количество. Мы хотим уменьшить, для ускорения оперативной работы системы, их число, не теряя в показателях качества. Сокращение не означает уничтожение индикаторов, не попавших в этот урезанный список; весь массив индикаторов сохраняется. Пункт 1 предлагает весьма грубый подход, а более гибкий пункт 2. Накапливается новый материал. Он может привести к необходимости выбора новой булевой функции. То есть, предполагается наличие некоторой программы, которая работает параллельно программе оперативного распознавания.

Она периодически меняет булеву функцию. Подобным образом устроено обновление сигнатур в антивирусных программах.

Приоритет определяется типом решаемой проблемы. Пусть приоритетной является, как это часто бывает на практике, задача — «не допустить ложного срабатывания», то есть минимизировать ошибку 2-го рода.

Предположим (условно), что в памяти компьютера есть:

1. Фотографии эталонов интереса (группа 1).
2. Фотографии, используемые для построения индикаторов (группа 2).

3. Пусть у нас еще есть третья резервная группа фотографий. Её назначение состоит в формировании пары «чужие». Такие пары формируются для настройки системы по схеме, описанной ранее: фото со входа — тест; фотография из группы 3 — эталон.

Напомним, что фотографии групп 2 и 3 таковы, что соответствующие люди не могут появиться на входе. Ключевые вопросы: сколько нужно индикаторов и какие фотографии (в смысле качества) следует для них использовать. На первый вопрос ответ — достаточно большое количество, около 1000 различных индикаторов. На второй вопрос ответ неоднозначен; возможны варианты.

Вариант 1. Для индикаторов используются фото такого же типа (качества), что и поступают на вход. Индикаторы должны оттянуть на себя фото со входа, тогда, когда соответствующие им лица на входе не представлены в группе 1.

Вариант 2. Для индикаторов используются фото такого же типа (качества), что и группе 1. В этом случае замысел состоит в следующем: фото на входе не принадлежит ни индикатору, ни эталону интереса. Получается ситуация подобная бросанию монетки; индикатор ошибочно может сказать «свои» с вероятностью примерно 50 %. Здесь важно, чтобы индикаторов было много.

Таким образом, тип фото группы 2 определяется выбором варианта. Возможны и комбинированные схемы. Далее, базовым, все же является вариант вовсе без настройки. Решение принимается при помощи использования порога .

### **Настройка системы**

Рассмотрим вариант с настройкой с учетом указанного приоритета.

Итак, в исходной постановке вопрос ставится следующим образом: «эта пара — свои?», если ответ не свои, то делается вывод — пара «чужие». Изменим постановку вопроса. Предположим, что настройка осуществляется на парах класса — 1 (чужие). При этом

вопрос задается наоборот: «эта пара — чужие?». При такой постановке вопроса следует строить мономы по нулям дескриптора. Пусть проекция пары на индикаторы дает нули в позициях  $i_1, \dots, i_n$ ; тогда строится моном  $\bar{x}_{i_1} \dots \bar{x}_{i_n}$ . Логическая сумма таких мономов и дает булеву функцию  $\sum \bar{x}_{i_1} \dots \bar{x}_{i_n}$ , которая отвечает на поставленный вопрос о классе уже любой пары (не из обучающего множества). Таким образом, если вернуться к первоначальной постановке вопроса, то надо взять отрицание этой функции. В этом случае булева функция отрицания представляется как логическое произведение  $(x_{i_1} + \dots + x_{i_n}) \cdot (\dots) \dots (\dots)$ . Это означает, что формируется последовательность групп индексов  $\{i_1, \dots, i_n\}, \{\dots\}, \dots$ . Все сведется к проверке, есть ли хотя бы одна 1 в каждой группе, если да, то пара относится к классу «свои».

### Список литературы:

1. Голубев А.С. Особенности распознавания методом ближайшего элемента в алгоритмах вычисления оценок. / Голубев А.С., Звягин М.Ю., Прокошев В.Г., Рожков М.М. // Прикладная информатика. — М., 2013. — № 1. — С. 18—25.
2. Журавлев Ю.И., Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. / Ю.И. Журавлев, В.В. Рязанов, О.В. Сенько — М.: Фазис, 2005. — 159 с.
3. Рожков М.М. Проблема автоматического распознавания лиц с одним эталонным изображением / В.Г. Прокошев, М.М. Рожков, П.Ю. Шамин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление». — СПб., 2010. — № 5. — С. 13—18.
4. The Color FERET Database [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/colorferet.cfm>.

## ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПОК ПРЕДПРИЯТИЯ

*Туркина Наталья Рудольфовна*

*доцент, канд. техн. наук, доцент СПГУТД,*

*г. Санкт-Петербург*

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

*Денмухаметов Ильгиз Ильдарович*

*студент кафедры прикладной информатики СПГУТД,*

*г. Санкт-Петербург*

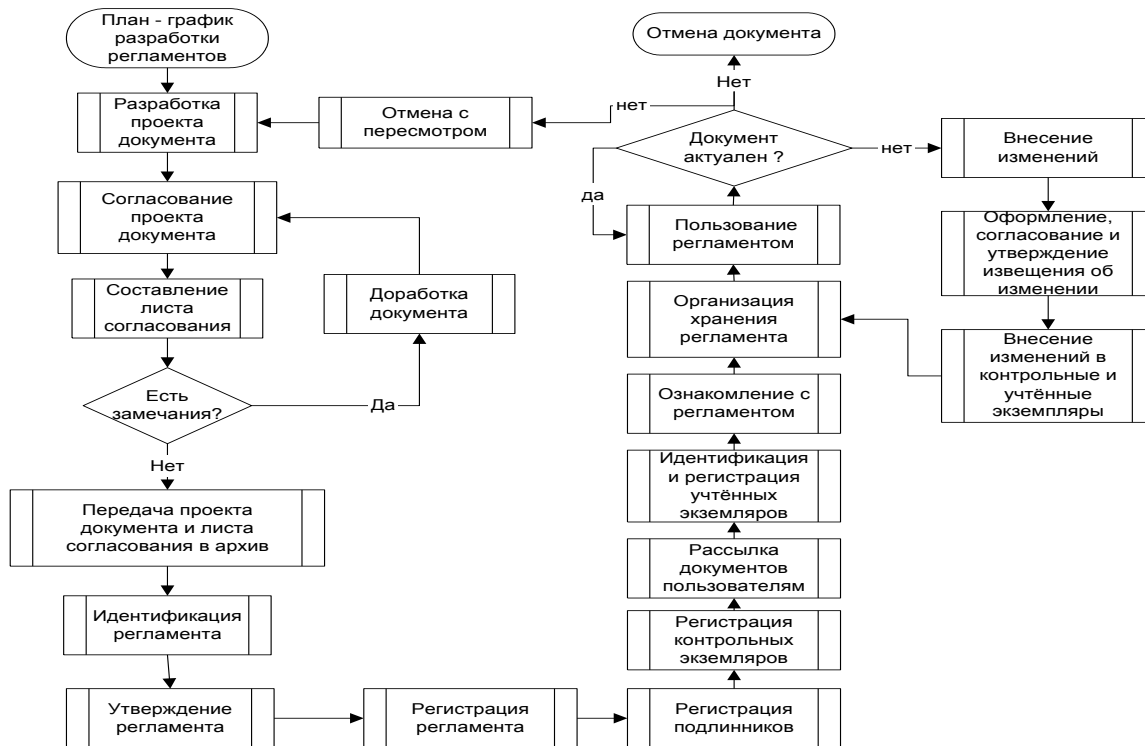
*E-mail: [mister-den@mail.ru](mailto:mister-den@mail.ru)*

Современное предприятие для успешного функционирования в условиях жесткой конкурентной борьбы должно быстро адаптироваться к изменившимся требованиям рынка. Это обстоятельство повышает роль анализа деятельности предприятия и особенно его систем управления.

Для формализации структуры процесса управления внутренними нормативными документами рассматривалась деятельность нескольких предприятий, предоставляющих услуги обслуживания электротехнического оборудования. Для обеспечения надлежащего уровня качества услуг, соответствующего запросам и ожиданиям заказчиков, были сформулированы единые требования к оформлению и обработке внутренних документов предприятий.

В результате анализа документооборота рассматриваемых предприятий было установлено, что управляемые условия для внутренних нормативных документов создаются посредством осуществления следующей последовательности действий: разработка проектов документов; согласование проектов документов с заинтересованными лицами; утверждение (признание законной силы) документов; введение документов в действие; определение подлинников, контрольных и учетных экземпляров документов; идентификация, регистрация и хранение документов; передача учетных экземпляров документов пользователям; ознакомление пользователей с документами; периодическая проверка документов; разработка, идентификация, согласование, утверждение, регистрация и внесение изменений в документы; отмена, изъятие учетных экземпляров отмененных документов и уничтожение документов.

Был разработан порядок управления внутренними документами предприятия, схема которого представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Порядок управления внутренними нормативными документами**

Разработанный порядок управления внутренними нормативными документами может распространяться на различные виды документов и стандартов предприятия, методические инструкции. При более детальном анализе деятельности указанных предприятий нами были определены следующие этапы работ по закупке товарно-материальных ценностей (ТМЦ).

Подготовка к размещению заказа начинается переговорами с выбранным поставщиком. В ходе переговоров выясняется принятая поставщиком форма приёма заказа, уточняется цена ТМЦ, условия, срок и форма оплаты, форма и срок поставки, способы и возможности контроля выполнения заказа. В ходе переговоров необходимо обеспечивать наличие скидок и заказ ТМЦ для поставок в будущем.

Заказ на поставку ТМЦ должен производиться только в письменной форме. Рассылка заказов на поставку производится по электронной почте или средствами факсимильной связи. Заполненный бланк заказа передается поставщику при помощи факсимильной связи или электронной почты. Этап размещения заказа завершается контролем получения и размещения заказа у поставщиков.

В зависимости от договоренности об условиях, сроках и формах оплаты ТМЦ, производится процедура оплаты заказа.

Контроль выполнения заказа производится путем получения информации от поставщика о степени готовности ТМЦ, его местоположения (при доставке ТМЦ на склад поставщика или компании).

Проверка закупленной продукции на соответствие установленным требованиям может проводиться у поставщика или на складе компании. Во время получения продукции необходимо проверить описание прилагаемых документов, комплектацию, сверить номера изделий и блоков, сертификаты, эксплуатационную документацию, тару и упаковку, консервацию, пломбирование, транспортировку.

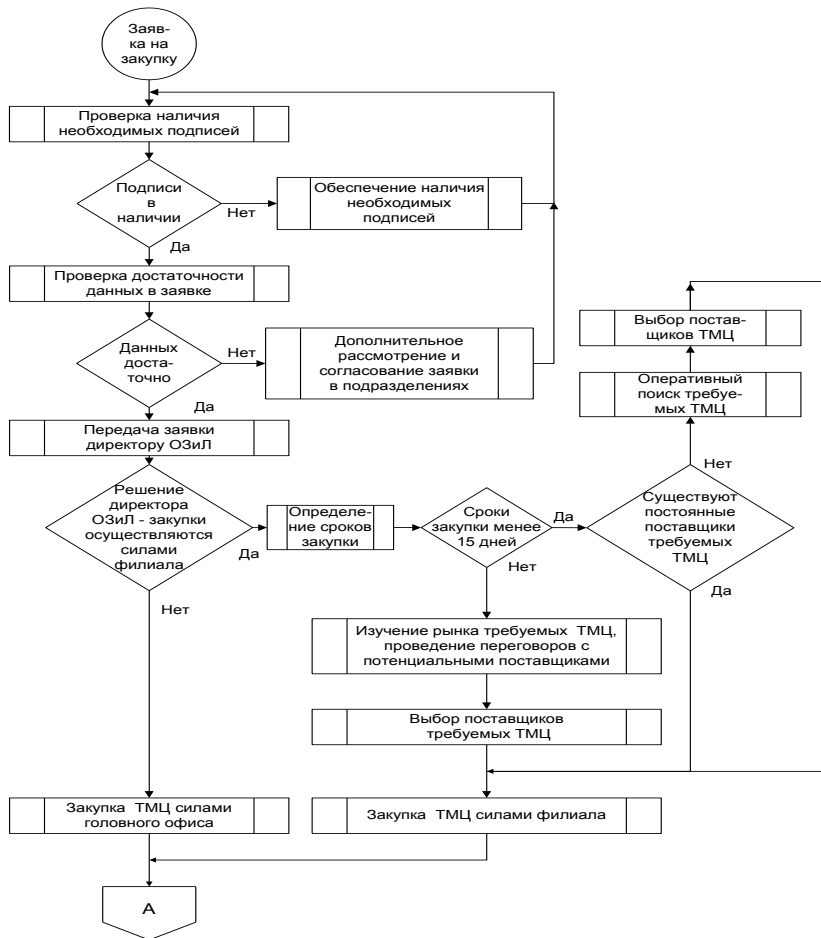
По результатам идентификации ТМЦ на складе компании может возникнуть необходимость проведения претензионной (рекламационной) работы.

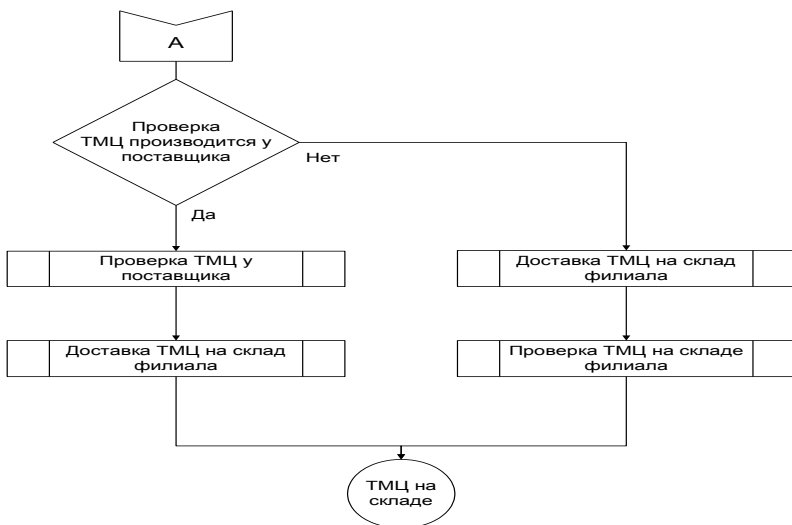
На основании акта приемки поставленных ТМЦ или рекламационного акта, составленного в ТО на основании акта несоответствия, менеджер, проводивший закупку данных ТМЦ, оформляет претензионное письмо (в свободной форме на бланке компании, с приложением акта).

Результатом претензионной (рекламационной) работы является, в зависимости от обнаруженных несоответствий:

- допоставка недостающих ТМЦ;
- замена неисправных или несоответствующих заказу ТМЦ.

Весь вышеперечисленный порядок работ для производства процесса закупки ТМЦ на предприятии представлен на рисунке 2:





***Рисунок 2. Порядок управления закупками на предприятии***

В дальнейшем данный алгоритм предполагается использовать для создания схемы потоков информации (данных) между элементами системы управления, построения ее информационной модели и, наконец, разработки информационной системы, поддерживающей эффективное управление деятельностью предприятия.



## **2.2. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ОТБОРА СТУДЕНТОВ НА МАГИСТЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ**

*Закирова Эльвира Ильшатовна*

*соискатель, ассистент ЧФ ПНИПУ,*

*г. Чайковский*

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

На сегодняшний день одной из актуальных задач в рамках реализации многоуровневой модели образования является эффективное управление процессом отбора студентов при переходе с одного образовательного уровня на другой. Сформированные на предыдущем образовательном уровне компетенции студентов могут существенно влиять на систему отбора. Это обуславливает необходимость их учета при формировании контингента вузов.

Задача отбора характеризуется значительным разнообразием параметров, оценивающих качество предшествующей подготовки, характеризующих опыт, возможности, способности и знания, которые накоплены и получены студентом за предшествующий период обучения в вузе, и выражаемых количественными, качественными и нечеткими переменными. При этом можно выделить две подзадачи:

1. классификация выпускников бакалавриата для определения оптимального профиля магистерской программы в рамках одного направления подготовки;
2. распределение студентов по группам, программы которых отличаются по степени «продвинутости».

Для эффективного решения второй из них предлагается использовать дискриминантный анализ, который представляет собой совокупность методов, позволяющих решать задачи идентификации объектов по заданному набору характерных признаков [2].

В качестве объектов статистической классификации выступает группа выпускников бакалавриата.

Применение компетентностного подхода к оценке результатов

образования должно привести к формированию новой системы оценочных средств с переходом от оценки знаний к оценке сформированных в результате освоения ООП компетенций. Разработка математической модели велась с учетом принятого допущения, что показатели, характеризующие оценки академических компетенций ( $X^{(i)}$ ), полученные при анализе приложений к дипломам выпускников бакалавриата и экспертным путем, распределяются по нормальному закону.

В рассматриваемом случае имеются данные по двум группам (классам):

- $M_1$  (группа выпускников бакалавриата, которым в соответствии с проведенной оценкой их академической и исследовательской компетентности [1, с. 14] рекомендуется осваивать базовую программу магистратуры);
- $M_2$  (группа выпускников бакалавриата, которым в соответствии с проведенной оценкой их академической и исследовательской компетентности [1, с. 14] рекомендуется осваивать программу магистратуры продвинутого уровня).

Исходные данные могут быть представлены в двух видах:

1. в табличной форме (таблица 1) в виде подмножеств (обучающих комбинаций оценок академических компетенций)  $M_1$  и  $M_2$  и подмножества  $M_0$  (комбинации интегрированных средних оценок сформированности отдельных компетенций выпускников);

2. в виде матриц (формула 1)  $X^{(1)}, X^{(2)}, \dots, X^{(q)}$ , размером  $(n_k \times p)$ , где  $n_k$  — это количество обучающих комбинаций оценок академических компетенций, характеризующих класс  $M_1$  (при  $k=1$ ) и класс  $M_2$  (при  $k=2$ ), а также количество комбинаций интегрированных средних оценок сформированности отдельных компетенций, соответствующих числу выпускников, поступающих в магистратуру и подлежащих классификации (при  $k=0$ );  $p$  — это количество академических компетенций, по которым рассчитываются оценки.

Таблица 1.

Исходные данные для дискриминантного анализа

Название группы $M_k$ ( $k = 0, 1, 2$ )	Номер объекта, $i$ ( $i = 1, 2, \dots, n_k$ )	Оценки академических компетенций, $j$ ( $j = 1, 2, \dots, p$ )			
		$x_1$	$x_2$	...	$x_p$
Группа с базовым освоением программы магистратуры $M_1$	1	$x_{1,1}^{(1)}$	$x_{1,2}^{(1)}$	...	$x_{1,p}^{(1)}$
	2	$x_{2,1}^{(1)}$	$x_{2,2}^{(1)}$	...	$x_{2,p}^{(1)}$
	...	...	...	...	...
	$n_1$	$x_{n_1,1}^{(1)}$	$x_{n_1,2}^{(1)}$	...	$x_{n_1,p}^{(1)}$
Группа с углубленным освоением программы магистратуры (продвинутый уровень) $M_2$	1	$x_{1,1}^{(2)}$	$x_{1,2}^{(2)}$	...	$x_{1,p}^{(2)}$
	2	$x_{2,1}^{(2)}$	$x_{2,2}^{(2)}$	...	$x_{2,p}^{(2)}$
	...	...	...	...	...
	$n_2$	$x_{n_2,1}^{(2)}$	$x_{n_2,2}^{(2)}$	...	$x_{n_2,p}^{(2)}$
Группа выпускников бакалавриата $M_0$ , подлежащая дискриминации	1	$x_{1,1}^{(0)}$	$x_{1,2}^{(0)}$	...	$x_{1,p}^{(0)}$
	2	$x_{2,1}^{(0)}$	$x_{2,2}^{(0)}$	...	$x_{2,p}^{(0)}$
	...	...	...	...	...
	$n_0$	$x_{n_0,1}^{(0)}$	$x_{n_0,2}^{(0)}$	...	$x_{n_0,p}^{(0)}$

$$X^{(1)} = \begin{pmatrix} x_{1,1}^{(1)} & x_{1,2}^{(1)} & \dots & x_{1,p}^{(1)} \\ x_{2,1}^{(1)} & x_{2,2}^{(1)} & \dots & x_{2,p}^{(1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n_1,1}^{(1)} & x_{n_1,2}^{(1)} & \dots & x_{n_1,p}^{(1)} \end{pmatrix}, \quad X^{(2)} = \begin{pmatrix} x_{1,1}^{(2)} & x_{1,2}^{(2)} & \dots & x_{1,p}^{(2)} \\ x_{2,1}^{(2)} & x_{2,2}^{(2)} & \dots & x_{2,p}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n_2,1}^{(2)} & x_{n_2,2}^{(2)} & \dots & x_{n_2,p}^{(2)} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

$$X^{(0)} = \begin{pmatrix} x_{1,1}^{(0)} & x_{1,2}^{(0)} & \dots & x_{1,p}^{(0)} \\ x_{2,1}^{(0)} & x_{2,2}^{(0)} & \dots & x_{2,p}^{(0)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n_0,1}^{(0)} & x_{n_0,2}^{(0)} & \dots & x_{n_0,p}^{(0)} \end{pmatrix},$$

где:  $x_{n_0,p}^{(0)}$ ,  $x_{n_1,p}^{(1)}$ ,  $x_{n_2,p}^{(2)}$  — показатели, характеризующие оценки академических компетенций;

$n_1$  — количество шаблонных комбинаций оценок академических компетенций, характеризующих класс  $M_1$ ;

$n_2$  — количество шаблонных комбинаций оценок академических компетенций, характеризующих класс  $M_2$ ;

$n_0$  — количество комбинаций интегрированных средних оценок сформированности отдельных компетенций, соответствующих числу выпускников, поступающих в магистратуру.

Реализация предлагаемого метода в виде системы поддержки принятия решений позволяет классифицировать выпускников бакалавриата, входящих в группу  $M_0$ , с известными значениями исходных переменных (интегрированными средними оценками сформированности отдельных компетенций)  $x_{n_0,p}^{(0)}$ , с целью распределения по заданным группам  $M_1$  и  $M_2$ , различающихся уровнем сложности магистерской образовательной программы.

Апробация предложенного метода проведена на примере моделирования процесса отбора студентов для направления подготовки бакалавров и магистров 230100.62 и 230100.68 «Информатика и вычислительная техника», профиль — «Автоматизированные системы обработки информации и управления» [3].

В качестве признаков использованы средние показатели сформированности по профессиональным (ПК) и общекультурным (ОК) компетенциям, а также усредненный показатель сформированности научно-исследовательской работы выпускников-бакалавров (НИРС), так как развитие научно-исследовательских компетенций является главной целью обучения в магистратуре. На усмотрение экспертов в качестве признаков могут быть заданы другие характеристики.

Матрицы обучающих комбинаций оценок академических компетенций для групп с базовым (формула 2) и углубленным (формула 3) освоением программы магистратуры заполняются экспертным путем, где первый столбец соответствует признаку ПК, второй — ОК, а третий — НИРС.

$$X^{(1)} = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 4,5 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4,3 \\ 4,3 & 4,6 & 4 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где:  $X^{(1)}$  — матрица обучающих комбинаций оценок для базовой группы магистратуры, состоящая из четырех объектов.

$$X^{(2)} = \begin{pmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 4,7 \\ 4,8 & 5 & 5 \\ 5 & 4,6 & 5 \\ 4,6 & 5 & 4,8 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где:  $X^{(2)}$  — матрица обучающих комбинаций оценок для продвинутой группы магистратуры, состоящая из пяти объектов.

Для заполнения матрицы  $X^{(0)}$  необходимо предварительно осуществить расчет интегрированных средних оценок сформированности отдельных компетенций в диапазоне от 3 до 5 баллов. Для этого анализируются приложения к дипломам выпускников. Расчет показателей осуществляется по следующей формуле:

$$O_i = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n O_i \cdot T_i, \quad (4)$$

где:  $O_i$  — академическая оценка в дипломе студента по  $i$ -й дисциплине или виду работ;

$n$  — общее количество академических оценок в дипломе студента, равное сумме экзаменов, зачетов, курсовых работ и проектов;

$T_i$  — трудоемкость  $i$ -ой дисциплины или вида работ.

Например, для вычисления интегрированной средней оценки по компетенции ОК-08 получим следующее выражение:

$$O_{cp} = \frac{108 \cdot 4 + 72 \cdot 4 + 144 \cdot 4 + 144 \cdot 4 + 144 \cdot 4}{108 + 72 + 144 + 144 + 144} + \frac{360 \cdot 5 + 324 \cdot 5 + 144 \cdot 5}{360 + 324 + 144} + \frac{36 \cdot 4}{36} = 4,56$$

где: выражение в числителе ( $108 \cdot 4 + 72 \cdot 4 + 144 \cdot 4 + 144 \cdot 4 + 144 \cdot 4$ ) определяет интегрированную среднюю оценку сформированности компетенции ОК-8 по дисциплинам с формой контроля «зачет»;

выражение в числителе  $(360 \cdot 5 + 324 \cdot 5 + 144 \cdot 5)$  определяет интегрированную среднюю оценку сформированности компетенции ОК-8 по дисциплинам с формой контроля «экзамен»;

выражение в числителе  $(36 \cdot 4)$  определяет интегрированную среднюю оценку сформированности компетенции ОК-8 по дисциплине, предполагающей выполнение курсовой работы.

В данном примере использованы показатели четырех выпускников (формула 6).

$$X^{(0)} = \begin{pmatrix} 4,8 & 3 & 4,9 \\ 5 & 4,9 & 5 \\ 5 & 4,8 & 4,7 \\ 4,2 & 4,7 & 4 \end{pmatrix}, \quad (6)$$

где:  $X^{(0)}$  — матрица интегрированных средних оценок сформированности отдельных компетенций.

В результате проведенного анализа получены следующие результаты:

- выпускнику № 1 (ПК — 4,8, ОК — 3, НИРС — 4,9) предложено продолжить обучение в базовой группе;
- выпускнику № 2 (ПК — 5, ОК — 4,9, НИРС — 5) предложено продолжить обучение в продвинутой группе;
- выпускнику № 3 (ПК — 5, ОК — 4,8, НИРС — 4,7) предложено продолжить обучение в продвинутой группе;
- выпускнику № 4 (ПК — 4,2, ОК — 4,7, НИРС — 4) предложено продолжить обучение в базовой группе.

Таким образом, с помощью предложенного метода дискриминантного анализа разработана математическая модель для решения задачи отбора студентов в магистратуру вуза. Проведенные исследования показали, что данный метод эффективен при распределении выпускников бакалавриата по программам различного уровня продвинутой в зависимости от сформированных на первой ступени высшего профессионального образования академических и исследовательских компетенций.

### **Список литературы:**

1. Гитман М.Б., Данилов А.Н., Столбов В.Ю. Об одном подходе к контролю уровня сформированности базовых компетенций выпускников вуза // Высшее образование в России, № 4, 2012, с. 13—18.
2. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы и основы эконометрики: Учебник. — М.: МЭСИ, 2003. — 352 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров и магистров 230100.62 и 230100.68 «Информатика и вычислительная техника» — М.: Министерство образования и науки Российской Федерации, 2010. — 15 с.

## **2.3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН, КОМПЛЕКСОВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ**

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СЕТЕВОГО СИМУЛЯТОРА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ «МЯГКОГО» ВАРИАНТА НЕПРЕРЫВНОГО МОДЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

*Николаев Николай Николаевич*

*аспирант ВлГУ,*

*г. Владимир*

*E-mail: nikolaevn.home@gmail.com*

*Шамин Павел Юрьевич*

*канд. техн. наук, инженер-программист ИВЦ ВлГУ,*

*г. Владимир*

*E-mail: trace83@mail.ru*

#### **Описание модели**

Параллельный сетевой симулятор (ПСС) представляет собой программный комплекс позволяющий производить имитационное моделирование сетей различных конфигураций, в том числе гетерогенных и с переменной топологией.

Физически параллельный сетевой симулятор ПСС представляет собой распределённое приложение, предназначенное для работы в среде операционной системы Linux с использованием технологии MPI. При запуске симулятора создаётся один управляющий процесс (УП) и несколько (как, минимум, один) моделирующих процессов (МП). Модель сети, представленная в виде определённой иерархии объектов, разбивается на сегменты, каждый из которых поддерживается своим МП. Взаимодействие между узлами моделируемой сети в ПСС осуществляется путём передачи объектов «пакет данных». Логика модели реализуется путём вызова на каждом шаге моделирования для каждого узла моделируемой сети модулей расширения. Модули расширения физически представляют собой динамические библиотеки Linux. Модули расширения могут: порождать новые пакеты, обрабатывать и перенаправлять пакеты,



поступившие на узел, и собирать статистику работы. Доставка пакетов данных в моделируемой сети осуществляется по различным алгоритмам в зависимости от того, требуется ли выполнить доставку пакета узлу, моделируемому тем же МП (локальная доставка) или другим МП (удалённая доставка). Локальная доставка производится копированием объекта «пакет данных» из буфера исходящих пакетов объекта узла-отправителя в буфер входящих пакетов узла-получателя. Удалённая доставка выполняется путём передачи MPI сообщения в адрес МП, которым поддерживается узел-получатель.

Подробнее об устройстве и принципах использования ПСС можно узнать в [1].

В настоящий момент реализовано два варианта симуляции работы сети, отличающиеся методами изменения и учета модельного времени.

В первом варианте отсчёт модельного времени осуществляется циклами. Изменение модельного времени в ПСС происходит с дискретным шагом фиксированного размера, равным единице. Синхронизация модельного времени на всех МП осуществляется естественным образом процедурой удалённой доставки. Логика основного цикла работы МП ПСС приведена на рис. 1 а.

Дискретное изменение времени моделирования не всегда приемлемо, кроме того, передача пакетов от узла к узлу происходит всегда за один шаг, то есть пакет, переданный на текущем шаге, в начале следующего оказывается на узле-получателе.

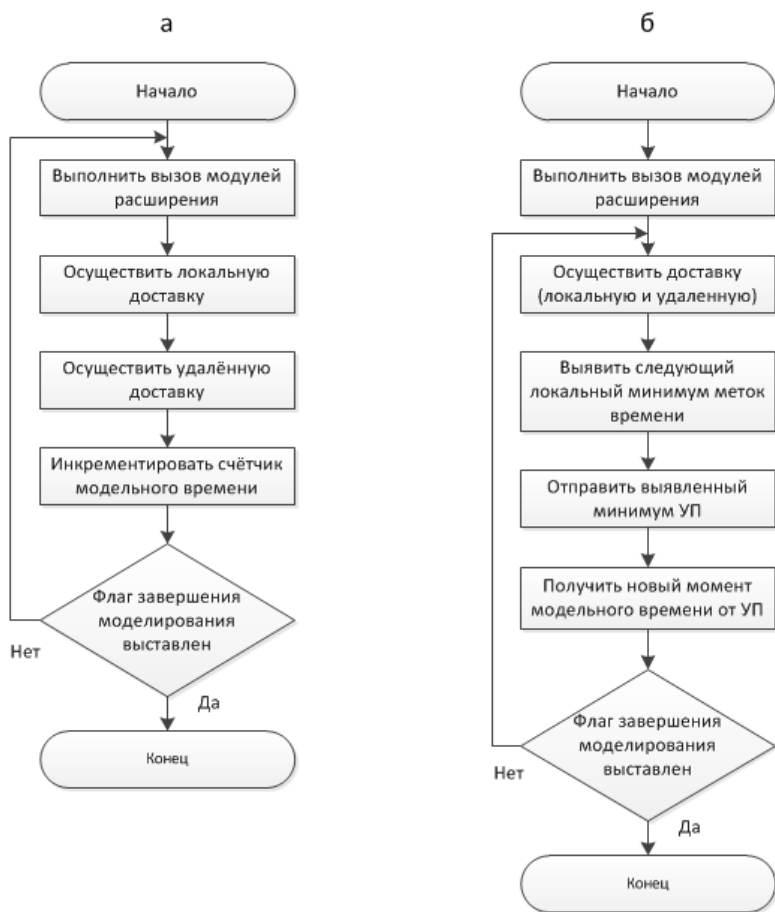
С учётом вышесказанного выше, ПСС был модернизирован. Для реализации возможности доставки пакетов за произвольное время потребовалось оснастить каждый узел дополнительным буфером пакетов, находящихся в состоянии ожидания. Для определения момента фактического поступления, каждый пакет был дополнен меткой времени доставки к адресату.

Ядро при данной реализации ПСС выступает в качестве «арбитра» синхронизации системного времени, осуществляет опрос узлов на предмет «локального» ближайшего времени обработки пакетов на МП, и последующую рассылку «глобального» ближайшего на все МП, которые в свою очередь осуществляют обработку пакетов, которые должны быть обработаны в новый текущий момент времени.

Изменение метки времени обработки пакета производится как ядром ПСС, имитирующем задержку при транспортировке пакета, так и узлами системы, имитирующими затраты времени на обработку.

Подробнее о принципе работы описанного выше варианта ПСС можно узнать в [2].

С учётом описанной логики изменения модельного времени, основной цикл работы МП ПСС приобрёл вид, приведённый на рис. 1.б.



**Рисунок 1. а) Основной цикл работы МП ПСС с дискретным временем; б) Основной цикл работы МП ПСС после модернизации**

Вариант непрерывного модельного времени, синхронного в пределах всей модели, обладает как минимум одним существенным недостатком: в случае, если все пакеты имеют различные метки времени обработки, на каждой итерации работы реально выполняет работу только один МП, которому принадлежит упомянутый пакет.

При таком подходе за счёт распределённого характера модели мы получаем выгоду от увеличения её максимальной размерности.

В качестве следующей модернизации предлагается отказ от единого в пределах всей модели модельного времени. Отсчет модельного времени предполагается сделать независимым для каждого пакета, хранить в нем, а при обработке увеличивать на некоторую величину.

В отличие от «жёсткого» варианта непрерывного модельного времени (единого для всей модели), данный вариант не требует добавления в модель дополнительных буферов пакетов находящихся в состоянии ожидания. При пересылке пакетов также для каждой связи должна индивидуально определяться величина задержки, которая также будет увеличивать внутренний счетчик пакета. Также увеличение этого счётчика могут выполнять модули расширения, имитируя затраты времени на обработку пакета.

Такой алгоритм позволяет за счёт некоторого снижения адекватности моделирования получить значительно более высокое быстродействие симулятора и при этом не потерять возможность работы с непрерывным представлением модельного времени.

### **Список литературы:**

1. Шамин П.Ю., Алексанян А.С., Прокошев В.В. Параллельный сетевой симулятор: концепция и перспективы развития // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. — СПб. 2009. — № 3. — С. 18—24.
2. Шамин П.Ю., Прокошев В.В. Модернизация параллельного сетевого симулятора ПСС // Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах. Материалы XII Всероссийской конференции (Н. Новгород, 26—28 ноября 2012 г.) / Под ред. проф. В.П. Гергеля. — Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2012. — С. 440—444.

## СЕКЦИЯ 3.

### ФИЗИКА

#### 3.1. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

#### ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ SRWO<sub>4</sub> ИОНАМИ ND<sup>3+</sup>

***Исаев Владислав Андреевич***

*д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики и инф. систем КубГУ,  
г. Краснодар*

***Игнатьев Борис Владимирович***

*канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и инф. систем КубГУ,  
г. Краснодар*

***Лебедев Андрей Валерьевич***

*инженер кафедры физики и инф. систем КубГУ, г. Краснодар*

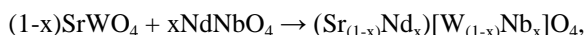
***Плаутский Павел Геннадьевич***

*инженер кафедры физики и инф. систем КубГУ, г. Краснодар  
E-mail: [avlbdv@gmail.com](mailto:avlbdv@gmail.com)*

*Работа является частью комплексных исследований, проводимых при финансовой поддержке проекта РФФИ № 12-02-31014 «Выращивание и исследование монокристаллов твердых растворов со структурой шеелита как новых нелинейных сред для генерации и преобразования лазерного излучения».*

Кристаллы вольфрамата стронция, легированные Nd<sup>3+</sup>, представляют интерес в качестве активных сред ВКР-лазеров — многофункциональных устройств, осуществляющих лазерную генерацию и ВКР-преобразование внутри одной активной среды [5]. Важной задачей на пути создания совершенного оптического

материала встает поиск возможностей достижения оптимальных спектроскопических параметров и оптико-физических свойств среды. Основной проблемой при легировании вольфрамата стронция неодимом является несоответствие зарядового состояния, а так же ионного радиуса  $\text{Nd}^{3+}$ , замещающего  $\text{Sr}^{2+}$ . Наилучшие на сегодня результаты достигаются при солегировании кристаллов  $\text{SrWO}_4:\text{Nd}^{3+}$  ионами  $\text{Nb}^{5+}$ , компенсирующими заряд [4]. При этом происходит образование твердого раствора по схеме:



что позволяет достичь наиболее близкого к единице (-0.8) эффективного коэффициента распределения неодима. Настоящая работа посвящена исследованию особенностей распределения активатора в объеме кристалла при замене ионов  $\text{Nb}^{5+}$  ионами  $\text{Ta}^{5+}$ , а так же изучению влияния концентрации активатора и сорта соактиваторной примеси на спектроскопические характеристики среды.

Кристаллы  $\text{SrWO}_4:\text{Nd}^{3+}$  выращивались модифицированным методом Чохральского. Подробности проведения ростовых экспериментов и спектроскопических исследований приведены в [1]. В таблице 1 приведены характеристики полученных монокристаллов.

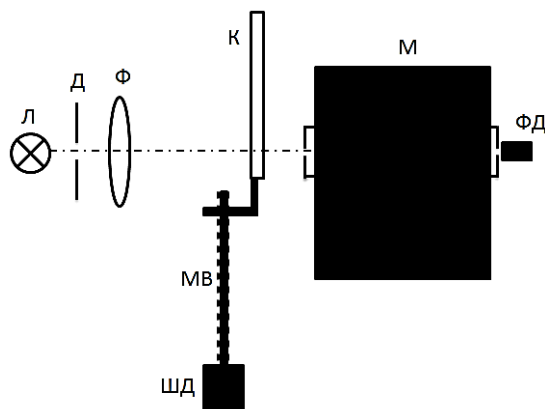
**Таблица 1.**

**Характеристики монокристаллов  $\text{SrWO}_4:\text{Nd}^{3+}$**

№	Состав шихты	Объемная скорость кристаллизации, см <sup>3</sup> /час	Размеры кристаллов, мм	Начальная концентрация $\text{Nd}^{3+}$ в кристалле, см <sup>-3</sup>
1	$\text{SrWO}_4 + 1 \text{ вес. \% WO}_3 + 1 \text{ вес. \% NdNbO}_4$	1,15	Ø 22×80	$8,95 \times 10^{19}$
2	$\text{SrWO}_4 + 1 \text{ вес. \% WO}_3 + 2 \text{ вес. \% NdNbO}_4$			$1,78 \times 10^{20}$
3	$\text{SrWO}_4 + 1 \text{ вес. \% WO}_3 + 2 \text{ вес. \% NdTaO}_4$			$1,66 \times 10^{20}$

Для измерения коэффициента поглощения неодима вдоль кристаллической пластины на фиксированной длине волны, с целью исследования распределения активатора в объеме слитка, использовалась установка, представленная на рисунке 1. Параллельный пучок света от галогеновой лампы накаливания Л, формируемый диафрагмой Д и системой линз Ф, проходя через исследуемый образец

монокристаллической пластины К, проецировался на входную щель монохроматора МДР-23, М. Перемещение пластины осуществлялось с помощью подвижки с микрометрическим винтом МВ, соединенным с шаговым двигателем ШД. Сигнал кремниевого фотодиода ФД регистрировался с помощью программно-аппаратного комплекса ОСЦИГЕН в компьютерной программе, осуществляющей управление шаговым двигателем и запись сигнала фотодиода в режиме самописца. Монохроматор устанавливался на длину волны поглощения одного из переходов  $\text{Nd}^{3+}$ . Для исключения вклада отражения от поверхностей образца, на той же длине волны регистрировалась величина пропускания номинально чистого кристалла, которая являлась поправочным делителем при дальнейших расчетах.



**Рисунок 1. Схема установки для исследования распределения неодима вдоль кристаллической пластины. Л — лампа, Д — диафрагма, Ф — система линз, К — кристаллический образец, МВ — микрометрический винт, ШД — шаговый двигатель, М — монохроматор, ФД — фотодиод.**

На рисунке 2 показаны распределения неодима вдоль оси роста кристаллов с различной концентрацией активатора и сортом соактиваторной примеси, измеренные вдоль пластин, вырезанных из цилиндрической части кристаллов, на длине волны 805 нм (переход  ${}^4\text{I}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{F}_{5/2}$ ). Зависимости относительной концентрации от доли закристаллизованного расплава продемонстрировали Рэлеевское распределение, находясь в согласии с соответствующим выражением:

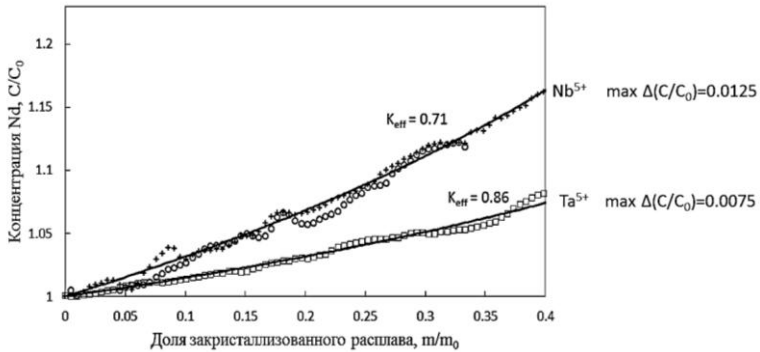
$$\frac{C}{C_0} = (1 - g)^{K_{eff} - 1}, \quad (1)$$

где:  $C$  — концентрация примеси в твердой фазе в зависимости от доли  $g$  закристаллизованного вещества,

$K_{eff}$  — эффективный коэффициент распределения примеси,

$C_0$  — начальная концентрация примеси.

Из рисунка видно, что для концентраций  $NdNbO_4$  1 и 2 вес.% в расплаве, коэффициент распределения остается постоянным, насколько позволяет судить применяемый подход, и в данных условиях кристаллизации составляет 0,71. При этом замена соактиваторного иона  $Nb^{5+}$  на  $Ta^{5+}$  позволяет повысить  $K_{eff}$  до величины 0,86. Коэффициент распределения примеси оказывает существенное влияние на оптическую однородность растущего кристалла. Так, из рисунка 2 видно, что при увеличении  $K_{eff}$  снижаются колебания концентрации активатора вдоль кристаллического слитка (уменьшается величина локальных отклонений от аппроксимирующих линий), а, кроме того, снижается эффект накопления примеси в расплаве, уменьшая разброс концентрации в начале и конце кристалла. С учетом полученных значений  $K_{eff}$ , рассчитанные начальные концентрации неодима в кристаллах приведены в таблице 1.



**Рисунок 2.** Экспериментальные зависимости относительных концентраций  $Nd^{3+}$  в кристалле  $SrWO_4$  от доли закристаллизованного расплава, содержащего исходно 1 вес. %  $NdNbO_4$  (+), 2 вес. %  $NdNbO_4$  (°) и 2 вес. %  $NdTaO_4$  (□). Линии — аппроксимация выражением (1). Показаны максимальные отклонения относительной концентрации от аппроксимирующей линии,  $\max \Delta(C/C_0)$ , для случаев двух различных соактиваторов.

Исследования данных кристаллов, проведенные в рамках теории Джадда-Офельта [2, 3], показали, что спектрально-люминесцентные свойства образцов слабо зависят от условий легирования. В таблице 2 приведены полученные параметры Джадда-Офельта и сечения люминесценции, рассчитанные по формуле Фухтбауэра-Ладенбурга в максимумах полос важнейших лазерных переходов неодима исследованных кристаллов.

**Таблица 2.**

**Параметры интенсивности Джадда-Офельта ( $\Omega_2, \Omega_4, \Omega_6$ ) и сечения люминесценции ( $\sigma_{em}$ ) монокристаллов  $\text{SrWO}_4:\text{Nd}^{3+}$ .**

Состав исходной шихты	$\Omega_2, 10^{-20}$ $\text{см}^2$	$\Omega_4, 10^{-20}$ $\text{см}^2$	$\Omega_6, 10^{-20}$ $\text{см}^2$	$\sigma_{em}, 10^{-20} \text{ см}^2$	
				${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow$ ${}^4\text{I}_{11/2}$	${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow$ ${}^4\text{I}_{13/2}$
$\text{SrWO}_4$ : 1 вес. % $\text{NdNbO}_4$	13,10	3,90	5,05	3,03	1,07
$\text{SrWO}_4$ : 2 вес. % $\text{NdNbO}_4$	13,99	4,60	5,49	3,35	1,11
$\text{SrWO}_4$ : 2 вес. % $\text{NdTaO}_4$	13,25	4,16	5,13	3,26	1,05

### Список литературы:

- Исаев В.А., Игнатьев Б.В., Лебедев А.В., Плаутский П.Г., Аванесов С.А. Особенности выращивания номинально чистых и легированных неодимом монокристаллов вольфрамата стронция // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. — 2012. — № 79. — С. 57—68.
- Judd B.R. Optical absorption intensities of rare-earth ions // Phys. Rev. — 1962. — Vol. 127. — P. 750—761.
- Ofelt G.S. Intensities of crystal spectra of rare-earth ions // J. Chem. Phys. — 1962. — Vol. 37. — P. 511—520.
- Voronina I.S., Ivleva L.I., Basiev T.T., Zverev P.G., Polozkov N.M.. Active Raman media:  $\text{SrWO}_4:\text{Nd}^{3+}$ ,  $\text{BaWO}_4:\text{Nd}^{3+}$ . Growth and characterization // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials. — 2003. — Vol. 5. — P. 887—892.
- Zverev P.G., Basiev T.T., Ivleva L.I., Osiko V.V., Polozkov N.M., Voronina I.S. Raman laser on strontium tungstate crystal // OSA Proc. TOPS. — 2002. — Vol. 68. — P. 70—73.



## СЕКЦИЯ 4.

### БИОЛОГИЯ

#### 4.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

##### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM L.*) В ДВУХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПУНКТАХ

*Иеронова Виктория Викторовна*

*канд. биол. наук, старший преподаватель ТюмГУ, г. Тюмень*

*E-mail: [Vita17.80@mail.ru](mailto:Vita17.80@mail.ru)*

Ячмень — одна из важнейших зернофуражных культур России, ее площадь составляет в настоящее время 9 млн. га, вместо 29 млн. га в 80-е годы XX столетия. В нашей стране использование ячменя ограничено в основном зернофуражными целями. В то же время за рубежом ячмень широко, особенно в последнее время, используется для пищевых целей, как источник повышенного содержания жиров и антиоксидантов.

В экстремальных почвенно-климатических условиях Тюменской области повышение экологической пластичности сортов ячменя является основой стабильности урожая данной культуры в регионе. В успешном решении этой задачи ведущая роль принадлежит научно-обоснованному подбору исходного материала. Очень важно вовлечь в этот процесс, помимо местного, материал различного эколого-географического происхождения, что играет значительную роль в выявлении новых форм и закономерностей в формообразовательном процессе.

При изучении генофонда исходного материала имеет значение выбор правильных критериев отбора с учетом условий внешней среды. Для этого испытание сортов рекомендуется вести на разных фонах и в разных экологических условиях [1, с. 337]. Такие исследования расширяют знания об эколого-географической изменчивости и норме реакции вида, что позволяет выделить формы с хозяйственно-ценными признаками.

В качестве материала исследований взяты 20 образцов ярового ячменя из мировой коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова выделенных нами ранее по ряду хозяйственно ценных признаков. Отобранные образцы прошли экологическое испытание в двух географических пунктах (г. Тюмень — пункт 1 и биостанция ТюмГУ «оз. Кучак», Нижне-Тавдинский район Тюменской области — пункт 2) Тюменской области. В проведенном нами эксперименте выявлены различия в фенотипическом проявлении признаков ячменя.

Полевая всхожесть. Условия для прорастания и дружности появления всходов более благоприятно складывались на экспериментальном участке биологического факультета (пункт 1). Полевая всхожесть в среднем по сортам составила в этом пункте 64,6 %, в то время как на участке биостанции «оз. Кучак» (пункт 2) она была достоверно ниже (53,8 %). При этом в пункте 1 преобладали сорта (n=13) с высокими значениями данного параметра (>60,1 %), а во втором пункте основная часть образцов (n=15) характеризовалась средними (40—60 %) показателями признака. Образцы Челябинский 95 (к-30450, Челябинская обл.), Криничный (к-27605, Беларусь), Korina (к-30069, Германия), Ача (st1) и Кедр (st2) обладали высокими процентами полевой всхожести в обоих пунктах, что, возможно, указывает на их более высокую, в сравнении с другими сортами, способность к адаптации в различных условиях среды.

Биологическая устойчивость. Изучение данного параметра в разных географических точках выявило некоторые различия у образцов исследуемой коллекции в зависимости от места проведения эксперимента. Только 5 сортов (Сонет, к-30448, Свердловская обл.; Челябинский 95, к-30450, Челябинская обл.; Криничный, к-27605, Беларусь; Sebeco 7722, к-29235, Нидерланды; Colter, к-30409; США) выращенных в пункте 1 превосходили по рассматриваемому признаку образцы, выращенные в пункте 2. Среднее значение по образцам (70,3 %) в пункте 1 также было ниже в сравнении с пунктом 2 (75,2 %).

Жизнеспособность. В среднем по образцам наибольшее количество растений, в сравнении с количеством высевных семян, сохранилось в пункте 1 и составило 45,9 %. Однако ряд сортов, по показателям жизнеспособности полученных в условиях биологической станции на оз. Кучак, превзошел аналогичные значения популяций этих же сортов выращенных на экспериментальном участке биологического факультета (г. Тюмень). К вышеназванным образцам относятся: Гелиос (к-28936, Одесская обл.); Sjak (к-30049, Норвегия); Loubi (к-30251, Швеция); Dvoran (к-19913, Чехословакия) и Кедр (st2).

В пункте 1 данный параметр изменялся от 29,0 % (Гелиос, к-28936, Одесская обл.) до 61,0 % Hartland (к-29188, Канада). Отмечено преобладание сортов (n=15) со средними (40,1—60,0 %) значениями жизнеспособности растений. В условиях пункта 2 этот признак изменялся от 31,0 % (Polar, к-30048, Норвегия) до 54,3 % (Ача). Было выделено две группы с одинаковым количеством сортов (n=11) характеризовавшиеся низкими (20,1—40,0 %) и средними (40,1—60,0 %) значениями признака, соответственно.

Проблема полегания. Для оценки устойчивости к полеганию оценивались следующие признаки: высота растений, количество междоузлий на главном стебле, диаметр, длина и масса первого и второго междоузлий.

Высота растений подвержена значительным колебаниям в зависимости от географического пункта, года выращивания и особенностей сорта [2, с. 171].

Устойчивость к полеганию зависит также от числа междоузлий. Считается, чем их больше, тем менее устойчивы растения. У большинства образцов чуть больше междоузлий развивалось в пункте 1. Однако изучаемый набор сортов характеризовался слабой вариацией данного признака при перемещении из одних условий в другие. При этом выделились образцы, Омский 85 (к-27927, Омская обл., 5,8 шт.) и Криничный (к-27605, Беларусь, 4,7 шт.), характеризовавшиеся практически полным отсутствием изменчивости. В среднем по сортам количество междоузлий на стебле колебалось от 4,8 шт. (пункт 1) до 5,1 шт. (пункт 2), что достоверно превышало значения признака у st1 (Ача; 4,4—4,6 шт.) и было на уровне со st2 (Кедр; 4,8—5,3 шт.).

Балловая оценка устойчивости растений ячменя к полеганию выявила численное превосходство образцов (n=16) с очень высокими показателями признака (9 баллов). Исключение составили сорта Омский 85 (к-27927, Омская обл.), Polar (к-30048, Норвегия) Sjak (к-30049, Норвегия), Korina (к-30069, Германия) и Loubi (к-30251, Швеция), которые в зависимости от места проведения эксперимента в фазу полной спелости оценивались баллами от 5 до 7. Растения неустойчивых к полеганию образцов были на 8,1—10,3 см выше растений неполегающих сортов. По мере созревания степень полегания, чаще всего увеличивалась в сравнении с фазой кущения.

Устойчивость к полеганию связывают с особенностями строения нижних междоузлий. Так, например, считается, что у неполегающих сортов, как правило, больший диаметр соломины [3, с. 320].

В качестве показателя устойчивости к полеганию была предпринята попытка использования индекса (соотношения массы

междоузлия к его длине) для первого ( $J_1$ ) и второго ( $J_2$ ) междоузлия. При этом установлено, что не всегда высокие значения индекса являются показателем вертикальной устойчивости растений. Так, сорта Омский 85 (к-27927, Омская обл.), Polar (к-30048, Норвегия) и Sjak (к-30049, Норвегия) характеризовались одними из самых больших значений соотношения массы и длины обоих междоузлий, однако их устойчивость к полеганию оценивалась в 5—7 баллов.

Корреляционный анализ ряда признаков показал их отрицательную связь с устойчивостью к полеганию (в баллах), за исключением длины первого междоузлия в пункте 1 ( $r=0,13$ ). Возможно, это связано с погодными условиями, а также с прочностью и анатомическим строением соломины и генотипическими особенностями изучаемых образцов. При этом обнаруженные корреляции были в основном слабыми. В обоих пунктах средними значениями коэффициентов характеризовались такие признаки как высота растений ( $r= -0,48$  —  $-0,49$ ) и количество междоузлий на главном стебле ( $r= -0,51$  —  $-0,60$ ). Среднюю степень влияния на устойчивость к полеганию оказывали также диаметр первого ( $r=-0,44$ ) и второго ( $r=-0,36$ ) междоузлия в пункте 2. Соотношение массы и длины междоузлий ( $J_1$  и  $J_2$ ) имело слабую обратную корреляцию с данным параметром ( $r= -0,10$  —  $-0,26$ ).

Сорта по своей природе бывают разными — с широкой экологической пластичностью и малопластичные. Первые способны давать высокую урожайность в разных зонах, в разной экологической обстановке, вторые — только в строго определенных локальных зонах, что объясняется их реакцией на изменение внешних условий. Если нет гармонии между биологией сорта и окружающей средой, наступает нарушение физиологических функций организма, что приводит к ослаблению его жизнестойкости, депрессии и, в конечном счете, снижению продуктивности и качества семян [4, с. 483].

Анализ данных по элементам структуры урожая, в разных географических пунктах, существенных различий по большинству из них не выявил, за исключением массы зерна с колоса и продуктивной кустиности. Сортовые различия были более значительны. В то же время по каждому из рассмотренных параметров выявлены сорта, значительно реагирующие на изменение условий выращивания.

Обнаружена положительная корреляция урожайности с признаками продуктивности, которая могла варьировать в зависимости от места проведения эксперимента: массой зерна с главного колоса ( $r=0,37$ — $0,40$ ), количеством зерен с растения ( $r=0,26$ — $0,64$ ), массой зерна с растения ( $r=0,57$ — $0,72$ ) и продуктивным стеблестоем на  $1 \text{ м}^2$  ( $r=0,42$ — $0,51$ ).

Устойчивость к болезням. Первые, единичные пятна гельминтоспориозов (*Bipolaris sorociniana* [Sacc] Shomaker и *Pirenophora teres* Drechler) на изучаемых образцах ячменя были обнаружены в фазу кущения.

В период колошения в пункте 1 распространенность болезни колебалась от 63,6 % (Ача, стандарт) до 100 % (Московский 3/125, к-29977, Московская обл.; Korina, к-30069, Германия; Dvogan, к-19913, Jubilant, к-29889 и КМ-150, к-29138 из Чехословакии). Во втором пункте данный показатель был ниже и варьировал от 21,0 % (Ача, стандарт) до 84,2 % (Polar, к-30048). При этом на биостанции «оз. Кучак» выделились 7 сортов характеризующиеся сильной устойчивостью к заболеванию (1 балл). Остальные образцы, как во втором, так и в первом пунктах по степени поражения листво́й поверхности оценивались в два балла.

Все изучаемые сорта, проходящие изучение в двух географических пунктах, оказались восприимчивы к пятнистостям. В фазу молочной спелости распространенность болезни достигла 100 %, в обоих пунктах. Степень поражения гельминтоспориозами варьировала от 3 до 4 баллов. Исключение составили лишь сорта Московский 3/125 (к-29977) и Мик-1 (к-30593) из Московской области, у которых в условиях второго пункта площадь поражения листьев не превышала 20 % (2 балла).

Таким образом, было установлено, что по ряду параметров изучаемые образцы ячменя в разной степени реагировали на изменение экологических условий выращивания. При этом удалось выявить формы с наименьшей степенью варьирования по ряду хозяйственно-ценных признаков, что возможно говорит об их более высокой экологической пластичности.

### **Список литературы:**

1. Дорюфеев В.Ф. Мировой генофонд культурных растений и его использование в селекции // Сельскохозяйственная биология. — 1981. — Т. XVI, № 3. — С. 337—349.
2. Кобылянский В.Д. Географическая изменчивость некоторых морфологических и биологических признаков озимой ржи / В.Д. Кобылянский, А.Е. Корзун // тр. по прикл. бот., ген. и сел. — 1975 — Т. 55, вып. 3. — С. 170—185.
3. Культурная флора СССР / М.В. Лукьянова [и др.]. — Л.: Агропромиздат, 1990. — Т. 2, ч. 2. — 421 с.
4. Строна И.Г. Биологические основы семеноводства / И.Г. Строна // Сельскохозяйственная биология. — 1980. — Т. XV, № 4. — С. 483—489.

## **ВОЗДЕЛЫВАНИЕ АМАРАНТА В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

***Юусифов Назим Магамед оглы***

*д-р сел-хоз. наук, профессор, АГАУ,  
г. Гянджа*

*E-mail: [nazim.yusifov.40@mail.ru](mailto:nazim.yusifov.40@mail.ru)*

***Даидамиров Камандар Шукур оглы***

*канд. биол. наук, доцент, АГАУ,  
г. Гянджа*

***Амиров Шахин Агамир оглы***

*канд. хим. наук, доцент, АГАУ,  
г. Гянджа*

***Кулиева Нурлана Акиф кызы***

*докторант АН Азербайджана, ассистент АГАУ,  
г. Гянджа*

*E-mail: [nurlanka82@mail.ru](mailto:nurlanka82@mail.ru)*

**Резюме:** Исследования проводились в связи с необходимостью расширения выращивания амаранта, в частности, определение видов, которые могут расти в Азербайджане.

Интенсификация кормопроизводства предусматривает, наряду с возделыванием хорошо изученных и широко распространенных культур, внедрение в производства новых малораспространенных кормовых культур, отличающихся высокой урожайностью и хорошими кормовыми достоинствами. Среди них большой интерес представляет амарант, отличающихся высокой урожайностью, повышенным содержанием питательных веществ и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. Именно по этому необходима в кратчайшие сроки добиться широкого распространения и использования амаранта в кормопроизводстве Азербайджанской Республике.

Интерес к амаранту проявляется в настоящее время после 400-летнего перерыва. До того, на протяжении 8 тысячелетий он был одной из основных пищевых культур коренных жителей Америки. В настоящее время амарант в качестве зерновой, кормовой и овощной культуры выращивается в США и странах Латинской Америки,

Европы, Африки и особенно большое значение приобрел в Индии, Пакистане и других странах Азии [1].

Как известно, животноводы пока не удовлетворены качеством кормов, их несбалансированностью по питательным веществам: аминокислотам, витаминам, микро- и макроэлементам. Это приводит к снижению выхода животноводческой продукции. Для улучшения кормовой базы и получения высококачественных белков, содержащих незаменимые аминокислоты (лизин, триптофан, треонин), предлагается ввести в севооборот новую культуру — амарант.

Амарант — мало известное в нашей стране культурное растение Американского происхождения.

В СССР кормовые свойства амаранта изучались в 30—50 годах, однако исследования не сдвинулись с опытных делянок.

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития народного хозяйства является животноводство, которое во многом зависит от уровня производства высококачественных кормов. По этому, большое значение приобретает организация кормопроизводства на обрабатываемых землях. На основе создания высокопродуктивных агроценозов путем подбора культур и интродукций новых видов, которые наиболее эффективно использовать биоклиматические ресурсы зон.

По этому, важным резервом кормопроизводства может явиться подбор и возделывание новых высокоурожайных, достаточно солеустойчивых кормовых культур характеризующихся как высоким содержанием белка, так и сбалансированностью по питательным веществам: аминокислотам, витаминам, макро- и микроэлементам.

Состояния кормопроизводства республики значительно отстает от потребностей животноводства как по количеству производимых кормов, так и по их качеству. Первоочередной задачей в укреплении кормовой базы является устранение дефицита белка.

Большим резервом в решении задачи увеличения производства и качества кормов служит интродукция новых кормовых культур.

Длительное изучение полезных растений нашей республики и широкое использование мировых растительных ресурсов позволили выделить многие виды кормовых растений, отличающихся высокой питательностью и урожайностью.

Амарант привлек внимание человека еще восемь тысяч лет назад. Он был ценной пищей для Майя и Инков.

Амарант высокопродуктивное и очень устойчивое к воздействию экстремальных факторов растение. Оно не требует сложной агротехники и не нуждается в химической защите от вредителей

и болезней, т. е. является экологически чистым. Амарант хорошо растет на различных типах почвы. Весьма отзывчив на высокое плодородие почвы и внесение органических и минеральных удобрений [2].

Малоизвестны в нашей республике виды семейства *Amaranthaceae* род *Amaranthus* L.; которые являются высокоурожайными кормовыми силосными культурами. Из-за ряда полезных свойств очень перспективно применение в кормопроизводстве растений рода амарантовых. Включение амаранта в состав рационов питания для сельскохозяйственных животных очень перспективно, поскольку многие авторы наряду с высокой урожайностью, но и ценным химическим составом амаранта отличают его способностью повышать продуктивность и сохранность поголовья животных.

Однако, несмотря на явное преимущества амаранта по сравнению с другими кормовыми культурами, вопрос его внедрения в кормопроизводство решен в настоящее время далеко не полностью. Поэтому исследование влияния амаранта на физиологические показатели и продуктивность сельскохозяйственных животных открывает новые возможности для использования этой перспективной кормовой культуры в отечественном кормопроизводстве и, тем самым, способствует расширению ассортимента новых растительных сырьевых ресурсов.

В настоящее время по амаранту приоритетными научными направлениями принято считать пополнение генофонда, интенсификацию семеноводства и селекции, изучение биоэкологических особенностей физиологии и биохимии, питательной и пищевой ценности, разработку зональных приемов агротехники, способов приготовления кормов и их наиболее эффективное использование, разработку способов переработку зеленой массы и семян на кормовые, пищевые и лекарственные цели и др.

Несмотря на благоприятные почвенно-климатические условия, животноводства и птицеводства Азербайджана в течение ряда лет испытывают острый недостаток в качественных кормах. Одной из культур призванной существенно улучшить кормопроизводства республики, является амарант.

Главные преимущества амаранта – большая урожайность, питательность, устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Благодаря высокому качеству белка, содержащего незаменимые аминокислоты различные виды амаранта привлекают нас выделить большое внимание на их интродукцию в Республику. Хорошо изучена способность амаранта приспосабливаться к недостатку влаги и засолению характерного для нашей Республики. В последние годы получены данные



об адаптации некоторых видов амаранта в условиях нашей Республики.

Наша работа посвящена изучению структурных, биологических, физиологических особенностей и продуктивности разных форм и видов амаранта в условиях Азербайджана. В работе в основном были использованы растения культурные виды амаранта: Багряной, Ультра, Сем, Лера, Харковский-1, Гигант и некоторые гибридные формы амаранта.

Поскольку амарант — новая культура для нашей республики, необходимо детальное изучение возможностей амаранта как кормовой и зерновой культуры по сравнению с возможностями других культур возделываемых в Азербайджане.

Амарант — однолетнее, высокорослое (2—3 м) растение с мясистым стеблем. Листья большие, овальные, сверху заостренные. Зеленая масса 43—60 % складывается из листьев, 33—35 % из стеблей и 18—28 % из соцветий. В зеленой массе амаранта в зависимости от фазы развития содержится: 18—25 % сухого вещества, 3,0—3,9 % сырого протеина, 0,5—0,65 % жира, 3,9—5,45 % клетчатки, 0,46—0,53 % кальция, 0,004—0,005 % фосфора и 40 мг каротина. В пересчете на абсолютно сухой вес приходится: сырого протеина 15,6—16,75 % жира 2,4—2,8 %, клетчатки 16—21,7 %, кальция 2,1—2,6 %, фосфора 0,2—0,21 и каротина 160—200 мг.

По сравнению зеленая масса кукурузы в фазе молочно-восковой спелости зерна содержит 7,5—8,0 % протеина, что 2—3 раза меньше чем в амаранте [3].

С целью совершенствования структуры кормовых полей нами с 1989 года ведется возделывание амаранта в условиях нашей республики.

Как показывают результаты наших исследований, зеленая масса, соцветия и семена растений амаранта по содержанию белка, аминокислот (особенно лизина, метионина и триптофана), масла, макро- и микроэлементов, витаминов и других биологически активных веществ значительно превосходят основные традиционные кормовые и продовольственные культуры и могут использоваться на кормовые, пищевые, технических так и в лечебных цели.

Из результатов нашей работы следует, что амарант обладает высокой питательной ценностью, низкой токсичностью и оказывает выраженное положительное влияние на продуктивность, сохранность на физиологическое состояние животных практически всех возрастных групп без увеличения как стоимости кормов, так и затрат корма. Такое действие амаранта может быть результатом нормализации обменных процессов и усиление функциональной активности основных систем

организма. Обнаруженные нами положительные эффекты мы связываем, с одной стороны с высоким содержанием в амаранте незаменимых аминокислот, а с другой стороны с уникальным витаминным, липидным, минеральным составом амаранта.

Амарант все чаще привлекает ученых, сельхозпроизводителей и многих людей высокой урожайностью биомассы (2000—3000 центнер) и зерна (2—3 тон) наличием большого количества белка, засухоустойчивостью, хорошей отзывчивостью на агротехнику, адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям, низкой нормой высева семян, интенсивностью роста, устойчивостью к болезням и вредителям.

Как указано выше амарант — малоизвестное в нашей стране культурное растение американского происхождения. В течении последних 15—20 лет нами ведутся широкие исследования амаранта. Введено и исследовано ряд сортов. Разработана агротехника и их возделывания. Организовано широкое внедрение в кормопроизводства, которая должна помочь животноводам решить проблему обеспечения белком все возрастающее потребность животных.

Все сказанное дает основание считать, что амарант культурой является первоочередных исследований, направленных на внедрение его в производства. Обогащение растениеводства новыми полезными для народного хозяйства культурами, является важным фактором интенсификации сельского хозяйства, ускорения решения задач обеспечения людей продовольствием. Особое значение амарант представляет для регионов с рискованным земледелием и в целом для животноводства, как важный источник высококачественного белка. Сборы последнего на посевах амаранта при средних урожаях зеленой массы составляют 1,5—2 тон, а в благоприятных условиях до 3 тон и более.

Наши поисковые научные исследования и производственное испытание амаранта в последние 2—3 года показали, что он может успешно возделываться во всех почвенно-климатических зонах республики и уже в ближайшие годы может стать существенным резервом кормов и белка [4].

В результате исследований теоретически обоснованы и предложены производству первые рекомендации по агротехнике, возделыванию и использованию амаранта в нашей республике. В будущем изучение этой перспективной культуры необходима, продолжить не только с целью получения высококачественных белков, незаменимых аминокислот и других физиологически активных веществ, но и для выявления новых, еще не познанных свойств

которые позволят расширить область использования амаранта в различных отраслях народного хозяйства [5].

Несмотря на явные преимущества амаранта по сравнению с другими кормовыми культурами вопрос его внедрения в кормопроизводства решен в настоящее время далеко не полностью. По этому исследованию влияния амаранта на физиологические показатели и продуктивность сельскохозяйственных животных открывает новые возможности для использования этой перспективной кормовой культуры в отечественном кормопроизводстве и, тем самым способствует расширению ассортимента новых растительных сырьевых ресурсов Азербайджана.

### **Список литературы:**

1. Возделывание и использование амаранта в СССР: материалы I Всесоюзной Научной Конференции, изд. Казанского Университета, 1991. — 196 с.
2. Чернов И.А., Б.Я. Земляной Амарант фабрика белка: изд. Казанского Университета, 1991. — 91 с.
3. Биохимические особенности амаранта возделываемого в Азербайджанской Республике: материалы Научно-практической Конференции, Гянджа, 2007. С. 86.
4. Юсифов Н.М., К.Ш. Дашдамиров, Н.А. Кулиева Возделывание и использование амаранта в Азербайджане кормовых целях: Second Materials of International Scientific Conference, г. Гори Грузия, 2010
5. Юсифов Н.М., К.Ш. Дашдамиров, Н.А. Кулиева Возделывание амаранта как кормовой культуры в Азербайджане: научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования научные труды Санкт-Петербургского Гос. Университета, 2011, с. 85

## 4.2. БОТАНИКА

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ РЕДКОСТИ ВИДОВ РАСТЕНИЙ, ЗАНЕСЕННЫХ В КРАСНУЮ КНИГУ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Федяева Валентина Васильевна**

*канд. биол. наук, доцент ЮФУ,*

*г. Ростов-на-Дону*

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

**Дзигунова Юлия Викторовна**

*аспирант ЮФУ,*

*г. Ростов-на-Дону*

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

Красная книга Ростовской области [5] в части её растительных объектов явилась итогом многолетнего изучения видового разнообразия флоры и микобиоты Ростовской области и их раритетного компонента. В ней обобщена информация о 327 редких и исчезающих видах растений и грибов Ростовской области, в том числе 217 видах сосудистых растений, 46 видах мохообразных и 64 видах макромицетов и лишайников. Сведения об их распространении практически целиком основаны на материалах научных фондов гербариев (RV, RWBG), период накопления которых превышает 120 лет. История формирования группы редких и исчезающих видов растений Ростовской области, требующих охраны на региональном уровне, уже освещалась нами в литературе [8].

С 2005 г. Южный федеральный (до 2006 г. — Ростовский государственный) университет при финансовой поддержке Комитета по охране окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области осуществляет проект «Ведение Красной книги Ростовской области: мониторинг краснокнижных видов», важной задачей которого, среди прочих, является научно-методическое обеспечение подготовки второго издания Красной книги Ростовской области, намеченного на 2014 г. [7, 9, 10].

Одним из актуальных научно-методических вопросов при изданиях региональных Красных книг является разработка региональных критериев редкости видов (региональных шкал категорий редкости), а также адаптация шкалы статуса редкости видов, принятой в федеральной Красной книге [4, с. 6], к специфике региональной флоры и микобиоты. Применение двух шкал — основной и дополнительной региональной — как показывает опыт, снимает часть трудностей и противоречий при включении в региональные Красные книги видов, иногда весьма обычных за пределами региона (как правило, это виды, находящиеся на территориях регионов на границах или в изолированных эксклавах своих ареалов), и их категоризацию с применением стандартных шкал статуса редкости видов. Это особенно актуально для Ростовской области.

Характерная особенность флоры Ростовской области и, соответственно, ее раритетного компонента — большое число погранично-ареальных видов. Среди сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Ростовской области, их доля составляет 35,9 % (78 видов). Большая часть погранично-ареальных видов принадлежит к видам северных гумидных флорогенетических центров (бореальных и неморальных), южная граница равнинной части ареала которых достигается в бассейне среднего течения Дона на севере области. Наряду с этим, серия видов южных аридных флорогенетических центров (древнесредиземноморских нагорно-степных и пустынных) имеет на юго-востоке и юге области западную и северо-западную границы своих ареалов.

Кроме того, флора Ростовской области богата особенно ценными с природоохранной точки зрения реликтовыми, дизъюнктивными и эндемичными видами растений. Наибольшее число реликтовых, эндемичных и находящихся под угрозой исчезновения видов растений обитает на каменистых обнажениях разного литологического состава, песчаных массивах. Особенно богата нуждающимися в охране видами растений территория Донецкого края и Северного Приазовья — наиболее густонаселенная, урбанизированная и промышленно развитая часть области.

Важно, что некоторые из редких и исчезающих видов растений нигде более, как в Ростовской области, в России не произрастают. К ним принадлежат, например, *Campanula macrostachya* Waldst. & Kit. ex Willd., *Caragana scythica* (Kom.) Pojark., *Centaurea donetzica* Klok., *C. protogerberi* Klok., *Cleome donetzica* Tzvel., *Cymbochasma borysthenica* (Pall. ex Schlecht.) Klok., *Haplophyllum suaveolens* (DC.) G. Don fil., *Hyacinthella pallasiana* (Stev.) Losinsk., *Genista scythica* Pacz., *Linum*

*czernjajevii* Klok., *Onosma graniticola* Klok., *O. tanaitica* Klok., *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Aschers., *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn, *Scrophularia donetzica* Dubovik, *Serratula donetzica* Dubovik и др.

В последнем издании федеральной Красной книги [4, с. 6] использована ставшая уже традиционной для отечественных изданий 6-балльная шкала категорий статуса редкости видов растений: 0 — вероятно исчезнувшие, 1 — находящиеся под угрозой исчезновения, 2 — сокращающиеся в численности, 3 — редкие, 4 — неопределенные по статусу, 5 — восстанавливаемые и восстанавливающиеся. Кроме того, для категорий 2 и 3 установлены дополнительные подкатегории: 2 — для сокращающихся в численности видов 5 — для редких.

Адаптация шкал категорий статуса редкости видов, используемых при издании Красных книг субъектов Российской Федерации, к условиям региона — достаточно активно обсуждаемая в литературе проблема. В ее решении участвуют и государственные структуры РФ. Так, комиссией по редким и находящимся под угрозой исчезновения видам животных, растений и грибов при МПР России для региональных Красных книг рекомендована 8-балльная шкала категорий статуса редкости [6, с. 56]. По сравнению с названной выше, она дополнена двумя категориями: 00 — исчезнувшие и 6 — вне опасности, а также конкретизирована в отношении категорий 0 — вероятно исчезнувшие 1 — находящиеся под угрозой исчезновения. Нередко в региональных Красных книгах выделяется особая категория ресурсных охраняемых растений, интенсивно эксплуатируемых именно на территории того или иного региона, Удачными примерами наполнения общепринятых шкал редкости специфическим для регионов содержанием могут быть Красные книги Алтайского края [2, с. 5] и Волгоградской области [3, с. 3].

При подготовке второго издания Красной книги Ростовской области за основу взята 6-балльная шкала категорий статуса редкости видов растений и грибов, принятая в федеральной Красной книге [4, с. 6], которая отличается от рекомендованной МПР России для региональных Красных книг [6, с. 56] отсутствием категорий 00 (исчезнувшие) и 6 (вне опасности). Использование системы категорий, принятой в федеральной Красной книге (0—5), для оценки видов, занесенных в Красную книгу Ростовской области, преследует цель органичного включения региональных данных о состоянии их популяций в единый кадастр юридически охраняемых таксонов Российской Федерации.

Разграничение видов по категориям 00 (исчезнувшие) и 0 (вероятно исчезнувшие) требует весьма высокой степени

флористической изученности территории и большого числа специалистов, регулярно обследующих территорию региона. Этого в России, за исключением, быть может, Ленинградской и Московской областей, нет. Так, в Ростовской области, одной из наиболее хорошо обследованной в отношении сосудистых растений и имеющей один из крупнейших в стране гербариев (RV), многие территории не посещались ботаниками вовсе или же более чем 25 лет. По бриофлоре и микобиоте области разграничение этих групп вообще не представляется возможным, поскольку их систематическая инвентаризация начата только в последней четверти XX века. В этих условиях применение более «мягкой» категории 0 (вероятно исчезнувшие) вполне оправданно. В пользу определенной осторожности при использовании категории 00 (исчезнувшие) свидетельствует, например, недавняя находка в Ростовской области *Symbochasma borysthena* [4, с. 510], произрастание которой здесь не подтверждалось с 1930 г. [1; 5, с. 299].

Что касается категории 6 (вне опасности), то среди видов растений и грибов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и растущих на территории Ростовской области, нет таких, состояние популяций и характер распространения которых могли бы считаться полностью лишенными угроз.

Наряду с достаточно дробной основной шкалой категорий статуса редкости видов (с рекомендуемыми МПР РФ подкатегориями категорий 1, 2 и, особенно, 3), для второго издания Красной книги Ростовской области разработана дополнительная шкала региональных критериев редкости видов. Она конкретизирует природоохранное значение объектов Красной книги и способствует лучшему пониманию причин включения в нее того или иного вида. Региональные критерии редкости видов основаны на оценке уникальности вида для Ростовской области в связи с историей формирования и спецификой географического положения ее флоры. Они учитывают также сравнительную оценку географической активности конкретного вида в пределах всего ареала и в той его части, которая находится в пределах области. По научно-методическим подходам она сходна с таковой, разработанной для Красной книги Волгоградской области [3, с. 4].

Шкала предлагаемых для второго издания Красной книги Ростовской области региональных критериев редкости видов включает следующие:

1. редкие и исчезающие виды растений и грибов, принадлежащие ко всем категориям редкости (0—5), описанные

с территории Ростовской области, имеющие здесь классические местонахождения (*locus classicus*).

2. редкие и исчезающие виды растений и грибов, ареал которых в России находится только на территории Ростовской области. Группа объединяет в своём составе уникальные для флоры как России, так и Ростовской области виды. Среди них — узколокальные эндемики Донецкого кряжа и Приазовья; виды, заходящие на территорию области из сопредельных стран, в первую очередь, из Украины и Крыма, и имеющие здесь северо-восточную границу своего ареала.

3. виды, редкие на протяжении всего своего ареала, уникальные как для России и сопредельных стран, так и для Ростовской области. Группа включает виды с более или менее обширными ареалами, в пределах которых они произрастают спорадически, естественно редки по биологическим, экологическим или историческим причинам (стенотопы, реликтовые и дизъюнктивные виды и пр.).

4. виды, редкие и уникальные только для Ростовской области, но за её пределами в России и на сопредельных территориях более или менее обычные. Группа объединяет виды, находящиеся на территории Ростовской области у границ своих ареалов и/или в реликтовых эксклавах ареалов: голарктические, бореальные и неморальные лесные виды; пустынные туранские и центральноазиатские виды; кавказские, субсредиземноморские виды; паннонско-понтические степные виды; европейские литоральные виды и т. п.

5. виды, не редкие в Ростовской области, но за её пределами встречающиеся в России относительно редко. Группа объединяет виды, характерные для разных типов аридной и семиаридной растительности Ростовской области (степной, петрофитной, псаммофитной).

6. виды, произрастание и численность которых на территории Ростовской области дополнительно поддерживается за счет охраны в системе ООПТ или иных специальных или непреднамеренных мер сохранения. Кроме охраняемых в системе ООПТ, к этой группе принадлежат редкие и исчезающие виды, достаточно широко культивируемые в разных практических целях (например, *Acer platanoides* L., *Ligustrum vulgare* L. и *Ulmus laevis* Pall. — для озеленения и лесоразведения, *Paeonia tenuifolia* L. — в приусадебном цветоводстве и др.). В определенной степени этот критерий аналогичен подкатегория CD (Conservation Depended) категории LR (Lower Risk) версии 2.3 (1994 г.) глобальных категорий и критериев Красного списка Международного союза охраны природы [11].



## Список литературы:

1. Дохман Г.И. О находке *Cymbaria borysthenica* Pall. в Сальском округе близ Сало-Маньчского водораздела // Известия Главного ботанического сада АН СССР. 1930. Т. 29, вып. 5—6. — С. 543—549.
2. Красная книга Алтайского края: в 2 т. Барнаул: ИПП «Алтай», 2006. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений / ред. Р.В. Камелин, А.И. Шмаков. Барнаул: ИПП «Алтай», 2006. — 262 с.
3. Красная книга Волгоградской области: в 2 т. Волгоград: 2006. Растения и грибы / ред. В.С. Новиков, Г.Ю. Клинкова. — 236 с.
4. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы) / отв. ред. Л.И. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — 855 с.
5. Красная книга Ростовской области: в 2 т. Ростов-н/Д.: Малыш, 2004. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения грибы, лишайники и растения / ред. В.В. Федяева. — 333 с.
6. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений (2-й выпуск). Часть 4. Споровые растения и грибы / ред. В.Е. Присяжнюк. М.: ВНИИ Охраны природы, 2004. — 384 с.
7. Паршин В.Г., Федяева В.В., Хибухина Т.Ю. Научно-методическое обеспечение подготовки 2-го издания Красной книги Ростовской области // Сборник статей по материалам I Всероссийской научно-практической конференции «Ведение региональных Красных книг: достижения, проблемы и перспективы» (Волгоград, 22—25 августа 2011 г.). Волгоград: Арт линия, 2011. — С. 30—35.
8. Федяева В.В. Общие вопросы охраны растений Ростовской области // Редкие и исчезающие виды растений, грибов и лишайников Ростовской области. Ростов-н/Д.: Пайк, 1996. — С. 7—16.
9. Федяева В.В. Методические подходы и новые виды растений для Красной книги Ростовской области // Проблемы Красных книг и преподавание охраны природы: научно-методический сборник. Ростов-н/Д.: ООП ГОУ ДЮД ОЦТОГУ РО, 2011. — С. 115—136.
10. Хибухина Т.Ю., Паршин В.Г., Федяева В.В. Опыт ведения Красной книги Ростовской области // Музей-заповедник: экология и культура: материалы 4-й Всероссийской научно-практической конференции (станция Вёшенская, сентябрь, 2010 г.). Ростов-н/Д.: Багир, 2010. — С. 10—12.
11. The IUCN Red List of Threatened Species [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlists/RLcats2001booklet.html>.

## 4.3. ЗООЛОГИЯ

### СИНАНТРОПИЗАЦИЯ ДРОЗОФИЛ

*Корж Александр Павлович*

*канд. биол. наук, доцент ЗНУ,*

*г. Запорожье*

*E-mail: [312922@rambler.ru](mailto:312922@rambler.ru)*

Синантропизация фауны сегодня является чрезвычайно распространенным явлением во всем мире [5; 6 и др.]. При чем происходит этот процесс как естественным путем, так и в результате деятельности человека [3, с. 122]. Экосистемы перестраиваются человеком таким образом, чтобы существенно уменьшить количество естественных конкурентов за необходимые ресурсы. Это касается в первую очередь блоков консументов и редуцентов, которые являются главными потребителями первичной продукции. В то же время, эти процессы сопровождаются нежелательными для человека результатами, в том числе и явлением синантропизации.

Одним из ярких примеров процесса синантропизации может быть дрозофила (*Drosophila melanogaster*). Это насекомое хорошо чувствует себя не только рядом с человеком, но и в жилых помещениях, где в летний период может достигать высокой численности. Поэтому данный вид можно считать эусинантропом [2, с. 41].

В лабораторных условиях для проведения эксперимента по выявлению влияния условий питания на плодовитость и жизненные процессы плодовой мушки нами было использовано три линии *Drosophila melanogaster*: дикий тип и мутантные линии *white Bar* и *black cinnabar*, которые отличаются достаточно высокой жизнеспособностью и неприхотливостью к условиям содержания.

Для оценки приспособительных свойств мушек в течение одного поколения использовали новый пищевой субстрат в виде гомогената размороженной вишни, абрикоса и их композиции (1:1). До этого все группы насекомых содержались на нестерильной среде Спенсера, которая не содержала в качестве компонентов ни абрикоса, ни вишни. Эту же среду использовали для содержания контрольных особей и для последующей оценки плодовитости экспериментальных групп насекомых. Ранее нами была показана возможность выращивания дрозофил с использованием гомогенатов вишни и абрикоса [7].

Г.В. Гречаным и др. [4, с. 175] было показано, что весной, в «конкурентном вакууме» в результате баланса между пониженной температурой и кормовым дефицитом возникает компромиссный тип особей дрозофил — преимущественно генотипы средних размеров со значительными репродуктивными возможностями при низкой плотности, холодоустойчивые и чувствительные к перенаселению. Летом, при наличии переуплотнения и высокой температуры, происходит отбор мелких особей с низкой потребностью в корме, термоустойчивых, устойчивых к перенаселению, с ускоренным развитием и малой продолжительностью жизни. Осенью в популяции преобладают особи наиболее крупных размеров, устойчивые к увеличению плотности и низкой температуре.

Таким образом, динамика численности данных насекомых связана с коренными перестройками структуры их популяций. В то же время, в человеческом жилище, как температура, так и остальные факторы, благодаря кондиционированию условий, являются более-менее постоянными. Пища же может меняться значительно быстрее, чем происходит смена поколений у дрозофил. Поэтому данная эколого-генетическая концепция контроля динамики численности не объясняет явление синантропизации дрозофил.

Полученные нами результаты по влиянию смены кормовых субстратов на выращивание дрозофилы позволяют пересмотреть представления о значении стресса для адаптации животных. Из-за непродолжительного существования, высокой плодовитости и быстрой смены поколений (r-стратегии) индивидуальная приспособленность данных насекомых не имеет принципиального значения и может компенсироваться действием популяционных механизмов, в чем мы полностью согласны с Г.В. Гречаным и др. [4].

В частности, для дрозофил даже понятие стресса имеет значение лишь на популяционном уровне, поскольку его признаки являются характеристиками соответствующего состояния популяции. Более того, повышенная смертность должна рассматриваться не только признаком проявления стресса, но и основным механизмом приспособления насекомых (наиболее быстрый и эффективный путь перестройки структуры популяции под конкретные условия ее существования). Наличие мутантных линий в популяции дрозофил увеличивает ее адаптивные свойства — уже давно показано, что в разных условиях те или иные линии приобретают преимущества в скорости развития, плодовитости и т. д. [напр. 8, с. 27], что способствует приспособлению к новым условиям на уровне популяции (именно это и предусматривает эколого-генетическая концепция).

Емкость среды для дрозофилы определяется преимущественно экологическими характеристиками ее пищевой специализации, что обуславливает оптимальное состояние при более-менее благоприятных характеристиках других экологических факторов. В наших экспериментах для дрозофилы развитие на среде Спенсера можно считать оптимальным состоянием популяции. Переход на другие типы пищевого субстрата, в частности использованные гомогенаты фруктов, является субоптимальным состоянием, сопровождающимся повышенной гибелью (на 8—10 %), уменьшением плодовитости (в 3,5—5 раз), размеров тела (на 10—42 %) и т. д.

В природных условиях популяции дрозофил находятся преимущественно в субоптимальном состоянии, используя только имеющиеся пищевые ресурсы. Если оптимальное состояние и формируется, то оно оказывается кратковременным из-за непродолжительности существования соответствующего пищевого субстрата.

Хотя субоптимальное состояние популяции сопровождается существенным уменьшением и плодовитости, и выживаемости насекомых, из-за высокого биотического потенциала их общая численность оказывается чрезвычайно высокой. Дрозофилы, за счет перестройки структуры популяции, могут полностью использовать ресурс, не уступив его другим видам в межвидовой конкуренции, которая среди детритофагов определяется как достаточно жесткая [1, с. 562]. Еще И.И. Шмальгаузен [8, с. 207] отмечал важность полиморфизма популяций для их эффективного приспособления к меняющимся условиям существования.

Именно переход от одного субоптимального состояния с использованием более-менее приемлемого пищевого ресурса к другому с незначительными и временными проявлениями оптимального состояния позволяет дрозофиле сохраняться в течение всего сезона вегетации, когда происходит постоянная смена органических остатков. Это же явление обеспечивает возможность расселения соответствующих форм в пространстве даже при наличии только субоптимальных условий существования, что особое значение приобретает на периферии ареала видов и в новых условиях, формирующихся при расселении.

Благодаря возможности популяции переживать субоптимальное состояние, емкость среды вида в целом оказывается значительно больше оптимального состояния. Легкий переход данных насекомых с одного неоптимального кормового объекта на другой позволяет им существовать в любой зоне при наличии приемлемых абиотических условий, а также иметь высокую вагильность.

Эта же способность благоприятствует и активному процессу синантропизации дрозофил, поскольку именно рядом с человеком имеются практически неисчерпаемые запасы преимущественно неоптимального пищевого субстрата для этого вида. Однако смена пищевых субстратов происходит настолько быстро, что перестройка популяции не успевает за изменениями среды и основная масса насекомых находится в субоптимальном состоянии.

По всей видимости, именно популяционный полиморфизм, а также способность дрозофил сохраняться в субоптимальном состоянии являются основой для их синантропизации. Наличие механизмов сезонной перестройки популяции данных насекомых может рассматриваться как преадаптация к сосуществованию рядом с человеком: длительное время большинство насекомых находятся в популяции в «подавленном» состоянии, ожидая наступления благоприятных для себя условий. Если в созданных человеком условиях оптимум так и не наступает, популяция сохраняется только за счет чрезвычайно высокой плодовитости и скорости развития. На наш взгляд, данное воздействие на насекомых можно рассматривать как пример г-отбора.

Таким образом, емкость среды дрозофил определяется экологическими характеристиками их пищевой специализации. Способность популяций этих насекомых длительное время находиться в неоптимальном состоянии обеспечивает их высокие приспособительные характеристики.

### **Список литературы:**

1. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология особи, популяции и сообщества / Пер. с англ. В.Н. Михеева, М.А. Снеткова. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с.
2. Богданова Е.Н. Научные основы интегрированной медико-биологической системы регуляции численности синантропных членистоногих / Автореф. дис. доктора биол. наук. М., 2007. 49 с.
3. Валькович В.М. Интродукция искусственно выращенных птиц в природу / В.М. Валькович // Разведение ценных и редких видов животных — М.: Из-во ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1987. — С. 119—130.
4. Гречаный Г.В., Никитин А.Я., Корзун В.М., Сосунова И.А. Эколого-генетическая детерминация динамики численности популяций: монография. Иркутск: Иркутский ун-т, 2004. 237 с.
5. Гулай В. Класифікація тварин за рівнем їх адаптованості до антропогенної трансформації середовища / В. Гулай // Фауна в антропогенному середовищі. Луганськ, 2006. С. 14—17.

6. Клауснитцер Б. Экология городской фауны / пер. с нем. И.В. Орловой, И.М. Маровой. М.: Мир, 1990. 246 с.
7. Корж О.П., Крамаренко Г.В. Вирощування *Drosophila melanogaster* в штучних умовах / Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя, 2003. Вип. 8, № 2. С. 152—157.
8. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М. Л.: Из-во АН СССР, 1946. 395 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НЕМАТОДЫ ASCARIDIA GALLI ОТ ДОМАШНИХ КУР ПУТЕМ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

*Тарасовская Наталия Евгеньевна*

*д-р биол. наук, профессор кафедры общей биологии Павлодарского  
государственного педагогического института,  
г. Павлодар, Казахстан*

Размеры тела гельминтов, особенно крупных, формируются под действием многих факторов. Они могут быть использованы в качестве индикатора (безусловно, не абсолютного, а лишь относительного) внутривидовых или межвидовых отношений паразитов. Корректность применения морфометрического анализа для исследования внутривидовых отношений гельминтов будет зависеть и от других факторов, влияющих на размеры червей, принимаемых во внимание и поддающихся учету.

**Материал и методика.** Материалом для выполнения работы послужили результаты вскрытий 30 экз. спонтанно инвазированных гельминтами домашних кур от одного из владельцев с. Красноармейка после забоя осенью и в предзимье 2012 года с интервалом 2—3 недели. Среди них были бройлерные куры и петушки 3—5 месяцев, а также несушки старше 2—3 лет. Куры содержались летом на ограниченной площади птичьего двора, без разделения возрастных групп. Молодые цыплята уже с месячного возраста находились вместе со старыми курами. Упитанность оценивалась визуально, по количеству жировой ткани на внутренних органах, по градациям — очень низкая, ниже средней, средняя, выше средней, очень высокая. Внутренние органы забитой птицы были подвергнуты полному гельминтологическому вскрытию по общепринятым методикам [2]. У самок аскаридий измерялись длина тела, максимальная ширина, длина пищевода

и хвоста, расстояние от вульвы до заднего конца тела. Количественные данные обрабатывались статистическими методами [3].

**Результаты и их обсуждение.** Как видно из таблицы 1, количество одновременно паразитирующих гельминтов не всегда однозначно влияет на средние размеры самок аскаридий. В частности, минимальные размеры половозрелых нематод (как средние значения, так и лимиты) отмечены при одновременном присутствии 45 экз. *A.galli*. Максимальные средние размеры самок аскаридий наблюдались при наличии 16 экз. червей в одном кишечнике. Однако значительная длина и ширина гельминтов имела место в гемипопуляциях со 100 и более экземплярами аскаридий.

Но все же в тех случаях, когда количество одновременно присутствующих нематод приближалось к 200 или превышало эту цифру, отмечалось заметное и статистически достоверное уменьшение абсолютных значений средних размеров. При этом в гемипопуляциях с большим количеством нематод максимальные значения длины и ширины, как правило, не снижались или уменьшались незначительно, но заметно уменьшались минимальные длина и ширина половозрелых самок. За счет такой разницы в размерах при паразитировании большого количества гельминтов увеличивается дисперсия большинства размеров тела, особенно длины и ширины.

При возрастании количества нематод в кишечнике одной птицы увеличивается количество половозрелых угнетенных самок, которые продуцируют яйца, но их плодовитость невелика. Вполне возможно, что биологический смысл сохранения многочисленных угнетенных женских особей и достижения ими хотя бы минимума плодовитости состоит в обеспечении генотипического и фенотипического разнообразия потомства. В этой связи высокие уровни интенсивности инвазии хозяев, которые могут достигаться при определенных условиях в природных биоценозах или агроценозах, служат для обеспечения полиморфизма популяций паразитов (играя, в сущности, ту же роль, что и волны жизни у свободноживущих видов). В большинстве исследованных нами гемипопуляций аскаридий отмечен высокий уровень полиморфизма особей как по количественным, так и по качественным признакам. В частности, у разных особей нематод зафиксирована разная относительная и абсолютная длина пищевода и хвоста, а у самцов — разная форма псевдобурсы и длина хвостовых сосочков.

В объединенной выборке аскаридий из 9 гемипопуляций, где обнаружено от 6 до 40 экз. нематод, средняя длина и ширина, а также величины отдельных структур оказались значительными,

но во многих гемипопуляциях со значительным числом червей их абсолютные размеры оказывались даже выше.

По-видимому, 200 экз. одновременно присутствующих аскаридий являются той пороговой величиной, за которой начинается существенная внутривидовая конкуренция. Но, наряду с внутривидовым трофическим или пространственным антагонизмом, на размеры гельминтов могут оказывать влияние такие факторы, как резистентность организма хозяина и его наличные трофические ресурсы, а также особенности самих гельминтов (которые в условиях высоких уровней интенсивности инвазии могут быть генотипически и фенотипически полиморфными, причем как на морфологическом, так и на физиологическом уровне).

**Таблица 1.**

**Абсолютные размеры самок аскаридий  
в зависимости от количества**

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 1, 45 экз.; 25 измеренных самок	Длина	46,08±2,6192	164,645	29,8	72,3
	Ширина	0,1719±0,0282	0,019129	0,5	1,05
	Длина пищевода	2,484±0,0828	0,164525	2,1	3,5
	Длина хвоста	0,842±0,0342	0,028058	0,55	1,25
	Расстояние до вульвы	24,508±1,4710	51,930767	15,3	42,0
№ 2, 155 экз.; 50 измеренных самок	Длина	82,896±1,2346	74,96366	42,4	97,2
	Ширина	1,205±0,0161	0,012653	0,7	1,525
	Длина пищевода	3,8305±0,0427	0,0893696	2,4	4,4
	Длина хвоста	1,4725±0,0234	0,026894	0,8	1,7
	Расстояние до вульвы	42,446±0,6157	18,572739	24,2	50,0
№ 4, 197 экз.; 116 измеренных самок	Длина	70,0763±1,7820	365,168	27,8	94,4
	Ширина	1,0627±0,0239	0,065908	0,45	1,4
	Длина пищевода	3,2065±0,0629	0,455197	1,75	4,25
	Длина хвоста	1,2088±0,0298	0,102307	0,6	1,7
	Расстояние до вульвы	36,2026±0,9062	94,443906	13,2	49,5



№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 5, 17 экз.; 9 измеренных самок	Длина	89,9556±3,61045	104,2828	64,3	99,2
	Ширина	1,2167±0,0573	0,02625	0,85	1,4
	Длина пищевода	3,6889±0,1316	0,1386111	2,85	4,0
	Длина хвоста	1,4944±0,08902	0,063403	0,9	1,7
	Расстояние до вульвы	46,0556±1,8498	27,372778	32,9	50,4
№ 6, 105 экз., 54 измеренных самки	Длина	74,9833±2,2145	259,9176	29,5	106,2
	Ширина	1,0755±0,0275	0,040012	0,45	1,4
	Длина пищевода	3,4852±0,0770	0,314116	2,05	4,5
	Длина хвоста	1,2912±0,0374	0,07399	0,5	1,75
	Расстояние до вульвы	37,9204±1,0909	63,068823	15,1	49,8
№ 7, 52 экз.; 54 измеренных самки	Длина	87,0367±1,18815	40,93964	64,5	96,2
	Ширина	1,3475±0,0196	0,011179	1,0	1,45
	Длина пищевода	3,9367±0,0529	0,0811954	2,95	4,3
	Длина хвоста	1,48±0,0223	0,014414	1,25	1,8
	Расстояние до вульвы	44,4767±0,6274	11,417023	33,7	50,8
№ 8, 86 экз.; 48 измеренных самок	Длина	71,025±3,0648	441,4589	30,4	94,2
	Ширина	1,0536±0,0399	0,074734	0,55	1,4
	Длина пищевода	3,2708±0,08975	0,3785993	1,9	4,15
	Длина хвоста	1,2344±0,0487	0,111506	0,5	1,75
	Расстояние до вульвы	36,5104±1,5506	113,01202	15,8	49,2
№ 9, 37 экз.; 21 измеренная самка	Длина	84,0524±2,1952	96,37962	65,7	95,4
	Ширина	1,3369±0,0267	0,014226	1,05	1,5
	Длина пищевода	3,7417±0,06725	0,0904583	3,15	4,05
	Длина хвоста	1,51905±0,0442	0,039119	1,05	1,8
	Расстояние до вульвы	43,5524±1,2012	28,858619	34,1	51,2

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 11, 25 экз.; 21 измеренная самка	Длина	89,3714±1,1204	25,10714	80,2	99,4
	Ширина	1,3452±0,0267	0,014226	1,05	1,5
	Длина пищевода	3,9345±0,05702	0,0650298	3,35	4,225
	Длина хвоста	1,4833±0,0343	0,023583	1,0	1,7
	Расстояние до вульвы	46,5476±0,5427	5,889619	41,8	52,3
№ 12, 27 экз.; 15 измеренных самок	Длина	82,8267±1,9048	50,79352	63,2	90,3
	Ширина	1,3317±0,0218	0,006649	1,2	1,45
	Длина пищевода	3,7±0,09715	0,1321429	3,1	4,25
	Длина хвоста	1,3867±0,0383	0,020524	1,2	1,7
	Расстояние до вульвы	43,5533±0,9118	11,638381	36,1	48,7
№ 13, 16 экз.; 8 измеренных самок	Длина	93,2125±1,2692	11,27554	88,3	97,4
	Ширина	1,3719±0,0129	0,0011685	1,2	1,55
	Длина пищевода	4,2125±0,0513	0,0183929	4,05	4,45
	Длина хвоста	1,58125±0,0494	0,017098	1,35	1,75
	Расстояние до вульвы	48,4875±0,8902	5,5469643	46,2	51,4
№ 14, 118 экз.; 49 измеренных самок	Длина	74,00204±1,91202	175,4798	39,2	93,6
	Ширина	1,1536±0,0271	0,035182	0,75	1,4
	Длина пищевода	3,6230±0,0643	0,1984593	2,2	4,35
	Длина хвоста	1,3556±0,0340	0,055345	0,7	1,7
	Расстояние до вульвы	38,4429±0,6130	43,965	21,3	48,7
№ 15, 109 экз.; 51 измеренная самка	Длина	71,6686±2,6435	349,4134	30,2	98,0
	Ширина	1,0613±0,0362	0,065583	0,55	1,4
	Длина пищевода	3,4353±0,09215	0,4246294	2,0	4,55
	Длина хвоста	1,2402±0,0496	0,123202	0,55	1,75
	Расстояние до вульвы	37,1137±1,3532	91,552808	16,1	51,6

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 16, 256 экз.; 128 измеренных самок	Длина	60,9328±1,2625	202,4342	27,0	90,4
	Ширина	1,0293±0,0186	0,044145	0,5	1,5
	Длина пищевода	3,2432±0,0449	0,2561783	1,9	4,2
	Длина хвоста	1,1768±0,02102	0,056114	0,55	1,9
	Расстояние до вульвы	31,8508±0,6528	54,11748	14,2	48,0
№ 17, 58 экз.; 39 измеренных самок	Длина	87,1026±2,3071	202,2713	34,0	104,0
	Ширина	1,3115±0,0345	0,045291	0,55	1,5
	Длина пищевода	3,8628±0,08205	0,255851	2,15	4,45
	Длина хвоста	1,4282±0,0407	0,062999	0,65	1,9
	Расстояние до вульвы	44,8538±1,2428	58,69413	16,2	54,6
№ 18, 201 экз.; 122 измеренных самки	Длина	77,1697±1,0787	140,7922	36,3	92,6
	Ширина	1,2123±0,0157	0,029889	0,6	1,5
	Длина пищевода	3,5734±0,0366	0,1619084	2,25	4,2
	Длина хвоста	1,3695±0,0173	0,036193	0,65	1,7
	Расстояние до вульвы	39,8672±0,5623	38,263379	18,5	47,4
№ 19, 171 экз.; 86 измеренных самок	Длина	64,15±1,7129	249,3952	32,0	96,0
	Ширина	1,0616±0,0275	0,064216	0,55	1,5
	Длина пищевода	3,1622±0,0613	0,3197609	2,0	4,25
	Длина хвоста	1,1721±0,0290	0,071506	0,65	1,75
	Расстояние до вульвы	33,2186±0,8744	64,988826	16,3	49,8
№ 20, 174 экз.; 77 измеренных самок	Длина	75,7597±1,5851	190,9435	34,4	95,4
	Ширина	1,23701±0,0234	0,041737	0,6	1,55
	Длина пищевода	3,4156±0,0562	0,2398855	2,1	4,25
	Длина хвоста	1,29545±0,0252	0,048236	0,7	1,7
	Расстояние до вульвы	39,1247±0,8244	51,652673	17,3	49,2

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 21, 127 экз.; 76 измеренных самок	Длина	63,9105±1,8803	265,1546	31,0	88,6
	Ширина	1,1569±0,0287	0,06186	0,55	1,5
	Длина пищевода	3,2414±0,07203	0,3890925	1,85	4,35
	Длина хвоста	1,1855±0,0345	0,089254	0,5	1,7
	Расстояние до вульвы	32,9526±0,9753	71,347326	16,2	46,0
№ 22, 23 экз.; 11 измеренных самок	Длина	69,64545±3,0219	91,31673	51,5	81,0
	Ширина	1,3818±0,0258	0,006636	1,25	1,5
	Длина пищевода	3,7273±0,0867	0,0751818	3,2	4,2
	Длина хвоста	1,4591±0,0446	0,019909	1,25	1,7
	Расстояние до вульвы	36,2091±1,5979	25,532909	26,3	42,5
№ 23, 110 экз.; 52 измеренных самки	Длина	72,5885±1,6695	142,1501	39,3	91,8
	Ширина	1,1404±0,0273	0,038043	0,7	1,5
	Длина пищевода	3,5413±0,0679	0,2350707	2,35	4,4
	Длина хвоста	1,24904±0,0282	0,040538	0,75	1,6
	Расстояние до вульвы	37,45±0,8845	39,895882	20,6	47,3
№ 24, 136 экз.; 75 измеренных самок	Длина	83,064±0,7754	44,49342	66,5	94,6
	Ширина	1,244±0,00901	0,006011	1,05	1,4
	Длина пищевода	3,6363±0,0329	0,0798867	2,9	4,25
	Длина хвоста	1,3727±0,01335	0,013195	1,1	1,7
	Расстояние до вульвы	43,7773±0,4178	12,918804	34,4	50,9
№ 25, 34 экз.; 14 измеренных самок	Длина	76,9429±2,9466	112,8719	50,5	92,0
	Ширина	1,2643±0,03901	0,01978	0,9	1,4
	Длина пищевода	3,4571±0,1189	0,1837912	2,6	4,15
	Длина хвоста	1,3536±0,0409	0,021717	1,0	1,55
	Расстояние до вульвы	40,1786±1,5987	33,22489	25,8	47,8

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 26, 38 экз.; 25 измеренных самок	Длина	83,068±2,1999	116,1514	56,8	96,8
	Ширина	1,226±0,0265	0,0169	0,9	1,4
	Длина пищевода	3,496±0,0852	0,1743583	2,6	4,25
	Длина хвоста	1,332±0,0338	0,027475	0,95	1,6
	Расстояние до вульвы	43,176±1,1147	29,820233	29,5	50,3
№ 27, 26 экз.; 12 измеренных самок	Длина	85,1333±1,60435	28,31333	73,3	90,8
	Ширина	1,3667±0,0148	0,002424	1,25	1,4
	Длина пищевода	4,1083±0,0633	0,0440152	3,7	4,55
	Длина хвоста	1,5917±0,0256	0,007197	1,45	1,7
	Расстояние до вульвы	44,5417±0,85265	7,997197	38,6	47,8
№ 28, 56 экз.; 23 измеренных самки	Длина	71,3348±1,6205	57,77055	55,3	84,2
	Ширина	1,2783±0,0253	0,014051	1,05	1,5
	Длина пищевода	3,5804±0,0618	0,0840316	3,0	4,2
	Длина хвоста	1,3652±0,0311	0,021235	1,1	1,7
	Расстояние до вульвы	37,1522±0,8564	16,136245	29,0	43,4
№ 29, 54 экз.; 31 измеренная самка	Длина	80,5258±1,4522	63,26398	65,3	94,2
	Ширина	1,3210±0,0208	0,012962	1,0	1,5
	Длина пищевода	3,4419±0,0493	0,0728495	2,8	4,2
	Длина хвоста	1,3193±0,0246	0,018113	1,05	1,55
	Расстояние до вульвы	41,7516±0,7243	15,739247	35,2	48,5
№ 30, 139 экз.; 67 измеренных самок	Длина	80,1881±1,3911	127,7138	43,5	95,5
	Ширина	1,3172±0,020	0,026405	0,9	1,6
	Длина пищевода	3,7575±0,0485	0,155398	2,7	4,5
	Длина хвоста	1,4127±0,0215	0,030556	0,75	1,7
	Расстояние до вульвы	41,6985±0,7291	35,08227	22,5	49,6

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				минимум	максимум
№ 5, 10, 11, 12, 13, 22, 25, 26, 27 – до 40 экз.	Длина	83,7695±0,9596	107,7389	50,5	103,4
	Ширина	1,3076±0,0118	0,016213	0,85	1,55
	Длина пищевода	3,7523±0,0377	0,1661537	2,6	4,55
	Длина хвоста	1,4441±0,01661	0,032272	0,9	1,9
	Расстояние до вульвы	43,6161±0,4951	28,677944	25,8	54,3

Абсолютные размеры самцов аскаридий, как видно из таблицы 2, изменялись практически так же, как и у самок. Минимума длины и ширины самцы достигали у птицы № 1 при паразитировании 45 экз. Одновременное присутствие 200 и более экз. нематод приводило к значительному снижению их абсолютных размеров (особенно при паразитировании 256 экз. в одной птице). Только у самцов, в отличие от самок, во многих гемипопуляциях заметное уменьшение длины и ширины начинается уже при наличии более 100 экз. в кишечнике одной курицы. При этом чаще всего максимальные размеры не испытывают существенной разницы, но при высоком уровне интенсивности инвазии уменьшаются минимальные значения длины и ширины половозрелых особей.

Резко угнетенных половозрелых самцов в многочисленных гемипопуляциях отмечено меньше, чем самок (вполне вероятно, что сильно угнетенные самцы не принимают участия в размножении). Однако при этом возрастает количество соугнетенных и средних по размерам особей, а максимальной длины и ширины достигают единицы. У самцов снижение абсолютных размеров начинается при меньшей интенсивности инвазии, чем у самок, носит более равномерный характер, без резкой дифференциации на крупные и мелкие размерные группы. Вероятно, экономия трофических ресурсов в критической ситуации начинается с уменьшения размеров самцов, которые затрачивают меньше вещества и энергии на репродуктивные нужды (но могут и при мелких размерах выполнить функцию оплодотворения).

В объединенной выборке аскаридий из малочисленных популяций абсолютные размеры самцов были значительными, но не максимальными; нередко при высоких уровнях интенсивности инвазии гельминты-самцы достигали большей средней и макси-

мальной длины и ширины. Вполне возможно, что малочисленные паразиты затрачивают много вещества и энергии на преодоление резистентности организма хозяина, тогда как при значительной интенсивности инвазии иммунные реакции организма хозяина ослабевают (ввиду известного в иммунологии феномена конкуренции антигенов), и ресурсы организма хозяина становятся более доступными для паразитов.

**Таблица 2.**

**Абсолютные размеры самцов аскаридий  
в зависимости от количества**

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				Минимум	Максимум
№ 1, 45 экз.; 12 измеренных самцов	Длина	31,2167±1,3611	20,3797	24,2	39,4
	Ширина	0,55625±0,0302	0,010014	0,4	0,7
	Длина пищевода	2,0667±0,0562	0,034697	1,8	2,4
№ 2, 155 экз.; 57 измеренных самцов	Длина	57,5895±0,6309	22,28989	43,2	67,8
	Ширина	0,9373±0,0086	0,004132	0,8	1,1
	Длина пищевода	3,3754±0,0247	0,034185	2,8	3,7
№ 3, 197 экз.; 49 измеренных самцов	Длина	50,5163±1,8739	168,5464	24,8	66,3
	Ширина	0,8480±0,0304	0,044371	0,425	1,2
	Длина пищевода	2,8485±0,0901	0,389334	1,55	3,75
№ 5, 17 экз.; 4 измеренных самца	Длина	58,95±11,0689	367,5633	30,7	73,4
	Ширина	0,85±0,11785	0,041667	0,55	1,0
	Длина пищевода	3,10±0,3859	0,446667	2,1	3,5
№ 6, 105 экз.; 36 измеренных самцов	Длина	54,8528±1,6887	99,80885	25,4	68,3
	Ширина	0,8910±0,0252	0,022255	0,45	1,2
	Длина пищевода	3,1410±0,0726	0,184505	2,05	3,8
№ 7, 52 экз.; 18 измеренных самцов	Длина	63,6111±1,2047	24,67281	54,6	72,8
	Ширина	1,0486±0,0198	0,006652	0,85	1,2
	Длина пищевода	3,5611±0,0441	0,033105	3,2	3,8

№ вскрытия и число гельмин- тов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				Мини- мум	Макси- мум
№ 8, 86 экз.; 32 измеренных самца	Длина	55,3625±1,9820	121,7727	30,2	68,2
	Ширина	0,9375±0,0317	0,031169	0,45	1,2
	Длина пищевода	3,1891±0,0821	0,20911	2,05	3,7
№ 9, 37 экз.; 13 измеренных самцов	Длина	62,8923±1,1815	16,75244	52,3	69,6
	Ширина	1,09615±0,0171	0,003526	0,95	1,15
	Длина пищевода	3,5231±0,0522	0,032756	3,25	3,9
№ 11, 25 экз.; 4 измеренных самца	Длина	65,625±1,5652	7,349167	62,7	69,2
	Ширина	1,0875±0,0276	0,002292	1,05	1,15
	Длина пищевода	3,70±0,1414	0,06	3,4	3,9
№ 12, 27 экз.; 9 измеренных самцов	Длина	55,9±4,3215	149,4	32,8	67,4
	Ширина	1,0167±0,075	0,045	0,65	1,3
	Длина пищевода	3,2222±0,1775	0,251944	2,35	3,8
№ 13, 16 экз.; 7 измеренных самцов	Длина	65,2±1,4827	13,19	58,5	69,3
	Ширина	1,0821±0,0436	0,011399	0,95	1,25
	Длина пищевода	3,7286±0,08404	0,042381	3,3	3,9
№ 14, 118 экз.; 50 измеренных самцов	Длина	53,52±1,3729	92,35837	26,8	70,4
	Ширина	0,9045±0,0206	0,020885	0,55	1,15
	Длина пищевода	3,3165±0,0665	0,21647	2,1	3,95
№ 15, 109 экз.; 48 измеренных самцов	Длина	51,4229±1,6850	133,4405	27,2	72,7
	Ширина	0,87135±0,02701	0,034282	0,5	1,25
	Длина пищевода	3,1927±0,0874	0,358829	1,95	4,05
№ 16, 256 экз.; 98 измеренных самцов	Длина	46,9367±0,9810	93,34874	23,6	65,3
	Ширина	0,8962±0,0163	0,025855	0,55	1,35
	Длина пищевода	2,9605±0,0423	0,173324	1,7	3,8
№ 17, 58 экз.; 17 измеренных самцов	Длина	65,6882±1,0940	19,1486	59,1	72,3
	Ширина	1,1±0,0212	0,007187	1,0	1,25
	Длина пищевода	3,6412±0,0682	0,074449	3,2	4,2



№ вскрытия и число гельмин- тов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				Мини- мум	Макси- мум
№ 18, 201 экз.; 71 измеренны й самец	Длина	54,9014±1,0907	83,26728	26,0	68,1
	Ширина	0,9739±0,0189	0,02499	0,5	1,25
	Длина пищевода	3,1908±0,0539	0,203165	1,75	3,9
№ 19, 171 экз.; 71 измеренны й самец	Длина	48,9225±1,2286	107,1649	25,3	68,5
	Ширина	0,8831±0,0217	0,032925	0,5	1,3
	Длина пищевода	2,9563±0,0629	0,276781	1,95	3,85
№ 20, 174 экз.; 79 измеренных самцов	Длина	52,82785±1,1703	106,8318	29,2	73,2
	Ширина	0,9842±0,0208	0,033625	0,55	1,4
	Длина пищевода	3,07215±0,0580	0,262163	1,9	4,0
№ 21, 127 экз.; 39 измеренных самцов	Длина	50,4128±1,4130	75,86852	32,0	61,8
	Ширина	0,9551±0,0262	0,026026	0,6	1,26
	Длина пищевода	3,0218±0,0777	0,22971	2,1	3,7
№ 22, 23 экз.; 9 измеренных самцов	Длина	58,8±1,9169	29,3975	50,0	67,6
	Ширина	1,1778±0,0252	0,005069	1,05	1,25
	Длина пищевода	3,6222±0,1272	0,129444	3,05	4,05
№ 23, 110 экз.; 42 измеренных самца	Длина	53,16905±0,9776	39,1817	34,3	64,2
	Ширина	0,9488±0,0216	0,019206	0,6	1,25
	Длина пищевода	3,2226±0,0489	0,098195	2,5	3,8
№ 24, 136 экз.; 35 измеренных самцов	Длина	61,2171±0,76205	19,7444	53,0	72,5
	Ширина	1,02±0,0106	0,003853	0,9	1,15
	Длина пищевода	3,3543±0,0401	0,054613	2,9	3,8
№ 25, 34 экз.; 9 измеренных самцов	Длина	60,8111±1,50202	18,04861	52,4	65,7
	Ширина	1,0389±0,04904	0,019236	0,9	1,25
	Длина пищевода	3,3278±0,0893	0,063819	2,9	3,7
№ 26, 38 экз.; 9 измеренных самцов	Длина	56,3444±2,8919	66,90528	45,6	66,8
	Ширина	0,95±0,0484	0,01875	0,75	1,15
	Длина пищевода	3,1111±0,13601	0,147986	2,7	3,65
№ 27, 26 экз.; 11 измеренных самцов	Длина	62,0364±0,9251	8,558545	57,2	67,2
	Ширина	1,0727±0,0164	0,002682	1,0	1,15
	Длина пищевода	3,8318±0,0664	0,044136	3,4	4,2

№ вскрытия и число гельминтов	Параметр	Среднее значение	Дисперсия	Лимиты	
				Минимум	Максимум
№ 28, 56 экз.; 26 измеренных самцов	Длина	51,8654±1,1015	30,33035	40,2	61,3
	Ширина	1,0058±0,0239	0,014265	0,8	1,25
	Длина пищевода	3,2615±0,0587	0,086262	2,8	3,75
№ 29, 54 экз.; 17 измеренных самцов	Длина	58,1471±0,9121	13,3114	51,3	65,2
	Ширина	1,0676±0,0202	0,006544	1,0	1,2
	Длина пищевода	3,15±0,0502	0,040313	2,8	3,45
№ 30, 139 экз.; 42 измеренных самца	Длина	58,8643±1,1947	58,51845	34,4	77,3
	Ширина	1,0929±0,0194	0,015436	0,75	1,35
	Длина пищевода	3,3702±0,0403	0,066593	2,8	3,8
№ 5, 10, 11, 12, 13, 22, 25, 26, 27 – до 40 экз.	Длина	60,0968±1,0278	65,4916	30,7	73,4
	Ширина	1,0440±0,0188	0,02191	0,55	1,3
	Длина пищевода	3,46825±0,0552	0,189218	2,1	4,2

Присутствие других паразитов не могло оказать существенного влияния на размеры аскаридий обоего пола. В исследованном нами хозяйстве у кур, наряду с аскаридиями, отмечались единичные гетеракисы (чаще 1—3, максимум — 34) и единичные цестоды *Amoebotaenia cuneata*. Небольшое количество мелких гельминтов не могло составить существенную трофическую конкуренцию крупным аскаридиям. Более того, не исключено, что малочисленные гельминты другого вида могли только улучшить доступность ресурсов организма хозяина для аскаридий (особенно малочисленных) за счет известного в иммунологии явления конкуренции антигенов и иммунологического утомления организма хозяина при одновременном или последовательном введении нескольких антигенов [1].

Обращает на себя внимание и тот факт, что в при крайне низкой упитанности птицы уменьшение абсолютных размеров как самцов, так и самок аскаридий наступает при меньших величинах интенсивности инвазии, чем у птицы со средней и хорошей упитанностью. Так, например, при практически одинаковом количестве аскаридий у птиц № 18 и 19 во втором случае (у крайне истощенной курицы 2,5 лет, с почти полным отсутствием жира на внутренних органах) размеры аскаридий обоего пола значительно ниже.

Вместе с тем у кур № 25 и 26 при очень высокой упитанности птицы и сравнительно невысокой интенсивности инвазии гельминты обоего пола достигали не слишком крупных размеров. Вполне возможно, что у хорошо упитанной птицы резистентность организма не позволяет паразитам в полной мере использовать ресурсы хозяина.

**Таблица 3.**

**Половозрастной состав и упитанность исследованной птицы  
в с. Красноармейка**

№ вскрытия	Общее число нематод	Сведения о птице			Наличие других паразитов
		Пол	Возраст	Упитанность	
№ 1	45	курица	3,5 мес.	± очень низкая	17 гетеракисов
№ 2	155	курица	3,5 мес.	++ средняя	7 гетеракисов
№ 4	197	курица	2-3 года	++ средняя	1 гетеракис
№ 5	17	курица	3,5 мес.	+ ниже средней	1 гетеракис
№ 6	105	петух	3,5 мес.	± очень низкая	11 гетеракисов
№ 7	52	курица	2—3 года	+ ниже средней	3 гетеракиса
№ 8	86	курица	2—3 года	+ ниже средней	2 гетеракиса
№ 9	37	курица	3,5 мес.	++ средняя	5 гетеракисов
№ 10	6	петух	3,5 мес.	++ средняя	0
№ 11	25	петух	3,5 мес.	++ средняя	7 гетеракисов, 1 <i>A. cuneata</i>
№ 12	27	курица	2—3 года	+ ниже средней	1 гетеракис
№ 13	16	курица	2—3 года	+++ выше средней	2 гетеракиса
№ 14	118	курица	2—3 года	0	3 гетеракиса
№ 15	109	петух	4 мес.	± очень низкая	1 гетеракис
№ 16	256	петух	4 мес.	+ низкая	1 гетеракис

№ вскрытия	Общее число нематод	Сведения о птице			Наличие других паразитов
		Пол	Возраст	Упитанность	
№ 17	58	петух	4 мес.	++ средняя	1 гетеракис
№ 18	201	петух	4 мес.	++ средняя	0
№ 19	171	курица	2—3 года	± очень низкая	3 гетеракиса
№ 20	174	курица	2—3 года	+ низкая	1 гетеракис
№ 21	127	петух	4 мес.	+ низкая	34 гетеракиса
№ 22	23	петух	4 мес.	++ средняя	6 <i>A. cuneata</i>
№ 23	110	петух	4 мес.	+ низкая	3 гетеракиса
№ 24	136	курица	2—3 года	± очень низкая	0
№ 25	34	курица	2—3 года	++++ очень высокая	2 гетеракиса
№ 26	38	курица	2—3 года	+++ выше средней	0
№ 27	26	курица	5 мес.	++ средняя	2 гетеракиса
№ 28	56	курица	5 мес.	++ средняя	0
№ 29	54	курица	2—3 года	++ средняя	1 гетеракис
№ 30	139	курица	2—3 года	++ средняя	21 гетеракис

Таким образом, из факторов, оказавших влияние на размеры тела *A. galli* у кур в исследованном населенном пункте, можно назвать наличные трофические ресурсы организма хозяина и их доступность для гельминтов, а также внутривидовую конкуренцию этих крупных нематод. Уменьшение размеров самцов наступает при меньшей интенсивности инвазии, чем у самок, что может быть связано с их репродуктивной ролью, не требующей существенных энергетических затрат. 200 экземпляров аскаридий, видимо, является пороговым количеством, за которым начинается существенное уменьшение размеров самок этого вида нематод.

При высоких уровнях интенсивности инвазии увеличивается дисперсия и размах вариации длины и ширины у нематод обоего пола — за счет уменьшения минимальных размеров и появления большого количества мелких, угнетенных половозрелых особей.

Можно предположить, что при небольшом трофическом ресурсе организма хозяина внутривидовая конкуренция направлена на предотвращение энергетической перегрузки птицы, а значит, гибели хозяина и самих гельминтов. На это направлено уменьшение размеров гельминтов, особенно самцов. В то же время сохранение в кишечнике хозяина большого количества мелких угнетенных гельминтов и достижение ими половозрелости (как альтернатива элиминации) является адаптивной стратегией популяции для достижения генотипического и фенотипического разнообразия паразитов — как залога повышения адаптивных возможностей в любых условиях.

### **Список литературы:**

1. Клиническая иммунология и аллергология. В 3-х т. Т. 1 /Пер. с нем.: С.С. Кирзон, А.П. Портновой; под ред. Р.В. Петрова. — М.: Медицина, 1990. — 527 с.
2. Котельников Г.А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. — М.: Колос, 1983. — 208 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия [Учеб. пособие для биол. спец. вузов]. — М.: Высшая школа, 1980. — 293 с.

#### 4.4. МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

### ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА И ПРИНЦИПА ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭНТОМОФАУНЫ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*Богодухов Павел Михайлович*

*аспирант, Всероссийский НИИ агролесомелиорации РАСХН,  
Волгоград*

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

Состояние энтомофауны на техногенно загрязнённых территориях во многом определяет функционирование и состояние экосистемы в целом [7]. Изучение состава и структуры населения насекомых агролесоландшафтов, в частности защитных лесных насаждений, исключительно актуально для разработки приёмов сохранения биоразнообразия [1].

Наше внимание сосредоточено на территории, прилегающей к Волгоградскому алюминиевому заводу — источнику фтористого загрязнения.

Особенностью климата района исследования является континентальность и засушливость. По своим почвенно-климатическим условиям исследуемая территория относится к полупустынной зоне.

В ходе изучения состояния энтомофаунистических сообществ были проведены инвентаризация насекомых, выяснение их пространственной дифференциации на загрязнённой территории. Главным вопросом исследования стала оценка состояния энтомокомплексов на различном удалении от алюминиевого завода.

Исследование проводилось с применением метода экологических трансект [4, 5]. Нами была выбрана трансекта с пробными точками 200, 500, 1000, 2000, 3000 м и контрольным участком на расстоянии 15000 м от источника загрязнения. Учёт численности насекомых осуществлялся методом кошения и путём подсчёта на пробных площадках [2, 3], на протяжении всего вегетационного периода дважды в месяц.

Для оценки состояния была использована методика энторопийного анализа [1].

В основе оценки состояния энтомофауны лежит предположение о том, что ключевым фактором формирования населения насекомых на сравнительно небольшой территории с однородным ландшафтом является степень загрязнения воздушной среды выбросами алюминиевого производства. Видовой и количественный состав энтомокомплексов в биотопах изменяются соответственно уровню загрязнения их поллютантами. Структура населения насекомых и фактор загрязнения на каждой точке трансекты составляют единую систему, пребывающую в состоянии динамического равновесия. Совокупная степень отклонений состояния энтомофауны в биотопах от контроля характеризуется степенью неупорядоченности системы (энтропией,  $H$ ), вызванной воздействием неодинакового уровня загрязнения. С другой стороны, для системы, находящейся в устойчивом равновесии, справедливо использовать принцип Ле-Шателье-Брауна, согласно которому, внешнее воздействие, изменяющее какое-либо из условий равновесия, вызывает в системе процессы, направленные на компенсацию этого воздействия.

Принцип Ле-Шателье для замкнутой системы определяет обязательную реакцию на внешнее воздействие, выводящее её из равновесия, и стимулирующее процессы, ведущие к ослаблению результатов этого воздействия. В экологических системах или их частях, которые не являются замкнутыми, выполнение данного принципа не обязательно. В то же время оно характеризует их способность к реагированию на внешние воздействия [6].

Использование принципа Ле-Шателье позволяет отметить качественные реакции энтомофауны на уровень загрязнения в рамках уравнивания системы. Расчет энтропии по конкретному параметру позволяет дать количественную оценку влияния поллютантов на данный показатель. Следует отметить, что в рамках одного параметра изменение уровня энтропии системы является индикатором действия принципа Ле-Шателье как свойства, в качестве реакции на воздействие поллютантов.

Первичными параметрами состояния энтомонаселения, использованными нами при расчете энтропии, являются количество видов и численное обилие особей.

При расчете структурной энтропии были определены теоретически возможные максимальные значения количества видов насекомых, способных обитать на данной территории и их средняя численность. Установлено, что в исследуемой экосистеме теоретически может обитать не более 271 вида с численностью до 450 особей в выборке.

Согласно представленным данным, максимальное воздействие на сообщество насекомых поллютанты оказывают в биотопе, расположенном на расстоянии 500 м от источника загрязнения. Такое воздействие выбросов на энтомонаселение является настолько разрушающим, что относительная энтропия системы на данном участке характеризуется значениями большими единицы, то есть элементы системы не являются взаимосвязанными, и она здесь практически не существует (табл. 1.). В составе сообщества насекомых, населяющих этот биотоп, присутствуют лишь отдельные элементы, характерные для энтомофауны соседствующих с ним биотопов. Это во многом объясняет развивающиеся здесь процессы деградации энтомосообщества.

*Таблица 1.*

**Значения информационных характеристик  
состояния энтомофауны биотопов  
по мере удаления от источника загрязнения**

Расстояние от источника загрязнения, м	Показатель	Структурная энтропия $H$ , нат	Относительная энтропия $h$ , нат	Кэф.-т избыточности $R$ , %	Эквивокация $e$ , нат	Информ. показатель влияния загрязнения (ИПВ)
200	S	3,053	0,67	33	0,457	0,150
	N	2,770	0,54	46	0,506	0,183
500	S	4,754	1,10	-10	2,158	0,454
	N	5,030	1,05	-5	2,766	0,550
1000	S	3,779	0,85	15	1,183	0,313
	N	2,487	0,48	52	0,223	0,090
2000	S	2,354	0,50	50	-0,242	-0,103
	N	2,264	0,44	56	0	0,000
3000	S	1,874	0,39	61	-0,722	-0,385
	N	0,223	0,04	96	-2,041	-9,152
Контроль	S	2,596	0,56	44	-	-
	N	2,264	0,44	56	-	-

*Примечание: S — количества видов, N — численность особей в выборке.*



Количество видов и их численность на данном участке неустойчивы во времени, пробы отличаются волатильностью измерений. Значение относительной энтропии больше единицы, на наш взгляд, объясняется ещё и тем фактом, что сам показатель рассчитывается для практических значений относительно контрольной экосистемы, но она имеет теоретический запас устойчивости, который и реализуется в данных расчетах.

По мере удаления от зоны глубокой экологической деградации (500 м) показатели структурной энтропии и ИПВ начинают снижаться, а устойчивость системы увеличивается. Степень нарушенности сообществ насекомых модельных участков можно выразить суммой структурных энтропий для показателей S и N, тогда деградация системы уменьшается в следующей последовательности 500 м, 1000 м, 200 м, 2000 м, 3000 м.

Такие результаты связаны не только с пропорциональным уменьшением загрязнения в ряду, но и с увеличением возможности систем к перестройке своих элементов с целью снижения воздействия. Иными словами, согласно принципу Ле-Шателье различные дозы поллютантов, действующих на биосистемы, вызывают реализацию в системе определённых компенсаторных механизмов, которые в различной степени снижают влияние вредных воздействий на энтомонаселение.

Мы рассматриваем систему с двумя параметрами состояния энтомофауны (видовое разнообразие и численное обилие), следовательно, она имеет четыре различных компенсаторных механизма. То есть, для двух параметров существует по два реакционных состояния: активация и угнетение. С энергетической точки зрения это явление рассматривается следующим образом: энергия приходящая извне (в нашем случае — энергия химических связей загрязняющих агентов) может быть использована системой для самопостроения или угнетающе воздействовать на её компоненты. Определить способ реакции экосистемы для каждой станции можно посредством расчета показателя энтропийной эквивокации ( $e$ ).

При  $|e(N)| > |e(S)|$  определяющей реакцией системы является изменение численности особей. Если же  $|e(N)| < |e(S)|$ , то система реагирует изменением количества видов. Полученные данные свидетельствуют, что четыре компенсаторных механизма сводятся к следующим модальным реакциям под действием различных доз загрязнения:

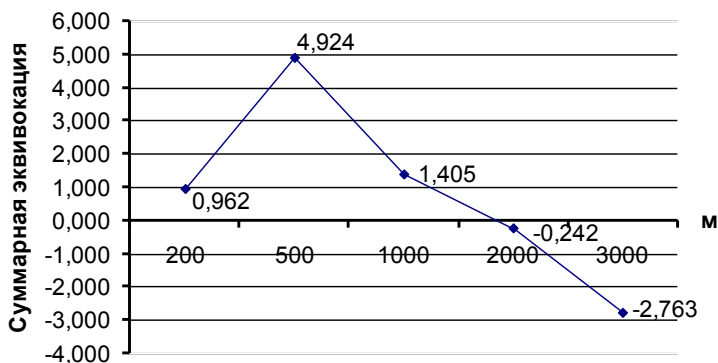
1. Рост численности особей — наблюдается при  $|e(N)| > |e(S)|$ ,  $e(N) < 0$ . Такая реакция более соответствует экосистеме на расстоянии 3000 м от источника загрязнения.

2. Увеличение количества видов — при  $|e(S)| > |e(N)|$ ,  $e(S) < 0$ . Характеризует экосистему на расстоянии 2000 м от источника загрязнения.

3. Снижение численности особей — при  $|e(N)| > |e(S)|$ ,  $e(N) > 0$ . Реакция в большей степени свойственная энтомокомплексам на расстоянии 200 м от завода.

4. Уменьшение количества видов — при  $|e(S)| > |e(N)|$ ,  $e(S) > 0$ . Сообщество на расстоянии 1000 м от завода.

Оба параметра системы изменяются одновременно, но результирующую степень ненадёжности двухфакторной системы можно определить суммарной эквивокацией обоих факторов (рис. 1). Исходя из выявленной зависимости, увеличение негативного влияния техногенного загрязнения на энтомокомплексы происходит в ряду 3000 м, 2000 м, 200 м, 1000 м, 500 м и количественно соответствует увеличению выбросов, но система реагирует качественно по-разному. Качественная неоднородность реакции отражается в ступенчатой динамике экологических индексов. Отсюда следует, что по мере увеличения техногенной нагрузки реакция экосистемы претерпевает изменение по следующей цепи: рост численности особей → увеличение количества видов → снижение численности особей → снижение количества видов.



**Рисунок 1. Изменение степени неустойчивости энтомокомплексов биотопов трансекты (по показателю эквивокации)**

В нашем случае химическая энергия загрязняющих веществ, сначала ослабляюще действуя на низшие элементы пищевых цепей, позволяет высшим звеньям этой цепи (насекомым) использовать объекты питания с меньшими затратами энергии. Этим объясняется стимулирующее влияние малых доз загрязнения на численность консументов первого и последующих порядков. При этом происходит некоторое увеличение количества видов в системе и их численности. Далее численность особей начинает снижаться, будучи угнетаема усиливающимся воздействием поллютантов, а последующее увеличение загрязнения в системе начинает негативно отражаться на числе слагающих её видов. В конечном варианте система перестаёт существовать.

### **Список литературы:**

1. Еремеева Н.И. Структура и экологические механизмы формирования мезофауны членистоногих урбанизированных территорий: на примере г. Кемерово. дис. д-ра биол. наук : 03.00.16 Кемерово, 2006. 306 с.
2. Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых / В.Ф. Палий // Воронеж: Центр. — Чернозем. кн. изд-во, 1970 — 192 с.
3. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко // М.: Наука. 1982 — 287 с.
4. Соколов В.Е., Стриганова Б.Р. Изучение разнообразия животного населения в зональных климатических градиентах с использованием трансектного метода / В.Е. Соколов, Б.Р. Стриганова // Известия РАН. — Сер. Биол. — № 4. — 1998. — С. 422—427.
5. Стриганова Б.Р., Порядина Н.М. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины. — М.: Товарищество научных изданий КМК. 2005. 234 с.
6. Тарко А.М. Устойчивость биосферных процессов и принцип Ле-Шателье. // Доклады академии наук, 1995, том 343, № 3, с. 393—395.
7. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. / Уиттекер Р. // М.: Прогресс. — 1980. — 326 с.

# ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ САМОК КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭКСТРАКТОВ ЛОТОСА ОРЕХОНОСНОГО

**Ломтева Наталья Аркадьевна**

канд. бил. наук, доцент АГУ,  
г. Астрахань

E-mail: [molecula01@yandex.ru](mailto:molecula01@yandex.ru)

**Баганина Ксения Владимировна**

студент АГУ, г. Астрахань

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

**Гребенник Лидия Александровна**

студент АГУ, г. Астрахань

E-mail: [lost-lida-@mail.ru](mailto:lost-lida-@mail.ru)

**Ефимцева Мария Александровна**

студент АГУ, г. Астрахань

E-mail: [enya123@mail.ru](mailto:enya123@mail.ru)

*Nelumbo nucifera* (Лотос орехоносный) с давних времен использовался в пищу и применялся в нетрадиционной медицине. Известно психофармакологическое, мочегонное, жаропонижающее, антибактериальное, гипогликемическое действие Лотоса орехоносного [1]. Экстракт семян Лотоса орехоносного обладает гепатопротективным и снижающим интенсивность процессов свободнорадикального окисления действием [2]. Целью работы было изучить влияние внутрижелудочного введения экстракта семян Лотоса орехоносного на показатели крови и ориентировочно-исследовательское поведение.

Спиртовой экстракт семян Лотоса орехоносного был приготовлен согласно протоколу WHO CG-04 [3]. Выход активного экстракта — около 5 % вязкого смолообразного вещества. Раствор экстракта Лотоса орехоносного, приготовленный на физиологическом растворе, вводили животным внутрижелудочно с помощью зонда в дозе 50 мг/кг массы тела. В эксперименте были использованы 92 самки крыс (средняя масса — 220 г, возраст — 20—24 мес.). Животные содержались

в стандартных условиях вивария при свободном доступе к воде и пище. Самки крыс были разделены на группы: I — контроль — животные, получавшие внутрижелудочно физиологический раствор, II — опыт — животные, получавшие внутрижелудочно раствор экстракта семян Лотоса орехоносного. Декапитацию животных проводили после предварительной наркотизации легким диэтиловым эфиром. Декапитацию проводили на 7, 14, 21, 28 дни введения растворов. Были исследованы следующие параметры: количество лейкоцитов, степень перекисного гемолиза эритроцитов и ориентировочно-исследовательское поведение в открытом поле. Среди поведенческих параметров были рассмотрены латентный период выхода из центра поля, горизонтальная двигательная активность, ориентация в пространстве и исследовательская активность. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием критерия Стьюдента.

Количество лейкоцитов в крови у самок крыс, получавших экстракт семян Лотоса орехоносного (Табл.1), имело тенденцию к снижению на 7, 14 и 21 день после начала введения в сравнении с животными, получавшими физиологический раствор. На 28 день от начала эксперимента данный показатель практически не отличался от контрольного значения.

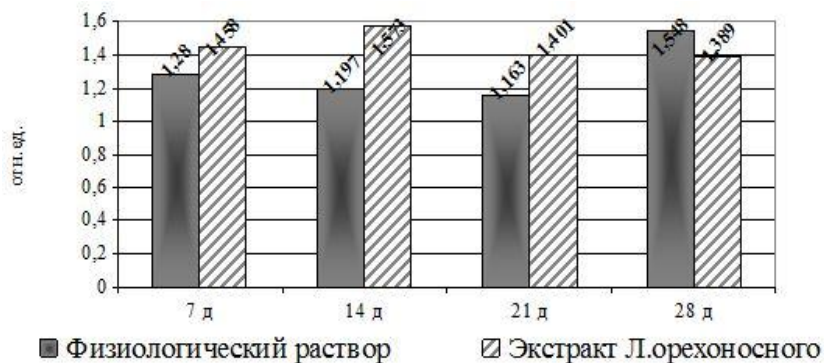
**Таблица 1.**

**Влияние экстракта семян Лотоса орехоносного  
на количество лейкоцитов**

Группа		Лейкоциты × 10 <sup>9</sup>
7 дней	физиологический р-р.	1,2 ± 0,2
	экстракт Лотоса орехоносного	2,6 ± 0,2 ***
14 дней	физиологический р-р.	3,9 ± 0,2
	экстракт Лотоса орехоносного	3,2 ± 0,2 *
21 день	физиологический р-р.	3,7 ± 0,3
	экстракт Лотоса орехоносного	3,3 ± 0,1
28 дней	физиологический р-р.	3,1 ± 0,3
	экстракт Лотоса орехоносного	3,8 ± 0,2

*Условные обозначения: \* — достоверность различий, между контрольной и опытной группами (по Стьюденту); \* — p<0,05; \*\* — p<0,01; \*\*\* — p<0,001*

Степень перекисного гемолиза эритроцитов (ПГЭ) является чувствительным показателем, отражающим про- и антиоксидантный баланс организма. Внутривентрикулярное введение экстракта семян Лотоса орехоносного (рис. 1) не приводило к существенным изменениям исследуемого показателя.



**Рисунок 1. Влияние экстракта семян Лотоса орехоносного на степень перекисного гемолиза эритроцитов**

На 28 день была отмечена тенденция к росту ПГЭ при внутривентрикулярном введении физиологического раствора, в то время как при введении экстракта данный показатель стабилизировался после незначительного увеличения на 14 день. Вероятно, это может быть связано с мембраностабилизирующим действием экстракта семян Лотоса орехоносного.

Структура ориентировочно-исследовательского поведения при введении экстракта семян Лотоса орехоносного изменялась незначительно (Табл.2). Происходило снижение исследовательской активности на 7 и 28 дни внутривентрикулярного введения экстракта семян Лотоса орехоносного относительно контрольных животных. Латентный период выхода из центра поля уменьшался на 7 и 14 дни у животных, получавших экстракт семян Лотоса орехоносного в сравнении с аналогичным показателем у контрольной группы животных. Количество поворотов головой возрастало на 14 день и снижалось при дальнейшем введении экстракта семян Лотоса орехоносного относительно контрольных самок.

Таблица 2.

**Влияние экстракта семян Лотоса орехоносного  
на ориентировочно-исследовательское поведение**

Показатели	Группы животных	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
Горизонтальная активность	экстракт Лотоса орехоносного	34,2±9,62	42,8±7,54	30,6±6,35	49,3±12,3
	Физиологический р-р	32,2±14,77	36,6±6,86	28,6±4,33	37,2±7,38
Исследовательская активность	экстракт Лотоса орехоносного	7,0±1,75 **	10,3±2,08	10,6±2,08	8,0±1,81 *
	Физиологический р-р	6,8±2,69	11,2±1,90	8,5±0,82	11,2±1,69
Латентный период выхода	экстракт Лотоса орехоносного	3,9±0,56 *	2,7±0,47 *	4,0±0,60	18,9±11,48
	Физиологический р-р	6,0±1,76	3,5±0,67 *	7,5±4,29	5,33±1,36
Ориентация	экстракт Лотоса орехоносного	3,8±1,23	7,6±0,62 **	2,6±0,53 *	2,3±0,68 **
	Физиологический р-р	4,0±1,74	6,2±1,26	5,6±0,50	7,5±1,61 *

*Условные обозначения как в табл. 1*

Полученные результаты являются отправной точкой для проведения дальнейших комплексных углубленных исследований в плане оценки спектра фармакологической активности экстракта семян Лотоса орехоносного.

### Список литературы:

1. Mukherjee P.K., Das J., Saha K., Pal M., Saha B.P. Diuretic activity of the rhizomes of *Nelumbo nucifera* Gaertn. (Fam. Nymphaeaceae) // *Phytotherapy Research*. — 1996. — № 10. — С. 424—425.
2. Sohn D.H., Kim Y.C., Oh S.H., Park E.J., Li X., Lee B.H. Hepatoprotective and free radical scavenging effects of *Nelumbo nucifera* // *Phytomedicine*. — 2003. — № 10. — С. 165—169.
3. WHO: protocol CG-04. Preparation of alcoholic extract for bioassay and phytochemical studies (APJF/IP, 1001 A). Geneva, World Health Organization 1983.

## 4.5. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОПИСАНИИ ПРОЦЕССОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ

*Михалар Сергей Геннадьевич*

*ассистент кафедры ботаники и экологии растений,  
Псковский государственный университет,  
г. Псков*

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

Проблеме пространственного распределения организмов посвящено множество работ, однако она до сих пор остается одной из дискуссионных в современной экологии [2, с. 199; 4, с. 131]. С одной стороны, особенности размещения организмов в пространстве сравнительно нетрудно зафиксировать, отмечая факт наличия или отсутствия конкретного вида на участке. С другой, объяснение причин такой неоднородности требуют проведения комплексных экологических исследований с учетом огромного количества факторов различной природы. Ситуация осложняется еще и тем, что в процессе исследований учитываются далеко не все переменные среды [3, с. 241].

Одним из широко распространенных способов построения математических моделей является процедура множественной линейной регрессии [3, с. 152; 5, с. 153]. Однако, для ее корректного применения необходимо соблюдение ряда условий, в частности, зависимости между переменными должны быть сведены к линейной форме, а их распределение должно соответствовать нормальному закону [3, с. 152].

При построении математических моделей природных процессов, предположение о линейности часто носит характер допущения, хотя это и не всегда сформулировано соответствующим образом. В том случае, если линейная модель неадекватно описывает природный процесс, необходимо ее преобразование. Поэтому при моделировании природных процессов наряду с линейными регрессионными моделями необходимо рассматривать и нелинейные модели [3, с. 152; 5, с. 166].

В качестве примера представлены два варианта регрессионных моделей экологической ниши желтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis*



*Melchior, 1834*), построенные на основании данных, собранных автором на трансекте, проложенной через различные варианты ельников Центрально-Лесного заповедника.

Учет численности животных осуществлялся на площадках трансекты с постоянным шагом в 20 метров. На каждой учетной площадке фиксировалась численность видов и различные параметры среды.

Модели экологической ниши строились на основании значений осей факторов-координат экологического пространства, которые были получены путем преобразования матрицы коэффициентов гамма-корреляций между различными видами, отмеченными на трансекте. Преобразование выполнялось при помощи процедуры многомерного непараметрического шкалирования. Преимущество такого метода построения моделей в том, что происходит значительная редукция переменных среды без существенной потери информации, в результате чего исследователь имеет дело всего лишь с несколькими ключевыми переменными (факторами) вместо десятков характеристик. Полученные значения осей отражают изменение численности видов в пространстве абстрактных факторов, представленных через восприятие этих факторов самими видами [1, с. 297]. Физический смысл абстрактных факторов определялся при помощи корреляционного анализа. Всего было выделено четыре координаты экологического пространства.

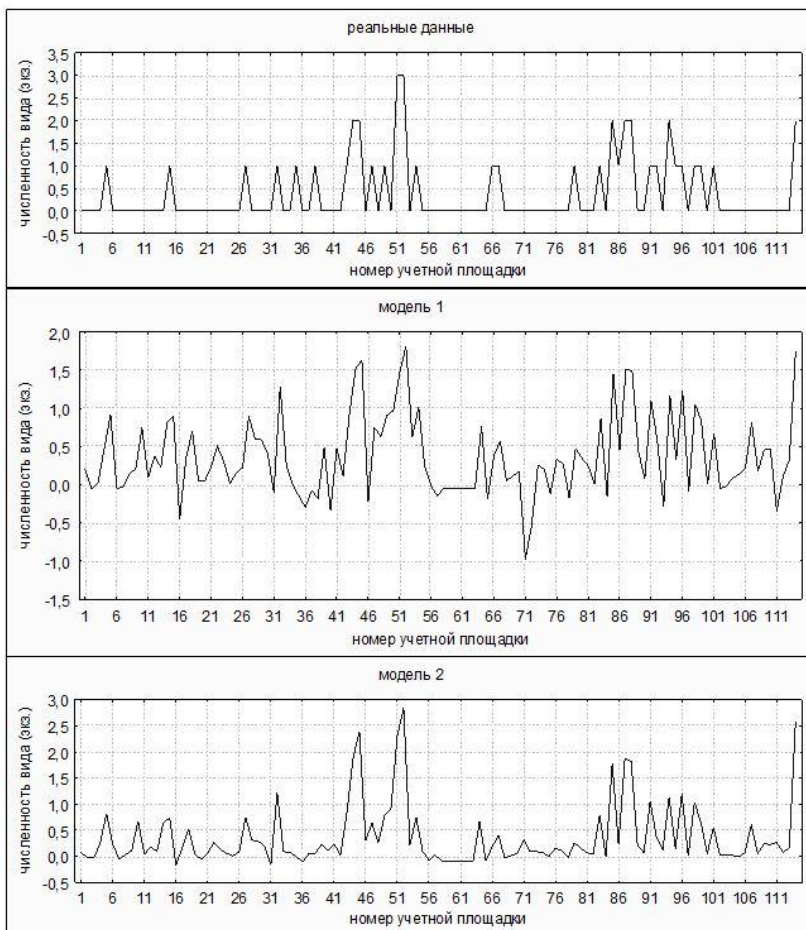
Линейная модель пошаговой множественной регрессии, построенная на основе четырех выделенных факторов, объясняет 61,4 % варьирования численности желтогорлой мыши и имеет вид:

$$N(A.flav.) = 0,37 + 0,11F_2 - 0,53F_4,$$

где: N — численность вида,

$F_i$  — значение фактора,  $i = 1, 2, 3, 4$ .

Модель показывает, что численность желтогорлой мыши возрастает в отрицательной области четвертого фактора.



***Рисунок 1. Размещение и численность желтогорлой мыши на трансекте: результаты полевых сборов (вверху); результаты, полученные при использовании модели 1 (в центре); результаты, полученные при использовании модели 2 (внизу).***

В другую модель, построенную при помощи итерационных методов нелинейной регрессии, реализуемого в модуле «Нелинейное оценивание» в программе STATISTICA, были введены дополнительные элементы. Это повысило предсказательную силу

модели до 79,7 %, что очень существенно, особенно если речь идет о природных условиях. Модель имеет вид:

$$N(A.flav.)= 0,17-0,37F_4+0,2F_4^2-0,1F_2F_4,$$

где: N — численность вида;

$F_i$  — значение фактора,  $i = 1, 2, 3, 4$ .

На рис. 1 показано реальное размещение желтогорлой мыши на трансекте и ее сопоставление с результатами расчетов по двум вышеприведенным регрессионным моделям. Вторая регрессионная модель, содержащая нелинейные элементы, предсказывает размещение и вероятную численность желтогорлой мыши, значительно лучше первой, которая учитывает лишь самую общую зависимость. Желтогорлая мышь имеет квадратическую зависимость от фактора 4, что указывает на очень высокую чувствительность к изменениям соответствующих параметров среды. Кроме того, вид зависим от совокупного действия второго и четвертого факторов.

В целом, вторая математическая модель, содержащая нелинейные элементы, позволяет получить дополнительную информацию об особенностях размещения вида при минимуме ошибок.

Таким образом, применение нелинейных регрессионных моделей позволяет учесть более тонкие механизмы пространственного размещения организмов и улучшать качество моделирования путем выявления скрытых зависимостей и неаддитивного действия переменных.

### **Список литературы:**

1. Виноградов В.В. Методические подходы к выявлению и описанию экологических ниш позвоночных животных // Вестник Красноярского государственного пед. у-та им. В.П. Астафьева. 2011. — № 2. — С. 297—299.
2. Одум Ю. Основы экологии. — М.: Наука, 1975. — 740 с.
3. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: Учеб. пособие для студ. вузов. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 416 с.
4. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. — М.: Прогресс, 1980. — 327 с.
5. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2007.— 512 с.

## БИОСФЕРНЫЙ РЕЗЕРВАТ «НЕРУССО-ДЕСНЯНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»

*Москаленко Игорь Владимирович*

*аспирант каф. экологии и рац. природопользования, БГУ,  
г. Брянск*

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

Решением Международного координационного комитета программы «Человек и биосфера» ЮНЕСКО от 10.11.2001 г. И Постановлениями администрации Брянской области от 24.07.2000 г. № 330 и от 16.10.2000 № 437 организован биосферный резерват международного значения «Неруссо-Деснянское Полесье» (около 120 тыс. га). В соответствии с выданным сертификатом «Неруссо-Деснянское Полесье» включено во Всемирную сеть биосферных резерватов [5, с. 856]. Биосферный резерват «Неруссо-Деснянское Полесье» имеет следующее зонирование (рис. 1).



**Рисунок 1. Зонирование биосферного резервата «Неруссо-Деснянское Полесье»**

Основная зона биосферного резервата — заповедник «Брянский лес», получивший в 2001 г., соответствии с Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях», статус государственного природного биосферного заповедника. Планируется расширить основную зону биосферного резервата за счет включения в нее территории государственного природного заказника «Скрипкинский», придав ему статус биосферного полигона заповедника. Это даст возможность организовать трансграничную особо охраняемую природную территорию (ООПТ) на базе биосферного заповедника «Брянский лес» (Россия) и национального природного парка «Деснянско-Старогутский» (Украина) [5, с. 856].

Неруссо-Деснянское Полесье находится в юго-восточной части Брянской области в бассейне среднего течения р. Десна и охватывает территорию между Десной и ее левыми притоками, Неруссой и Навлей, простираясь к югу от р. Нерусса условно до границы России с Украиной (географические координаты —  $52^{\circ}18'$  —  $52^{\circ}50'$  с. ш.,  $33^{\circ}28'$  —  $34^{\circ}40'$  в. д.). На востоке оно ограничено отрогами Среднерусской возвышенности. Общая площадь района — около 280 тыс. га [1, с. 139]. Это одна из наиболее сохранившихся природных территорий в лесной зоне Европейской России. С запада и северо-запада границей Неруссо-Деснянского Полесья служит обширная пойма р. Десна, имеющая важное значение для поддержания высокого видового разнообразия фауны региона [3, с. 68—71].

Климат района умеренно континентальный со среднегодовой температурой  $+6,4^{\circ}\text{C}$  и среднегодовым количеством осадков около 550 мм. Зима умеренно холодная (средняя температура самого холодного месяца  $-5,4^{\circ}\text{C}$ ) с хорошо выраженным периодом зимнего покоя растительности. Лето теплое (средняя температура самого теплого месяца  $+17,9^{\circ}\text{C}$ ) [2, с. 10—11].

Леса занимают не менее 60 % площади района (в том числе хвойные — около 20 %, смешанные леса — 16 %, широколиственные леса — 7 %), луга — около 10 %. На долю антропогенных ландшафтов приходится около 12 % территории (в том числе поля, пашни — около 7 %). Приблизительно 15 % территории заболочено. По геоботаническому районированию Неруссо-Деснянское Полесье входит в Полесскую подпровинцию Восточно-европейской широколиственной провинции, относящейся к Европейской широколиственно-лесной области [6, с. 430]. В соответствии с зоогеографическим районированием Неруссо-Деснянское Полесье входит в Центрально-русский район провинции Смешанных лесов, которая в свою очередь относится к Бореально-лесной подобласти Палеарктической области [4, с. 176].

Во флоре Неруссо-Деснянского Полесья отмечено более 828 дикорастущих видов сосудистых растений, в том числе: плаунов — 5, хвощей — 6, папоротников — 16, голосеменных — 4, цветковых — 797 видов растений. Из них в Красную книгу РФ включены 7 видов растений и 77 видов являются регионально редкими.

Фауна района насчитывает 323 видов позвоночных животных, в том числе: круглоротых — 1, рыб — 33, земноводных — 11, пресмыкающихся — 7, птиц — 222, млекопитающих — 49 видов.

В Неруссо-Деснянском Полесье представлены четыре ландшафта: моренно-зандровый, террасный, пойменный и предполесский [1, с. 139]. Основу ландшафтной структуры составляет моренно-зандровый ландшафт, занимающий половину площади района. Террасный ландшафт (четверть площади района) простирается по левобережью Десны полосой 10—15 км; в долинах Неруссы и Навли ширина террас — 4—6 км. Пойменный ландшафт (15 % площади) приурочен к долинам крупных, средних и малых рек. Предполесский ландшафт занимает лишь 10 % площади района.

С целью сохранения и восстановления биологического разнообразия региона в 1987 г. был организован государственный природный заповедник «Брянский лес». Позднее вокруг заповедника была образована сеть ООПТ, в которую помимо заповедника с охранной зоной в настоящее время входят четыре государственных природных и охотничьих заказника и 18 памятников природы областного значения. Общая площадь сети ООПТ — 53105 га (почти 19 % территории Неруссо-Деснянского Полесья). Заповедник служит основной зоной (ядром) биосферного резервата, а его охранная зона, заказники и памятники природы буферной зоной. В роли переходной зоны выступают прилегающие к ним лесные земли Навлинского, Суземского и Трубчевского лесничеств (ранее-лесхозов), а также поймы рек Десна и Нерусса.

Биосферный заповедник «Брянский лес» не только территориальная единица биосферного резервата «Неруссо-Деснянское Полесье», но и ведущая организация по выполнению его основных функций. Заповедник осуществляет охрану природных комплексов в пределах основной и буферной зон, проводит мониторинг, научно-исследовательские работы и эколого-просветительскую деятельность на всей территории биосферного резервата «Неруссо-Деснянское Полесье» [5, с. 856].

Для содействия природоохранной, научно-исследовательской и эколого-просветительской деятельности заповедника предлагается создать на территории государственного природного заказника

«Скрипкинский» и охранной зоны заповедника, а также на одном из участков поймы р. Десны биосферные полигоны (участки заповедника с дифференцированным режимом охраны и функционирования). Это позволит сохранить уникальные природные комплексы региона и в тоже время использовать территорию биосферных полигонов для развития экологического туризма и других бережных видов природопользования.

### **Список литературы:**

1. Евстигнеев О.И. Неруссо-Деснянское полесье: история природопользования. — Брянск: группа компаний «Десяточка», 2009. — 139 с.
2. Кайгородова Е.Ю. Климат и погода // Природные ресурсы Брянской области: государственный природный биосферный заповедник «Брянский лес». — Брянск: БОРУС, 2006. — 10 с.
3. Косенко С.М. Описание района заповедника «Брянский лес» // Материалы Первого Семинара по Программе «Изучение состояния популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений в России» (Санкт-Петербург, 1997 г.). — М.: 1997. — 68 с.
4. Кузнецов Б.А. Очерк зоографического районирования СССР. М.: Изд-во МОИП, 1950. — 176 с.
5. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный Федеральный округ: Брянская область / Под ред. Н.Г. Рыбальского, Е.Д. Самотесова и А.Г. Митюкова. — М.: НИИ-Природа, 2007. — 1144 с.
6. Растительность Европейской части СССР. — Л.: Наука, 1980. — 430 с.

## СЕКЦИЯ 5.

### ХИМИЯ

#### 5.1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

##### МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ХРОМСОДЕРЖАЩИХ РУДАХ И ХРОМОВЫХ КОНЦЕНТРАТАХ

*Манукян Алла Вагановна*

*соискатель кафедры неорганической химии  
Ереванского государственного университета*

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

Известны ряд методов количественного определения диоксида кремния в хромсодержащих рудах и хромовых концентратах.

Широко известным методом является фотометрический метод определения диоксида кремния в хромсодержащих рудах и хромовых концентратах [5]. Метод основан на взаимодействии кремниевой кислоты и молибдата аммония с образованием окрашенной в желтый цвет кремнемолибденовой гетерополикислоты, которую восстанавливают аскорбиновой кислотой до окрашенного в синий цвет кремнемолибденового комплексного соединения.

Следующим наиболее известным методом количественного определения диоксида кремния в хромсодержащих рудах и хромовых концентратах, является метод гравиметрического определения. Метод заключается в разложении навески хромовой руды или концентрата в азотной, серной и хлорной кислотах или сплавлении навески с пероксидом натрия, выщелачивании плава водой и выделении кремниевой кислоты в осадок выпариванием раствора с серной кислотой до появления ее паров или до появления серной и хлорной кислот при разложении навески смесью кислот. Осадок кремниевой кислоты прокальвают и обрабатывают фтористоводородной кислотой. Массовую долю диоксида кремния находят по разности в массе осадка до и после его обработки фтористоводородной кислотой [3].



Процентную концентрацию диоксида кремния также определяют гравиметрическим методом, после удаления хрома в виде хлористого хрома [4].

Вышеупомянутые методы имеют ряд недостатков — трудоемкость, необходимость применения множества реактивов, длительность процесса, а при множестве анализов пары фтористоводородной и серной кислоты загрязняют окружающую среду.

Нами предлагается новый метод количественного определения диоксида кремния в хромосодержащих рудах и хромовых концентратах, позволяющий одним процессом разложения практически 100 %-й переход хрома и ряд других химических элементов (медь, железо, никель, алюминий, кальций, магний и т. д.) в раствор и их количественное определение на атомно-абсорбционной спектрофотометре, а в осадке — диоксид кремния.

#### **Аппаратура и реактивы**

Микроволновая печь, печь муфельная с терморегулятором, обеспечивающая температуру нагрева не ниже 1100°C, тигли платиновые и фарфоровые, применяемые кислоты- серная (93,5—98 %) и перхлорная (50—60 %).

В качестве образцов хромовой руды и хромового концентрата, взяты образцы из Шоржинского рудного месторождения (Армения) [1], химический состав которых заранее определен известными классическими методами, и в таблице 1 приведены процентные содержания интересующих нас химических элементов.

*Таблица 1.*

**Процентное содержание некоторых химических элементов Шоржинского рудного месторождения**

Тип пробы	Содержание, %							
	S	Ni	Cr	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al	Mg	Ca
Руда	1,45	0,14	6,0	6,30	38,06	1,05	14,61	3,21
Концентрат	0,83	0,092	28,20	9,25	28,00	3,00	6,22	0,29

#### **Получение результатов**

Надо учесть, что для количественного определения диоксида кремния необходимо, чтоб в конечном продукте (в осадке) практически отсутствовал хром. Поэтому первостепенная задача количественно обеспечить полный переход хрома в раствор.

Эксперименты проводились следующим образом. Навеску хромовой руды (или хромового концентрата) весом 0,1—0,5 г

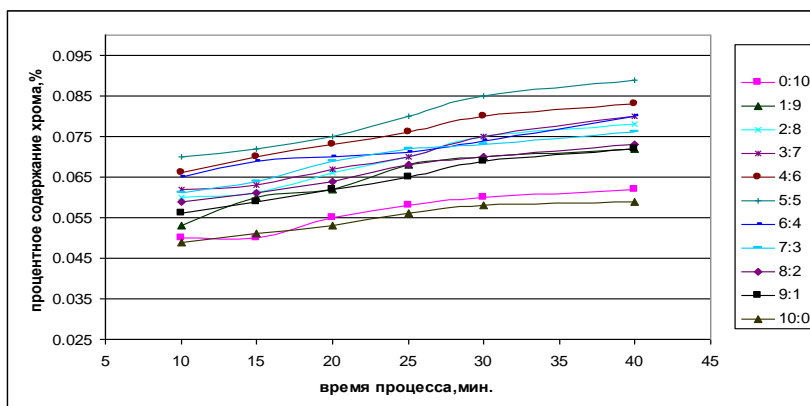
помещали в специальные фторопластовые автоклавы предусмотренные для микроволновой печи, добавляли серную и перхлорную кислоту, объемное соотношение которых приведено в таблице 2, после чего герметично закрывали автоклавы и помещали в микроволновую печь.

**Таблица 2.**

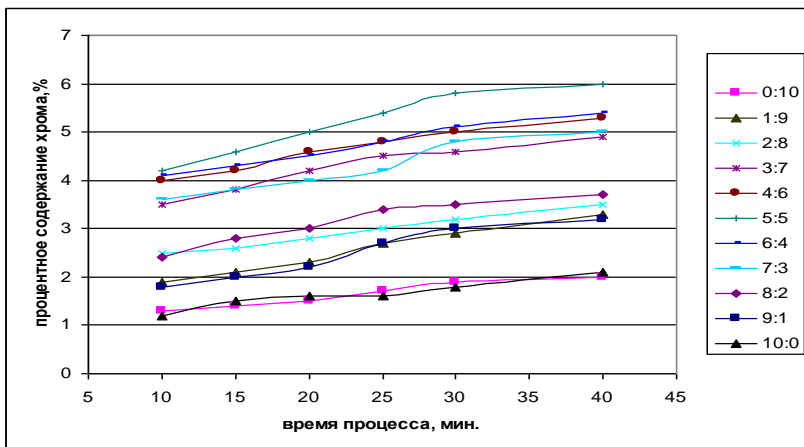
**Объёмное соотношение кислот**

Наименование кислоты	Объем, мл										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
серная кислота	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
перхлорная кислота	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Для каждого соотношения кислот проведены эксперименты, изменяя температуру системы (50—250<sup>0</sup>C), мощность микроволновой печи (300-800W) и время процесса (10—40 мин.). Исследования показали, что когда мощность микроволновой печи ниже 700 W, то в заданном времени в системе не можем обеспечить температуру выше 150<sup>0</sup>C, поэтому все опыты были проведены при мощности 700 W. Полученные данные приведены на рис. 1 и 2.



**Рисунок 1. Процентное содержание хрома в зависимости от времени процесса, при различных объемных соотношениях серной и перхлорной кислот, которые указаны в правом столбце, E=700 W, P=7—8 атм, T= 50<sup>0</sup>C**



**Рисунок 2. Процентное содержание хрома в зависимости от времени процесса при температуре 230<sup>0</sup>С, а остальные условия как на рис. 1**

Эксперименты показали, что с повышением температуры до 230<sup>0</sup>С процентное содержание хрома в растворе увеличивается (рис. 1 и 2).

Дальнейшие эксперименты были проведены при условиях (Т=230<sup>0</sup>С, t=40 мин, E=700 W, P=7—8 атм.) и имели цель снизить расход используемых кислот.

**Таблица 3.**

**Объемное соотношение кислот**

Наименование и соотношение кислот	Тип пробы	
	руда	Концентрат
5:5	Полное разложение	Полное разложение
4:4	Полное разложение	Полное разложение
3:3	Полное разложение	Полное разложение
2:2	Полное разложение	Полное разложение
1:1	Неполное разложение недостаточный объем кислот	Неполное разложение недостаточный объем кислот

Из данных табл. 3 следует, что снижение объема кислот до 2 мл, обеспечивает полное разложение проб, следовательно, объем применяемых кислот уменьшается примерно на 60 %.

Таким образом, оптимальными условиями для разложения проб являются параметры — соотношение объема кислот 2:2, T=230°C, E=700 W, P=7—8 атм, t=40 мин.

После полного разложения пробы автоклавы открываются, стенки и крышки промываются дистиллированной водой, и кислотный раствор фильтруется фильтровальной бумагой «белая лента» в мерную колбу, объемом 250 мл. Осадок и фильтровальную бумагу промывают несколько раз теплой дистиллированной водой, до обесцвечивания фильтровальной бумаги (когда фильтруем кислотный раствор, фильтр окрашивается в оранжево-зеленый цвет). Раствор дистиллированной водой доводят до метки, хорошо взбалтывают и атомно-абсорбционным методом определяют процентную концентрацию хрома и ряда других химических элементов (медь, никель, железо, алюминий, магний, кальций и т. д.). Фильтровальную бумагу вместе с осадком помещают в заранее взвешенный фарфоровый тигель и прокальвают в муфельной печи при температуре 1000—1100°C. После прокальвания взвешивают тигель и разностью веса (после прокальвания осадок из себя должен представить только чистый диоксид кремния) определяют процентное содержание диоксида кремния согласно формуле:

$$\%SiO_2 = \frac{m_1 - m_2}{n} \cdot 100$$

где:  $m_1$  — навеска тигеля с осадком после прокальвания,

$m_2$  — навеска пустого тигеля,

$n$  — навеска пробы.

Чтобы убедиться, что после прокальвания в тигле остается чистый диоксид кремния, осадок обрабатывают 10 мл фтористоводородной кислотой с несколькими каплями серной кислоты (разбавленная с дистиллированной водой 1:1). После удаления диоксида кремния тигель снова прокальвают и по разности определяют содержание диоксида кремния по формуле:

$$\%SiO_2 = \frac{(m_1 - m_2) - m_3}{n} \cdot 100$$

где:  $m_3$  — навеска тигеля с осадком диоксида кремния после обработки фтористоводородной кислотой.

Таким образом, мы предлагаем новый метод количественного определения диоксида кремния в хромовых рудах и хромовых концентратах, который имеет ряд преимуществ: сокращается время проведения процесса, уменьшается трудоемкость и количество применяемых реактивов, практически обеспечивается 100 %-й количественный переход хрома и ряд других химических элементов в раствор, а диоксид кремния в осадок. Так как предварительное разложение происходит в герметически закрытых автоклавах, и количество применяемых кислот доводится до минимума, выбросы в окружающую среду практически отсутствуют. Следовательно, данный метод является экологически более приемлимым.

В конце надо добавить, что определение диоксида кремния в хромовых концентратах происходит по такой же схеме, как в рудах.

### **Список литературы:**

1. Алоян П.Г., Алоян Гайк П., Давтян А.А., Маркосян А.А., Арутюнян Т.М., Степанян И.Г., *Металлы черные, цветные, благородные, редкие металлы и редкие земли*(Краткое пособие), Ереван ГЕОИД 2006, — 250 с.
2. Карпов Ю.А. *Современные методы автоклавной пробоподготовки в химическом анализе веществ и материалов*//Заводская лаборатория. Диагностика материалов// — 2007. — Т. 73. — № 1. — С. 4—11.
3. Книпович Ю.Н., Морачевский Ю.В., *Анализ минерального сырья*. Ленинград, 1959, — 1055 с.
4. Пономарев А.И., *Методы химического анализа железных, титаномагнетитовых и хромовых руд*. Москва, 1966, — 405 с.
5. *Руды хромовые и концентраты. Метод определения диоксида кремния*. ГОСТ 15848.12-90 (ИСО 5997-84) — 15 с.

## 5.2. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ КАРБИДОВ ВОЛЬФРАМА И ТИТАНА МЕТОДОМ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

***Полубояров Владимир Александрович***

*ведущий научный сотрудник, д-р хим. наук, профессор  
ИХТТМ СО РАН, НГТУ, г. Новосибирск  
E-mail: [sanych@solid.nsc.ru](mailto:sanych@solid.nsc.ru)*

***Коротаева Зоя Алексеевна***

*научный сотрудник, канд. хим. наук ИХТТМ СО РАН, г. Новосибирск  
E-mail: [z.korotaeva@ngs.ru](mailto:z.korotaeva@ngs.ru)*

***Жданок Александр Александрович***

*инженер второй категории ИХТТМ СО РАН, г. Новосибирск  
E-mail: [aleksandr-jdanok@rambler.ru](mailto:aleksandr-jdanok@rambler.ru)*

***Кузнецов Виктор Анатольевич***

*директор ООО «Центролит-С», г. Новосибирск  
E-mail: [sibcvetlit@rambler.ru](mailto:sibcvetlit@rambler.ru)*

**Актуальность темы.** Традиционные способы получения карбидов титана и вольфрама сопряжены со значительными материальными затратами. Синтез проводят в печах при температурах 1000—2000°С. Это приводит к большому расходу энергии, многооперационности и трудоемкости получения продукции, большому времени синтеза. В данной работе предложен способ совместного получения карбидов вольфрама и титана методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).

Явление самораспространяющегося высокотемпературного синтеза тугоплавких соединений было открыто академиком Мержановым А.Г. с соавторами в 1967 году [4]. Сущность процесса: в системе, состоящей из смеси порошков химических элементов, локально инициируется экзотермическая реакция синтеза. Выделившееся в результате реакции тепло благодаря теплопередаче

нагревает соседние (более холодные) слои вещества, возбуждает в них реакцию и приводит к возникновению самораспространяющегося процесса. В таком процессе химическая реакция протекает в узкой зоне, самопроизвольно перемещающейся по веществу с определенной линейной скоростью. Высокая температура, необходимая для быстрого протекания реакции, создается в результате освобождения химической энергии, запасенной в исходной системе. Протекание реакции сопровождается ярким свечением. Использование СВС-продуктов благодаря их высокому качеству и простоте получения приводит к высокой экономической эффективности.

Получение карбида титана методом СВС широко известно, но, к сожалению, из-за термодинамических ограничений так же получать карбид вольфрама невозможно. Карбид вольфрама (WC), потребляемый для легирования сталей, производят различными способами, например, взаимодействием вольфрама с углеродом в среде водорода при температурах 1430—1630°C [1, 3]; взаимодействием триоксида вольфрама, вольфрамовой кислоты или пара-вольфрамата аммония с водородом и метаном при температурах 900—1000°C [3]; разложением карбонила вольфрама  $W(CO)_2$  при температуре 1030°C [6].

Еще более жесткие условия требуются для получения карбида вольфрама  $W_2C$ : взаимодействие вольфрама с углеродом в среде водорода протекает при температурах 3000—3200°C [3]. Поэтому для синтеза карбида вольфрама (WC) был использован метод СВС карбида титана в смеси титан-вольфрам-углерод. СВС карбида титана в этой смеси разогревает ее, что приводит к синтезу карбида вольфрама [5].

**Цель работы** — получение методом СВС нанодисперсных порошков карбидов вольфрама и титана с максимальным содержанием вольфрама в системе титан-вольфрам-углерод.

Для достижения заданной цели необходимо решить следующие задачи:

1. выяснить условия, при которых идет синтез карбидов вольфрама WC и  $W_2C$  в системе W-Ti-C;
2. проследить влияние механической обработки на продукты реакции;
3. определить минимальную концентрацию Ti в смеси, при которой возможен процесс СВС.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения синтеза использовали порошки титана ПТОМ-2, вольфрама ПВТ и сажи ПМ-15. Смесь готовили совместной механохимической обработкой (МО) в активаторе АГО-2 при 60 г. Загрузка барабанов: 200 г стальных

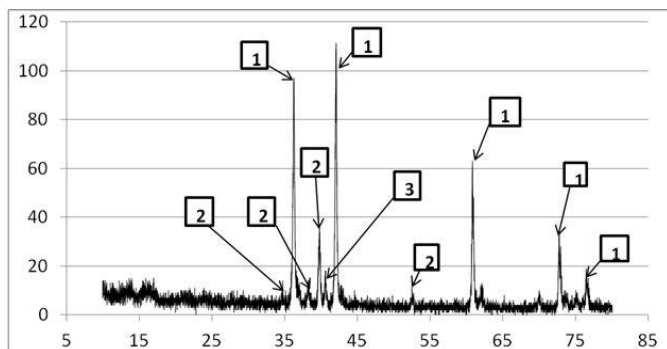
шаров и 20 г смеси W-Ti-C. Механическую обработку проводили в течение 1—5 минут. Смесь сжигали в виде порошка. Инертную атмосферу обеспечивали продувкой аргона. Фазовый состав продуктов реакции исследовали методом РФА. На основании РФА оценивали средний размер кристаллитов (ОКР) [2].

Составы содержали стехиометрическое количество углерода, необходимое для образования WC и TiC, и избыточное — в 2 и 2,5 раза. Были проведены синтезы с разным соотношением компонентов. В пересчете на карбиды WC и TiC составы композитов были следующие:

1. 20 % WC / 80 % TiC;
2. 40 % WC / 60 % TiC;
3. 60 % WC / 40 % TiC;
4. 70 % WC / 30 % TiC;
5. 75 % WC / 25 % TiC;
6. 80 % WC / 20 % TiC;
7. 50 % WC / 50 % TiC.

**Результаты исследования.** СВС идет во всех составах. Визуально отмечено, что при снижении количества титана в смеси реакция идет с меньшей скоростью. На рисунках 1—9 представлены рентгенограммы этих составов-после СВС.

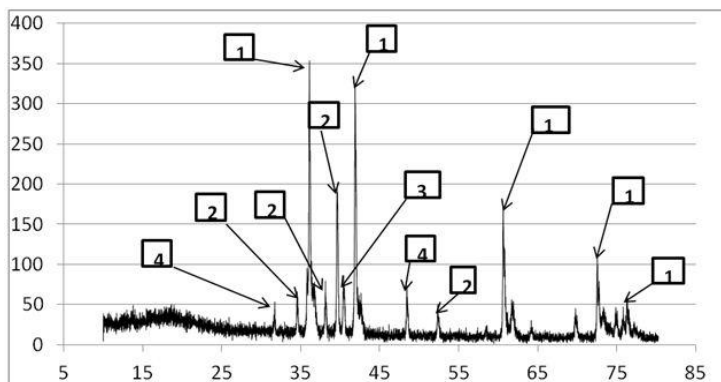
В смеси состава «1» (20 % WC / 80 % TiC) в соответствии с рисунком 1 карбид вольфрама WC вообще не образуется. Образуется только  $W_2C$  и остается немного вольфрама. Вероятнее всего, температура в смеси была более  $3200^{\circ}C$ , так как вольфрам остается в металлическом состоянии.



**Рисунок 1. Рентгенограммы продуктов СВС (20 % карбида вольфрама): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам**

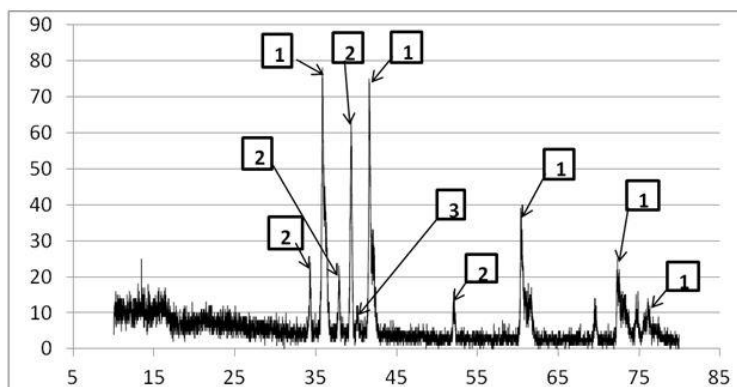


В смеси состава «2» (40 % WC / 60 % TiC) в соответствии с рисунком 2 в небольших количествах появляется WC, вероятно, из-за понижения температуры реакционной смеси.



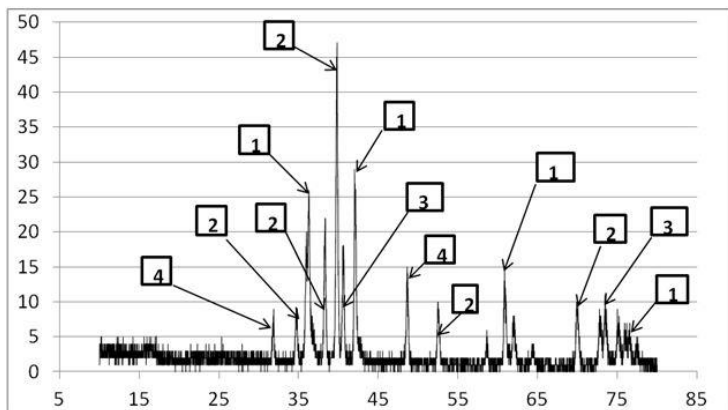
**Рисунок 2. Рентгенограммы продуктов СВС (40 % карбида вольфрама): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам; 4 — карбид вольфрама WC**

В смеси состава «3» (60 % WC / 40 % TiC) в соответствии с рисунком 3, так же как и в первых двух составах, наблюдается  $W_2C$  и вольфрам.

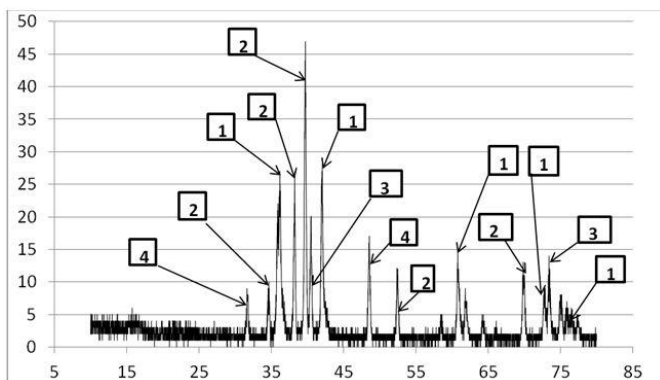


**Рисунок 3. Рентгенограммы продуктов СВС (60 % карбида вольфрама, предварительная МО 1 мин): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам**

Для состава «3» (60 % WC / 40 % TiC) было увеличено время МО до 2 и 3 минут. Было обнаружено в соответствии с рисунками 4 и 5, что увеличение времени предварительной МО смеси приводит к большему содержанию фазы WC в продуктах СВС, но так же присутствуют фазы  $W_2C$  и вольфрама.

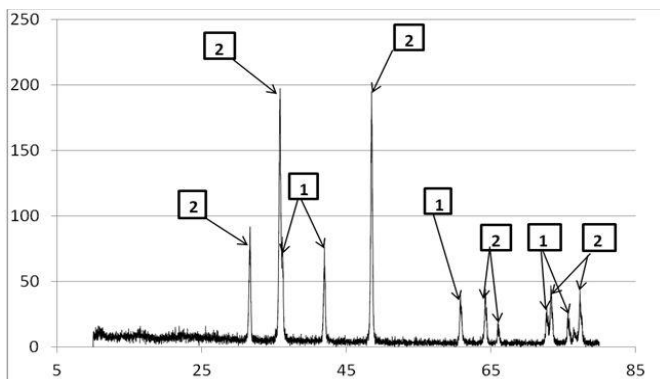


**Рисунок 4. Рентгенограммы продуктов СВС (60 % карбида вольфрама, предварительная МО 2 мин): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам; 4 — карбид вольфрама WC**



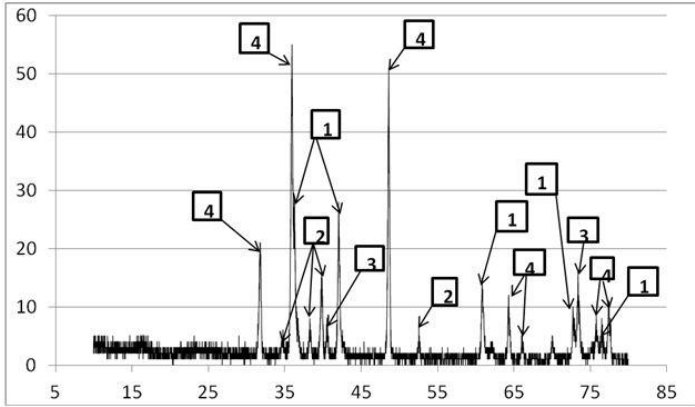
**Рисунок 5. Рентгенограммы продуктов СВС (60 % карбида вольфрама, предварительная МО 3 мин): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам; 4 — карбид вольфрама WC**

Далее была исследована возможность прохождения высокотемпературного синтеза в системах с минимальным содержанием титана. Смесь состава «6» (80 % WC / 20 % TiC), механохимически обработанную от 1-й до 3-х минут, зажечь не удалось. При увеличении времени обработки смеси до 5 минут и содержании сажи в 2 раза больше стехиометрического количества в продуктах реакции обнаружен WC, а W<sub>2</sub>C отсутствует (рисунок 6).

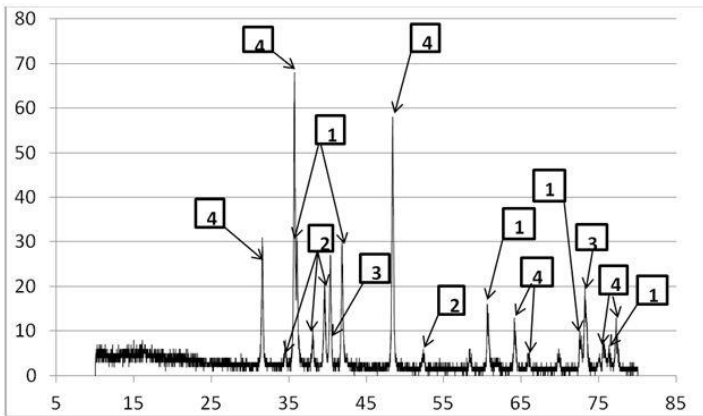


**Рисунок 6. Рентгенограммы продуктов СВС (80 % карбида вольфрама, предварительная МО 5 мин, количество сажи в 2 раза больше стехиометрического): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама WC**

Образцы состава «4» (70 % WC / 30 % TiC) с количеством сажи в 2 и 2,5 раза больше стехиометрического количества были обработаны в АГО-2 в течение 1 минуты. На рентгенограммах продуктов СВС, представленных на рисунках 7 и 8, присутствуют фазы WC, W<sub>2</sub>C и вольфрама. Обнаружено, что увеличение количества сажи более чем в 2 раза не требуется, так как это не приводит к большему выходу фазы карбида вольфрама WC.

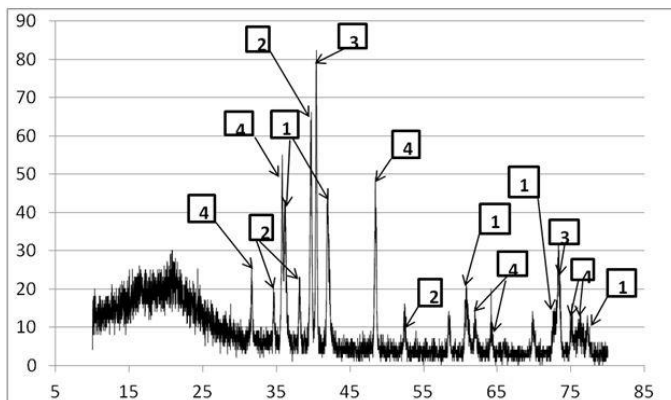


**Рисунок 7. Рентгенограммы продуктов СВС (70 % карбида вольфрама, предварительная МО 1 мин, избыток сажи — в 2 раза): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам; 4 — карбид вольфрама WC**



**Рисунок 8. Рентгенограммы продуктов СВС (70 % карбида вольфрама, предварительная МО 1 мин, избыток сажи — в 2,5 раза): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам; 4 — карбид вольфрама WC**

Без механической обработки смесь W-Ti-C загорелась только при соотношении 1:1 (состав «7») (50 % WC / 50 % TiC). После СВС в смеси остается много вольфрама и большое содержание фазы  $W_2C$  (рисунок 9).



**Рисунок 9. Рентгенограммы продуктов СВС (50 % карбида вольфрама, простое перемешивание, избыток сажи — в 2 раза): 1 — карбид титана; 2 — карбид вольфрама  $W_2C$ ; 3 — вольфрам; 4 — карбид вольфрама  $WC$**

В таблице 1 приведены данные по удельной поверхности и размеры кристаллитов, рассчитанные по рентгенограммам для продуктов СВС:  $WC$ ,  $W_2C$  и  $TiC$ .

**Таблица 1.**

**Размер кристаллитов продуктов СВС**

№	Состав	Избыток сажи	Время МО до СВС, мин	ОКР по $W_2C$ , нм	ОКР по $TiC$ , нм	ОКР по $WC$ , нм	$S_{уд}$ , $m^2/g$ , МО после СВС 1 мин
1	20 % $WC/80$ % $TiC$	стехиометрия	1	30,16	32,72	-	-
2	40 % $WC/60$ % $TiC$	стехиометрия	1	36,69	38,65	-	-
3	60 % $WC/40$ % $TiC$	стехиометрия	1	31,24	32,68	-	-
4	60 % $WC/40$ % $TiC$	стехиометрия	2	26,39	29,34	29,05	-
5	60 % $WC/40$ % $TiC$	стехиометрия	3	26,39	25,02	25,62	-
6	70 % $WC/30$ % $TiC$	2 раза	1	28,16	28,37	33,52	6,12
7	75 % $WC/25$ % $TiC$	2 раза	1	-	34,03	34,85	-
8	80 % $WC/20$ % $TiC$	2 раза	5	-	28,35	33,50	18,45

Максимумы пиков, на основании которых рассчитывали ОКР, приведены в таблице 2.

**Таблица 2.**

**Максимумы рентгеновских пиков**

№	Продукт	2 $\theta$ , градусов
1	WC	35
2	W <sub>2</sub> C	39
3	TiC	41,85

**Выводы:**

1. Подобраны экспериментальные условия получения методом СВС смеси карбидов вольфрама и титана с максимальным содержанием вольфрама;

2. подобраны экспериментальные условия получения методом СВС смеси с максимальным содержанием карбида вольфрама WC в системе W-Ti-C;

3. найдены условия получения смеси карбидов вольфрама и титана с минимальным размером частиц порядка 30 нм;

4. обнаружено, что выход карбидов вольфрама существенно зависит от состава смеси «титан-вольфрам-сажа» и времени ее механической обработки.

**Список литературы:**

1. Архипов В.А., Ворожцов А.Б., Ворожцов С.А., Давыдович В.И., Даммер В.Х., Кириллов В.А., Лернер М.И. Способ получения нанопорошка карбида вольфрама. // Патент РФ № 2414992, 27.03.2011.
2. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения: в 2 ч. — 1 ч. — М.: Мир, 1988. — 558 с.
3. Косолапова Т.Я. Карбиды. — М.: Металлургия, 1968. — 300 с.
4. Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Современные проблемы. Физическая химия. — М.: Химия, 1983. — С. 6—44.
5. Полубояров В.А., Мали В.И., Коротаева З.А., Жданок А.А. и др. Способ получения нанодispersных порошков карбидов вольфрама и титана методом СВС. // Заявка на патент № 2012129599, 12.06.2012 г.
6. Швейкин Г.П., Николаенко И.В. Способ получения ультра-нанодispersного порошка карбида. // Патент РФ № 2418742, 20.05.2011.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Материалы международной заочной научно-практической  
конференции

04 марта 2013 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 12.03.13. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 8. 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