



ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

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

№ 1 (25)
Январь 2015 г.

Издается с декабря 2012 года

Новосибирск
2015

УДК 50
ББК 20
Е 86

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

Королев Владимир Степанович — канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры механики управляемого движения факультета прикладной математики - процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета.

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

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

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

Харченко Виктория Евгеньевна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела флоры Дальнего Востока, Ботанический сад-институт ДВО РАН;

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

Е 86 Естественные и математические науки в современном мире / Сб. ст. по материалам XXVI междунар. науч.-практ. конф. № 1 (25). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. 208 с.

Учредитель: НП «СибАК»

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

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

Оглавление

Секция 1. Математика	8
1.1. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление	8
КОРРЕКТНОСТЬ ОДНОЙ ЛИНЕЙНОЙ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ О НАСЫЩЕННО-НЕНАСЫЩЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ Семенко Евгений Вениаминович Семенко Татьяна Ивановна	8
1.2. Математическая физика	16
ВИХРЕВОЕ РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ СИНУС-ГОРДОН Хусаинова Галина Владимировна Хусаинов Дамир Зиннурович	16
1.3. Математическая логика, алгебра и теория чисел	24
КАК ПЕРЕСЧИТАТЬ ВСЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ ЧИСЛА: КОММЕНТАРИИ К ДОКАЗАТЕЛЬСТВАМ ТЕОРЕМ КАНТОРА Королев Владимир Степанович	24
Секция 2. Информационные технологии	32
2.1. Системный анализ, управление и обработка информации	32
АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ МЕЛАНОЦИТАРНЫХ ПОРАЖЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ В ДЕРМОСКОПИИ Коротяев Денис Викторович	32
ПОИСК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ Малиновская Елена Александровна	37
ТЕХНИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ ПО Пищикова Екатерина Сергеевна Комличенко Виталий Николаевич	42

2.2. Управление в социальных и экономических системах	49
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАКОВЫХ ГРАФОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЛИЯНИЯ В ВИРТУАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ С ДЕВИАНТНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ ЕЕ УЧАСТНИКОВ Савва Юрий Болеславович	49
2.3. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей	54
КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА Куликова Наталья Николаевна	54
2.4. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	59
ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ Алоев Толя Баширович Асланова Елена Михайловна Жемухов Руслан Шихарбиевич Жемухова Марина Мухамедовна	59
МОДЕЛЬ НАРУШИТЕЛЯ ДЛЯ ФОРМАЛЬНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОТОКОЛОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ Борхаленко Вадим Анатольевич	65
МЕТОД ДЛЯ СГЛАЖИВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛНОЙ ВАРИАЦИИ Данг Нгок Хоанг Тхань Фан Зуй Тунг	72
МЕТОД ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА УЛЬТРАСОНОГРАММАХ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИ-КВАДРАТ Данг Нгок Хоанг Тхань Фан Зуй Тунг	76

МНОГОЛЕТНИЕ ЦИКЛЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ТЕТЕРЕВА (LYRURUS TETRIX L, 1766) В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ Ердаков Лев Николаевич Телепнев Владимир Геннадьевич	82
ЦИКЛИЧНОСТЬ В ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ РЯБЧИКА (BONASA BONASIA L, 1758) ИЗ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ Ердаков Лев Николаевич Телепнев Владимир Геннадьевич	88
ЦИКЛЫ В МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЛОЙ КУРОПАТКИ (LAGOPUS LAGOPUS L, 1758) ИЗ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ Ердаков Лев Николаевич Телепнев Владимир Геннадьевич	94
СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ Дадоян Карине Араиковна Джамалов Адиль Чубанович Пирмагомедов Олег Владимирович Цаплева Валентина Викторовна	101
ОПТИМИЗАЦИЯ ИСХОДНОГО КОДА ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЮЩИХ МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТАХ Дадоян Карине Араиковна Джамалов Адиль Чубанович Пирмагомедов Олег Владимирович Тимченко Ольга Викторовна	107
ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА С ГИРОСКОПИЧЕСКИМ ГАСИТЕЛЕМ Сафина Гульнара Фриловна	114
2.5. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность	120
ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ДЕЛОВОЙ РАЗВЕДКИ Дадоян Карине Араиковна Джамалов Адиль Чубанович Пирмагомедов Олег Владимирович	120

Ткаченко Роман Михалович

Секция 3. Физика **127**

3.1. Лазерная физика **127**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ
ПРИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Швец Наталья Леонидовна
Капустина Галина Григорьевна
Леоненко Нина Николаевна

Секция 4. Биология **133**

4.1. Биологические аспекты сельского хозяйства **133**

РАЗВИТИЕ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ
(*GLOMUS FASCICULATUM*) В КОРНЯХ СОРГО
(*SORGHUM SUDANENSE*)

Чайковская Людмила Александровна

4.2. Ботаника **139**

РЕСУРСЫ ДУБИЛЬНЫХ И ФЛАВОНОИДНЫХ
РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ НАХЧЫВАНСКОЙ
АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ибрагимов Алияр Шахмардан оглы
Набиева Фатмаханум Халид кызы

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ *ARTEMISIA*
GURGANICA (KRASCH.) FILATOVA
ИЗ КАЗАХСТАНА

Ишмуратова Маргарита Юлаевна
Аткельтерова Раушан
Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы

4.3. Ветеринария **153**

ДИАГНОСТИКА ДИРОФИЛЯРИОЗА
(*DIROFILARIA IMMITIS*) ГОРОДСКИХ СОБАК

Коколова Людмила Михайловна
Касьянова Сардана Степановна

Секция 5. Химия	159
5.1. Медицинская химия	159
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ И ЭФИРНОГО МАСЛА ARTEMISIA PROSCYRIFORMIS KRASCH. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЕГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ Омарова Ақерке Ишмуратова Маргарита Юлаевна Искакова Жанар Бактыбаевна Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы	159
5.2. Физическая химия	174
ДИФфуЗИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОАМИЛЕНОВ В ИЗОПРЕН НА НЕПОДВИЖНОМ ЖЕЛЕЗОКАЛИЕВОМ КАТАЛИЗАТОРЕ Уртяков Петр Владимирович	174
Секция 6. Науки о Земле	184
6.1. Геофизика	184
МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КРЫМА Курбасова Галина Сергеевна Вольвач Александр Евгеньевич	184
6.2. Физическая география и ландшафтоведение	193
ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА САХАЛИН Беянина Яна Павловна	193
6.3. Геоэкология	198
ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ГОРОДАХ РОССИИ Гапонов Дмитрий Александрович Курилова Анна Эдуардовна	198

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИКА

1.1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

КОРРЕКТНОСТЬ ОДНОЙ ЛИНЕЙНОЙ НАЧАЛЬНО- КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ О НАСЫЩЕННО-НЕНАСЫЩЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Семенко Евгений Вениаминович

*д-р физ.-мат. наук,
зав. кафедрой математического анализа, профессор
Новосибирского государственного педагогического университета,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: semenko54@mail.ru*

Семенко Татьяна Ивановна

*канд. физ.-мат. наук, доцент
Новосибирского государственного педагогического университета,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: semenko_ti@mail.ru*

CORRECTNESS OF ONE LINEAR INITIAL-BOUNDARY VALUE PROBLEM OF SATURATED-UNSATURATED FILTRATION

Evgeny Semenko

*doctor of science, head of mathematical analysis department,
professor of Novosibirsk State Pedagogical University,
Russia, Novosibirsk*

Tatyana Semenko

*candidate of science,
assistant professor of Novosibirsk State Pedagogical University,
Russia, Novosibirsk*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается линейный аналог начально-краевой задачи, возникающей в теории фильтрации при моделировании совместного движения влаги в зонах полного и неполного насыщения. Линейная задача представляет самостоятельный интерес как неклассическая начально-краевая задача со свободной границей, с необычным условием на свободной границе, отражающим способ сопряжения течений на границе зон полного и неполного насыщения. В работе приводится доказательство существования и единственности обобщенного решения этой задачи.

ABSTRACT

The linear analog of initial-boundary value problem arising in filtration theory at modeling of water in saturated and unsaturated zones coupled movement is considered. The linear problem has a separate interest as non-classical free boundary problem with unusual conjugation condition on free boundary, reflecting the manner of conjugation of flows on the boundary of saturated and unsaturated zones. The proof of existence and uniqueness of generalized solution is brought in this work.

Ключевые слова: теория фильтрации; зона полного насыщения; зона неполного насыщения; задачи со свободными границами; обобщенное решение; теорема существования и единственности.

Keywords: filtration theory, saturated zone; unsaturated zone; free boundary problem; generalized solution; existence and uniqueness theorem.

Для описания взаимосвязанного движения влаги в зонах полного и неполного насыщения в [1] была предложена приближенная

гидравлическая модель фильтрации, основанная на предположении о преобладании вертикальных потоков влаги в зоне неполного насыщения и горизонтальных — в зоне полного насыщения. Эта модель в случае профильной (происходящей в вертикальной плоскости) фильтрации представляет собой начально-краевую задачу для уравнения

$$\beta(\vartheta) \frac{\partial \vartheta(x, z, t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K(x, z, \vartheta) \left(\frac{\partial \vartheta(x, z, t)}{\partial z} - 1 \right) \right) \quad (1)$$

в области $D(t) = \{(x, z) : (x, z) \in \Omega \times (0, h(x, t))\}$ (зоне неполного насыщения грунта) со свободной границей $z = h(x, t)$, где $h(x, t)$ — глубина залегающих грунтовых вод. Здесь $\vartheta(x, z, t)$ — давление влаги в зоне неполного насыщения, $\Omega = (0, L)$ — одномерная фиксированная область. На свободной границе $z = h(x, t)$ задаётся условие

$$K(x, z, \vartheta) \left(\frac{\partial \vartheta}{\partial z} - 1 \right) \Big|_{z=h(x,t)} = - \frac{\partial}{\partial z} \left(M(h) \frac{\partial h}{\partial x} \right) \quad (2)$$

следующее из соотношения баланса влаги для всей толщи грунта и связывающее вертикальные потоки в зоне неполного насыщения с горизонтальными в зоне полного насыщения.

В работе [2] приводится линейная задача, полученная из исходной гидравлической модели путём сведения её к задаче в постоянной области с помощью замены переменной $y = \frac{z}{h(x,t)}$, а также фиксирования коэффициентов во всех уравнениях и граничных условиях. Эта задача отражает главные особенности исходной модели — предположения о преобладании вертикальных скоростей в зоне неполного насыщения, горизонтальных скоростей в зоне полного насыщения, а также способ сопряжения этих двух зон. Мы приведём здесь развернутое доказательство существования и единственности обобщенного решения линейной задачи.

Итак, рассмотрим полученную в [2] задачу для функций $h(x, t)$ и $w = \vartheta(x, y, t) - yh(x, t)$:

$$w_t = \gamma w_{yy}, \quad (x, y, t) \in Q_T, \quad (3)$$

$$w_y \Big|_{y=0} = 0, \quad (x, t) \in \Omega_T, \quad (4)$$

$$w \Big|_{t=0} = w_0(x, y), \quad (x, y) \in Q, \quad (5)$$

$$w|_{y=1} = -h, \quad w_y|_{y=1} = -\frac{1}{\mu} h_{xx}, \quad (x, t) \in \Omega_T, \quad (6)$$

$$h_x|_{x=0} = 0, \quad h|_{x=L} = 0, \quad t \in (0, T), \quad (7)$$

где: $\Omega = (0, L), L > 0$ — постоянная, $Q = \Omega \times (0, 1), Q_T = Q \times (0, T),$
 $\Omega_T = \Omega \times (0, T),$

γ и μ — положительные постоянные.

Определение. Обобщенным решением задачи (3)—(7) в Q_T назовём пару функций (w, h) таких, что

$$G(w, h) \equiv \{ \operatorname{vrai} \max_{0 < t < T} \|w\|_{2,Q}^2 + \|w_y\|_{2,Q_T}^2 + \|h\|_{2,\Omega_T}^2 + \|h_x\|_{2,\Omega_T}^2 \} < \infty,$$

удовлетворяющих условиям:

$$1) \quad \iint_Q w_0 \varphi|_{t=0} dx dy + \iiint_{Q_T} w \varphi_t dx dy dt =$$

$$\gamma \iiint_{Q_T} w_y \varphi_y dx dy dt - \quad (8)$$

$$- \frac{\gamma}{\mu} \iint_{\Omega_T} h_x \varphi_x|_{y=1} dx dt$$

$$\forall \varphi \in C^\infty(\bar{Q}_T), \quad \varphi|_{t=T} = 0, \quad \varphi|_{x=L, y=1} = 0;$$

$$2) \quad \iint_{\Omega_T} h_x \xi dx dt = - \iint_{\Omega_T} h \xi_x dx dt \quad (9)$$

$$\forall \xi \in C^\infty(\bar{\Omega}_T), \quad \xi|_{x=0} = 0,$$

$$3) \quad \iiint_{Q_T} w_y \psi dx dy dt = - \iint_{\Omega_T} h \psi|_{y=1} dx dt - \quad (10)$$

$$\iiint_{Q_T} w \psi_y dx dy dt$$

$$\forall \psi \in C^\infty(\bar{Q}_T), \quad \psi|_{y=0} = 0.$$

$$\text{Здесь } \|f\|_{2,Q}^2 = \iint_Q f^2 dx dy, \quad \|f\|_{2,Q_T}^2 = \iiint_{Q_T} f^2 dx dy dt, \quad \|f\|_{2,\Omega_T}^2 =$$

$$\iint_{\Omega_T} f^2 dx dt.$$

Теорема. Пусть в условии (5) $w_0(x) \in L_2(Q)$. Тогда существует единственное обобщенное решение (w, h) задачи (3)—(7), причём справедлива оценка:

$$G(w, h) \leq \|w_0\|_{2,Q}^2. \quad (11)$$

Доказательство. Для доказательства существования решения применим метод Фурье. Будем отыскивать частное решение уравнения (3) в виде:

$$w = T(t)X(x)Y(y) \quad (12)$$

и потребуем, чтобы оно удовлетворяло условиям (4), (6), (7). Подставляя (12) в (3), (4), (6), (7), получим следующие краевые задачи для функций X, Y и уравнение для T :

$$X'' = \alpha\mu X, \quad X'(0) = 0, \quad X(L) = 0, \quad (13)$$

$$Y'' = \lambda Y, \quad Y'(0) = 0, \quad Y'(1) = \alpha Y(1), \quad (14)$$

$$T' = \lambda\gamma T, \quad (15)$$

где α, λ — постоянные.

Уравнение (15) при любом λ имеет решение $T = Ce^{\gamma\lambda t}$, где $C = const$. Задача (13) разрешима при $\alpha = -\frac{\nu_k^2}{\mu}$, где $\nu_k = \frac{\pi + 2\pi k}{2L}$, $k = 0, 1, 2, \dots$, соответствующие решения имеют вид: $X_k(x) = \cos \nu_k x$. Задача (14) для любого фиксированного $\alpha = \alpha_k$ разрешима при $\lambda = \lambda_{mk}$, $m = 0, 1, 2, \dots$, где $\lambda_{mk} = -\sigma_{mk}^2$, а σ_{mk} являются положительными решениями уравнения $\sigma = -\alpha_k \operatorname{ctg} \sigma$; соответствующие решения имеют вид $Y_{mk}(y) = \cos \sigma_{mk} y$. Решения задач Штурма-Лиувилля (13), (14) образуют полные ортогональные системы в $L_2(0, L)$ и $L_2(0, 1)$ соответственно, следовательно, система функций $\{X_k(x)Y_{mk}(y), k = 0, 1, 2, \dots, m = 0, 1, 2, \dots\}$ является полной ортогональной системой в $L_2(Q)$.

Обозначим через c_{mk} коэффициенты разложения функции $w_0(x, y)$ в ряд Фурье по этой системе:

$$c_{mk} = \frac{2}{L \|Y_{mk}\|_{2,(0,1)}^2} \iint_Q w_0(x, y) X_k(x) Y_{mk}(y) dx dy,$$

и пусть $w_0^N = \sum_{m,k=0}^N c_{mk} X_k(x) Y_{mk}(y)$. Как известно, $w_0^N \rightarrow w_0$ в $L_2(Q)$ при $N \rightarrow \infty$, и справедлива оценка

$$\|w_0^N\|_{2,Q}^2 \leq \|w_0\|_{2,Q}^2 \quad (16)$$

(неравенство Бесселя). Пусть теперь:

$$w^N = \sum_{m,k=0}^N c_{mk} X_k(x) Y_{mk}(y) e^{\gamma \lambda_{mk} t}, \quad h^N = -w^N|_{y=1} \quad (17)$$

Нетрудно заметить, что (w^N, h^N) является решением задачи

$$w_t^N = \gamma w_{yy}^N, \quad (x, y, t) \in Q_T, \quad (3^*)$$

$$w_y^N|_{y=0} = 0, \quad (x, t) \in \Omega_T, \quad (4^*)$$

$$w^N|_{t=0} = w_0^N(x, y), \quad (x, y) \in Q, \quad (5^*)$$

$$w^N|_{y=1} = -h^N, \quad w_y^N|_{y=1} = -\frac{1}{\mu} h_{xx}^N, \quad (x, t) \in \Omega_T, \quad (6^*)$$

$$h_x^N|_{x=0} = 0, \quad h^N|_{x=L} = 0, \quad t \in (0, T). \quad (7^*)$$

Покажем, что для (w^N, h^N) справедлива оценка

$$G(w^N, h^N) \leq M \|w_0^N\|_{2,Q}^2, \quad (11^*)$$

где M есть некоторая постоянная, не зависящая от N . Для этого умножим (3^*) на w^N и проинтегрируем равенство по Q_t , $t < T$:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \iint_Q (w^N)^2 dx dy - \frac{1}{2} \iint_Q (w_0^N)^2 dx dy + \gamma \iiint_{Q_t} (w_y^N)^2 dx dy dt &= (18) \\ &= \gamma \iint_{\Omega_t} w_y^N w^N|_{y=0}^{y=1} dx dt \equiv I. \end{aligned}$$

Принимая во внимание (4^*) , (6^*) , (7^*) , получаем:

$$\begin{aligned} I &= \frac{\gamma}{\mu} \iint_{\Omega_t} h_{xx}^N h^N dx dt = \frac{\gamma}{\mu} \left(\int_0^T h_x^N h^N|_{x=L} dx dt - \iint_{\Omega_t} (h_x^N)^2 dx dt \right) = (19) \\ &= -\frac{\gamma}{\mu} \iint_{\Omega_t} (h_x^N)^2 dx dt. \end{aligned}$$

С учётом (18) и (19) имеем:

$$\|w^N\|_{2,Q}^2 + \|w_y^N\|_{2,Q_t}^2 + \|h_x^N\|_{2,\Omega_t}^2 \leq M \|w_0^N\|_{2,Q}^2, \quad (20)$$

где M не зависит от N , откуда, переходя к максимуму по t , мы и получаем требуемую оценку (11^*) .

Далее, с учётом (16) , имеем:

$$G(w^N, h^N) \leq M \|w_0\|_{2,Q}^2, \quad (21)$$

что означает равномерную по N ограниченность последовательностей $\{w^N\}, \{w_y^N\}, \{h^N\}, \{h_x^N\}$ в $L_2(Q_T)$. Следовательно, существует подпоследовательность (сохраним для неё обозначение (w^N, h^N)) такая, что $w^N \rightarrow w, w_y^N \rightarrow w_y, h^N \rightarrow h, h_x^N \rightarrow h_x$ слабо в L_2 . Так как (w^N, h^N) , очевидно, удовлетворяет (8) — (10), то, переходя в этих тождествах к пределу при $N \rightarrow \infty$, получим, что (w, h) — обобщённое решение задачи (3) — (7) с начальным значением $w_0(x, y)$, и для него справедлива оценка (11) как для слабого предела последовательности (w^N, h^N) , этой оценке удовлетворяющей. Существование обобщённого решения доказано.

Докажем теперь единственность такого решения. Пусть $(w_1, h_1), (w_2, h_2)$ — два обобщённых решения задачи (3) — (7), и пусть $w = w_1 - w_2, h = h_1 - h_2$. Тогда (w, h) является обобщённым решением задачи при $w_0 \equiv 0$. Заметим, что так как $w_y \in L_2(Q_T), h_x \in L_2(\Omega_T)$, то равенство (8) справедливо для любой функции φ такой, что $\{\varphi_t, \varphi_y\} \in L_2(Q_T), (\varphi|_{y=1})_x \in L_2(\Omega_T)$ (множество $C^\infty(\bar{Q}_T)$ плотно в классе таких функций).

Рассмотрим в Q_T функцию

$$\varphi(x, y, t) = \int_t^T w(x, y, \tau) d\tau. \quad (22)$$

Нетрудно убедиться, что φ имеет в Q_T обобщённые производные $\varphi_t = -w, \varphi_y = \int_t^T w_y d\tau$, принадлежащие $L_2(Q_T)$. Далее, так как $w_y \in L_2(Q_T)$, то при почти всех (x, t) существует значение $w|_{y=1} = \bar{w}(x, t)$, причём, с учётом (11), $\bar{w}(x, t) = -h(x, t)$ при почти всех (x, t) .

Из свойств функции h заключаем, что функция $\varphi|_{y=1} = -\int_t^T h(x, \tau) d\tau$ имеет обобщённую производную $(\varphi|_{y=1})_x = -\int_t^T h_x(x, \tau) d\tau$, принадлежащую $L_2(Q_T)$, и $\varphi|_{y=1, x=L} = 0$. Подставив функцию φ вида (22) в тождество (8) с $w_0 = 0$, получим равенство

$$\begin{aligned} & \iiint_{Q_T} w^2(x, y, t) dx dy dt + \\ & \gamma \iiint_{Q_T} \left(w_y(x, y, t) \int_t^T w_y(x, y, \tau) d\tau \right) dx dy dt + \\ & + \frac{\gamma}{\mu} \iint_{\Omega_T} \left(h_x(x, t) \int_t^T h_x(x, \tau) d\tau \right) dx dt = 0. \end{aligned} \quad (23)$$

Легко проверить, что для любой функции $f \in L_2(Q_T)$

$$\iiint_{Q_T} \left(f(x, y, t) \int_t^T f(x, y, \tau) d\tau \right) dx dy dt = \frac{1}{2} \iint_Q \left(\int_0^T f(x, y, t) dt \right)^2 dx dy \geq 0.$$

Следовательно, второе и третье слагаемые в (23) неотрицательны, поэтому $\iiint_{Q_T} w^2(x, y, t) dx dy dt \leq 0$, откуда вытекает, что $w \equiv 0$ в Q_T , то есть $w_1 \equiv w_2$.

Далее, так как $h = -w(x, 1, t)$, то $h \equiv 0$ в Ω_T , то есть $h_1 \equiv h_2$, что завершает доказательство единственности решения.

Список литературы:

1. Антонцев С.Н., Епихов Г.П., Кашеваров А.А. Системное математическое моделирование процессов водообмена. Новосибирск: Наука, 1986. — 216 с.
2. Семенко Г.И. О корректности приближенной гидравлической модели насыщенно-ненасыщенной фильтрации // Динамика сплошной среды. Новосибирск, — 1991. — Вып. 102. — С. 114—132.

1.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

ВИХРЕВОЕ РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ СИНУС-ГОРДОН

Хусаинова Галина Владимировна

*канд. физ.-мат. наук, доцент Уральской государственной
архитектурно-художественной академии,
РФ, г. Екатеринбург
E-mail: aldisa@mail.ru*

Хусаинов Дамир Зиннурович

*канд. физ.-мат. наук, доцент Уральской государственной
архитектурно-художественной академии,
РФ, г. Екатеринбург
E-mail: damiran@mail.ru*

THE VORTEX SOLUTION OF TWO-DIMENSION SINE-GORDON EQUATION

Khusainova Galina

*candidate of Science,
associate professor of the Ural State Architecture and Art Academy,
Russia, Ekaterinburg*

Khusainov Damir

*candidate of Science,
associate professor of the Ural State Architecture and Art Academy,
Russia, Ekaterinburg*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено вихревое решение (вырожденное солитонное решение) для двумерного уравнения синус-Гордон. Показано, что для ферромагнетика с анизотропией в «легкой плоскости» XY данное решение описывает статическое распределение намагниченности с меньшей энергией, чем в невырожденном случае.

ABSTRACT

The vortex solution (degenerate soliton solution) of two-dimensional sine-Gordon equation was considered. It has been shown that the solution obtained describes for the ferromagnetic with XY “easy plane” anisotropy static magnetization distribution with lower energy then in nondegenerate case.

Ключевые слова: вихрь; солитон; ферромагнетик.

Keywords: vortex; soliton; ferromagnetic.

Энергия ферромагнетика E с любым неоднородным распределением намагниченности записывается как функционал вектора \vec{M} :

$$E = \int w \left\{ \vec{M}, \frac{\partial M_i}{\partial x_k} \right\} d^3 x \quad (1)$$

индексы i, k принимают значения: $i, k=1, 2, 3$, w — плотность электромагнитной энергии, явная запись которой зависит от рассматриваемой модели ферромагнетика [2, с. 9].

Рассмотрим модель ферромагнетика с большой анизотропией по оси Z : $\beta_3 < 0$, $\beta_1 > 0$ и $|\beta_3| \gg \beta_1$ (β_1, β_3 — постоянные анизотропии). Тогда в основном состоянии вектор намагниченности \vec{M} лежит в “легкой плоскости” XY: $\vec{M} = (M_0 \cdot \cos \Phi, M_0 \cdot \sin \Phi, 0)$, $\left(\theta = \frac{\pi}{2} \right)$. В этом случае плотность свободной энергии имеет вид:

$$w = \frac{1}{2} \alpha \left(\frac{\partial \vec{M}}{\partial x_i} \right)^2 - \frac{1}{2} \beta_1 M_x^2 = \frac{1}{2} \alpha (\nabla \Phi)^2 - \frac{1}{2} \beta_1 \cos^2 \Phi \quad (i=1, 2), \quad (2)$$

α — константа обменного взаимодействия.

С учетом (2) уравнение Эйлера-Лагранжа приводит к нелинейному двумерному статическому уравнению синус-Гордон:

$$\Delta \Phi = \frac{1}{2\ell^2} \sin 2\Phi, \quad \Phi = \Phi(x, y) \quad (3)$$

где: ℓ — характерная магнитная длина, связанная с обменным взаимодействием и постоянной анизотропии: $\ell = \sqrt{\frac{\alpha}{\beta_1}}$.

Запишем уравнение (3) в безразмерных единицах (за единицу длины выбрана длина ℓ) и сделаем замену $U = 2\Phi$, тогда получим двумерное эллиптическое уравнение синус-Гордон:

$$\Delta U = \sin U, \quad \Delta = (\partial_x^2 + \partial_y^2) \quad (4)$$

Простейшее вихревое (вырожденное солитонное) решение уравнения (4) имеет вид [4, с. 3; 5, с. 36]:

$$\Phi(x, y) = \frac{U(x, y)}{2} = 2 \operatorname{arctg} \frac{g(x, y)}{f(x, y)}, \quad (5)$$

$$g(x, y) = Qe^\eta \quad (6)$$

$$f(x, y) = 1 - \frac{e^{2\eta}}{4} \quad (7)$$

где: $Q = qx - py + c$, $\eta = (\vec{k} \cdot \vec{r}) + \eta^0$, $\vec{k} = (\cos \phi, \sin \phi) = (p, q)$,

q, p, η^0, c — произвольные постоянные. Для удобства вычислений введена параметризация: $\vec{k} = (\cos \phi, \sin \phi)$, где ϕ — это угол, который образует вектор \vec{k} с выбранной полярной осью в плоскости XY.

Решение (5) является вырожденным по параметру \vec{k} , так как двум магнитным солитонам (180° -градусным доменным границам) соответствуют два равных по модулю и параллельных вектора \vec{k}_1 и \vec{k}_2 [4, с. 3]. Такое взаимодействие доменных границ приводит к образованию нового магнитного возбуждения — магнитного вихря в плоскости магнетика. Решения, описывающие топологические дефекты или вихри характеризуются следующим условием:

$$\oint (\vec{\nabla} \Phi) d\vec{l} = 2\pi n, \quad dl = (dx, dy), \quad (8)$$

где: γ — произвольный контур в XY плоскости, окружающий некоторую точку (x_0, y_0) — центр вихря, и с обходом, заданным против часовой стрелки,

n — любое целое число (топологический заряд вихря) [1, с. 144]. Решения для $n > 0$ называют вихрями, а с $n < 0$ — антивихрями. Статическое распределение намагниченности, соответствующее вихревой конфигурации (9) приведено на Рис. 1. Оно показывает поле направлений вектора \vec{M} в плоскости XY. Видно, что поле имеет типичную антивихревую структуру.

Оценим энергию ферромагнетика с таким распределением намагниченности. Пусть $p = 0$, $q = 1$, $\eta^0 = \frac{1}{2} \ln 4$, тогда из (5) получаем:

$$\Phi = 2 \operatorname{arctg} \frac{x}{sh y} . \quad (9)$$

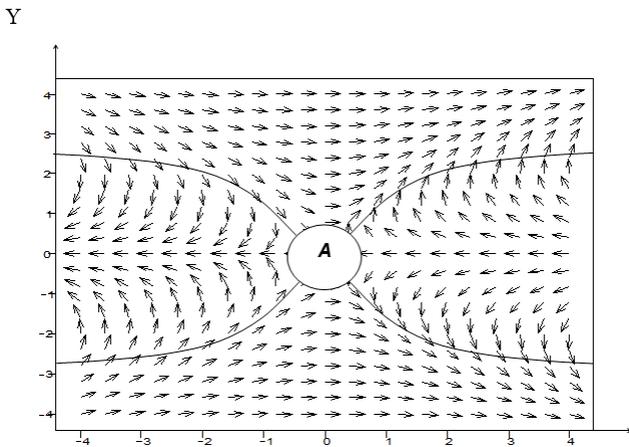
В этом случае магнитная энергия ферромагнетика:

$$E = \frac{1}{2} \int \left((\nabla \Phi)^2 - \cos^2 \Phi \right) dx dy \quad (10)$$

(выражения (10) записано в безразмерных единицах). Подставляя (9) в (10) и преобразуя полученное выражение, имеем:

$$E - E_0 = \int \left\{ \frac{1}{x^2 + sh^2 y} + \frac{x^2 \cdot 2 sh^2 y}{(x^2 + sh^2 y)^2} \right\} dx dy , \quad (11)$$

где: $E_0 = -\frac{1}{2} \int dx dy$ — энергия основного состояния ферромагнетика.



X

Рисунок 1. Векторное поле для

$$\Phi = 2 \arctg \frac{x}{shy}, \quad M_x = \cos \Phi, \quad M_y = \sin \Phi \quad A \text{ — антивихрь}$$

Выберем область интегрирования, как показано на Рис. 2. Проинтегрируем по области I.

$$I_0 = \int_1^R dy \int_0^R dx \left\{ \frac{1}{x^2 + sh^2 y} + \frac{x^2 \cdot 2sh^2 y}{(x^2 + sh^2 y)^2} \right\} = I_1 + I_2 .$$

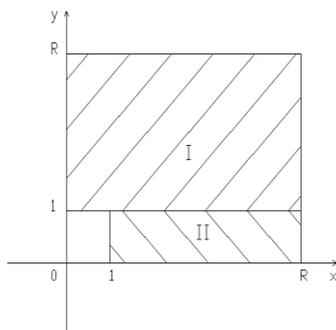


Рисунок 2. Область интегрирования при вычислении энергии E-E0 по формуле (9)

После интегрирования по x , имеем:

$$I_1 = \int_1^R dy \left[\frac{ch^2 y}{sh y} \operatorname{arctg} \frac{R}{sh y} \right], \quad I_2 = - \int_1^R dy \frac{Rsh y}{R^2 + sh^2 y}.$$

Поскольку точно проинтегрировать по y выражения не удастся, оценим поведение подинтегральных функций в интегралах I_1 и I_2 при больших R .

В этом случае, получаем:

$$\begin{aligned} I_0 = I_1 + I_2 &\approx \int_1^R dy \left[\frac{1}{2} e^y \operatorname{arctg} \frac{2R}{e^y} - \frac{Re^{2y}}{4R^2 + e^{2y}} \right] = \\ &= \frac{1}{2} \left\{ e^R \operatorname{arctg} \frac{2R}{e^R} - e \cdot \operatorname{arctg} \frac{2R}{e} \right\} \approx R + \dots \end{aligned} \quad (12)$$

Проинтегрируем по области II:

$$I = \int_0^1 dy \int_1^R dx \left\{ \frac{1}{x^2 + sh^2 y} + \frac{2sh^2 y \cdot x^2}{(x^2 + sh^2 y)^2} \right\}$$

После интегрирования по x :

$$I = \int_0^1 dy \left\{ \frac{ch^2 y}{sh y} \operatorname{arctg} \frac{R}{sh y} - \frac{ch^2 y}{sh y} \operatorname{arctg} \frac{1}{sh y} - \frac{Rsh^2 y}{R^2 + sh^2 y} + \frac{sh^2 y}{1 + sh^2 y} \right\}$$

При больших R :

$$I \approx 1 - \ln \sqrt{2}. \quad (13)$$

Таким образом, с учетом формул (12) и (13), находим:

$$E - E_0 \approx 4 \cdot (R + 1 - \ln \sqrt{2}). \quad (14)$$

Результат оценки показывает, что при больших R энергия линейно зависит от размера образца. Сравним наш результат с энер-

гией ферромагнетика, соответствующего вихревому решению Худака, Такено и Ходенкова [6, с. 247; 7, с. 994; 3, с. 647].

$$\Phi = 2 \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{sh} \frac{x}{\sqrt{2}}}{\operatorname{sh} \frac{y}{\sqrt{2}}} . \quad (15)$$

Аналогичными вычислениями можно показать, что в невырожденном случае энергия ферромагнетика:

$$E - E_0 = 4 \left[\sqrt{2} \left(1 + \frac{1}{2e^{\sqrt{2}}} \right) R - e^{-R\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} R - \ln 2 - \sqrt{2} \right] . \quad (16)$$

Отметим, что рассмотренный невырожденный случай с распределением намагниченности, задаваемым формулой (15) соответствует случаю, когда доменные границы характеризуются перпендикулярными векторами \vec{k}_1 и \vec{k}_2 .

Из вышеприведенных результатов (14) и (16) следует, что в вырожденном случае, когда вектора \vec{k}_1 и \vec{k}_2 , характеризующие доменные границы, параллельны, энергия ферромагнетика, хотя и большая (линейная по R), но меньше, чем в невырожденном случае. Таким образом, вихревая конфигурация (9) соответствует меньшему значению энергии по сравнению с вихрем (15).

Список литературы:

1. Борисов А.Б., Танкеев А.П., Шагалов А.Г. Новые типы вихреподобных состояний в магнетиках //ФТТ, — 1989 — Т. 31 — С. 140—147.
2. Косевич А.М., Иванов Б.А., Ковалев А.С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. Киев: Наук. Думка, 1983 — 192 с.
3. Ходенков Г.Е. Некоторые точные многомерные решения уравнений Ландау-Лифшица в одноосном ферромагнетике // ФММ, — 1982 — Т. 54, — № 4 — С. 644—649.
4. Хусаинова Г.В. (Безматерных Г.В.), Хусаинов Д.З. Вырожденное солитонное решение двумерного уравнения синус-Гордон //Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире: материалы VII Междунар. научно-практической конф. СПб., — 2014 — Т. 1 — С. 32—38.

5. Bezzmaternih G.V. (Khusainova G.V.), Borisov A.B. Rational – Exponential Solutions of Nonlinear Equations// *Lett.Math.Physics*, — 1989 — V. 18 — P. 1—8.
6. Hudak O. On vortex configurations in two — dimensional Sine — Gordon systems with applications to the phase transitions of the Kosterlitz — Thouless type and to Josephson junctions // *Phys.Lett.*, — 1982 — V. 89A, — № 5 — P. 245—248.
7. Takeno S. Multi — (Resonant — Soliton) — Solitons and Vortex — like Solutions to Two — and Three — Dimensional Sine — Gordon Equations // *Progr.Theor. Phys.* — 1982 — V. 68, — № 3 — P. 992—995.

1.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ

КАК ПЕРЕСЧИТАТЬ ВСЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ ЧИСЛА: КОММЕНТАРИИ К ДОКАЗАТЕЛЬСТВАМ ТЕОРЕМ КАНТОРА

Королев Владимир Степанович

*кандидат физ.-мат. наук, доцент,
Санкт-Петербургский Государственный Университет,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: vokorol@bk.ru*

HOW TO COUNT ALL REAL NUMBERS: COMMENTS TO PROOFS OF CANTOR'S THEOREMS

Vladimir Korolev

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

АННОТАЦИЯ

Предлагаются замечания и комментарии к доказательствам теорем Кантора по теории множеств и новый алгоритм доказательства счетности действительных, рациональных и натуральных чисел.

ABSTRACT

That is offered the remark and comments to the discussion Cantor's theorem about theory of sets and new algorithm to demonstrate the calculator for the natural, rational and real number.

Ключевые слова: теория множеств; теоремы Кантора.

Keywords: theory of sets; Cantor's theorems.

Следует правильно использовать определения и различные утверждения в основах математики [2—4], проверяя условия, логику и выводы.

Вспоминаем определение Кантора: «Множество есть собрание каких-либо различных объектов, образующих нечто целое».

Анри Пуанкаре писал [6]: «Другой источник разногласий возникает в способе понимания определений... Противоречия, к которым пришли логики, происходит из того, что они не смогли избежать некоторых порочных кругов. Это случалось с ними, когда они рассматривали конечные совокупности, но еще более часто это случалось, когда они имели претензию рассматривать бесконечные совокупности... Могут ли обычные правила логики применяться без изменения в тех случаях, когда рассматриваются совокупности, содержащие бесконечное число предметов... Актуальной бесконечности нет, и когда мы говорим о бесконечной совокупности, этим мы хотим сказать, что она обладает тем свойством, что к ней без конца можно прибавлять новые элементы подобно подписному листу, который никогда не будет закрыт в ожидании новых объектов... Всякий раз, как в этой совокупности прибавляют новые элементы, совокупность меняется».

Аксиома Цермело: «Существует по крайней мере одно бесконечное множество». Пуанкаре считает: «Если имеют дело с двумя бесконечными совокупностями, то никогда нельзя будет считать эти две совокупности исчерпанными».

Важнейшим открытием немецкого математика Георга Кантора (*Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor*) было то, что бесконечные множества различаются в количественном отношении. Это различие он показал для множеств действительных и натуральных чисел [4, 8—10].

Множество **натуральных** чисел определяют с использованием понятия «единица» и операции сложения (добавления). Можно изображать «единицу» арабским числом «1» или в виде камушка, ракушки или песчинки на берегу моря. Следующий объект множества получают добавлением еще одной единицы. Используют для нового объекта обозначение словами (например, еще один камень, второй верблюд или третий баран) или символами римской и арабской математики. Для подсчета всех песчинок не хватало времени и стали говорить, что множество натуральных чисел бесконечное, но счетное. Могли бы сосчитать, но не хочется тратить силы — кому это нужно? Если заранее ограничить себя каким-то числом из этого множества, то получим конечное число натуральных чисел.

Множество **рациональных** чисел получают с помощью операции «отношение». Результат записывают в виде дроби (отношение числителя к знаменателю). Оказалось, что разные дроби могут соответствовать одному значению с учетом действия сокращения одинаковых множителей в числителе и знаменателе. Это действие использует еще одну операцию — представление числа в виде произведения сомножителей и дальнейшего сокращения. Две четверти

это столько же, сколько одна вторая, когда мы делим пирог. В математике это верно, можно изображать их одним символом или говорить о равенстве, а также изображать одной точкой на числовой оси. Но два камешка из четырех не равны одному камешку из двух. Мы продолжаем говорить «пять десятых или двадцать пять сотых», а также использовать специальные условия для записи таких чисел.

Таким образом, представление множества рациональных чисел в виде двумерной бесконечной таблицы Кантора или массива дробных чисел вполне оправдано. Сравнение двух множеств получается взаимно-однозначным в соответствие с тем алгоритмом, который предложил Кантор [4]. Мы можем точно сказать, под каким номером в новом списке (полученном с помощью натуральных чисел) будет соответствующее число из таблицы рациональных чисел и наоборот. На каждом шаге диагональ содержит на одно число больше. Получаем арифметическую прогрессию. Для общего количества членов, которые уже попали в общий список, получаем известное число $S = n(n+1)/2$, которое стремится к бесконечности.

Да, это так! Вы можете проверить или пересчитать все числа, если успеете! По крайней мере, мысленно процесс можно продолжать до бесконечности. На подобных допущениях основаны дифференциальные и интегральные исчисления, а также многие другие разделы наук. Теория множеств Кантора оказала услуги многим, но это было тогда, когда она применялась к истинной проблеме. Начиная с 1881 года методами Кантора начинают пользоваться другие математики, в основном в связи с вопросами об интегрируемости функций.

Алатин, следуя Кантору, утверждает [1] — «Строка (столбец) матрицы равносильна всей матрице в случае, когда строки и столбцы матрицы представляют собой бесконечные счетные последовательности, или: счетное множество равносильно счетному семейству счетных множеств». Не следует принимать решения за Кантора. Но получается, что Кантору действительно удалось доказать равносильность счетного множества счетному семейству счетных подмножеств. При этом очевидно, что всякое множество больше или равно любому его подмножеству.

Множество **иррациональных** чисел получают с помощью операции возведения в дробную степень. Например, результат извлечения квадратного корня из числа «два» или «три» нельзя представить в виде рациональных чисел.

Используют также понятия и определения для множества **целых** чисел, когда появляется число «0» и вводится умножение на число «-1»

для получения отрицательных чисел, или **трансцендентных** чисел, которые получают с помощью других действий.

Перечисленные множества объединяют под названием множества **действительных** чисел. Для них используют единую форму записи в десятичной системе счисления в виде числа с бесконечным числом знаков после запятой.

«Все же правомерен вопрос: каких чисел больше — рациональных или иррациональных?» [1]. Самый принципиальный вопрос о мощности множеств!

Алатин утверждает — «Один из возможных ответов: поскольку между двумя любыми рациональными числами можно указать число рациональное и иррациональное, а между двумя любыми иррациональными числами — число рациональное и иррациональное, оба этих множества следует признать несчетными». Проверить это утверждение легко, но вывод сделан не такой, как следовало ожидать. Правильнее было бы признать равномощность этих множеств, но автор проходит мимо такого свойства.

Теорема (Г. Кантор). «Множество всех точек отрезка $[0, 1]$ несчетно».

Множества, эквивалентные множеству точек отрезка $[0, 1]$, называются множествами мощности **континуума**. Имеется в виду, что каждая точка отрезка изображает свое действительное число, которое определяется по определенным процедурам. При этом множество точек заполняет отрезок всюду плотно и непрерывно. Других точек и соответствующих чисел там нет. Но Пуанкаре спрашивает [6]: «Почему мощность континуума не такая же, как и мощность целых чисел?».

Свое доказательство Кантор построил от противного, как это иногда любят математики, опровергая одним махом свое же первоначальное допущение. Предположим наличие пронумерованного списка всех действительных чисел, находящихся в интервале от 0 до 1. Эти числа представимы в виде бесконечных десятичных дробей. Некоторым рациональным числам для этого пришлось добавить бесконечное число нулей, начиная с определенного знака после запятой, или периодически повторяющиеся группы цифр.

Затем Кантор предложил составить еще одну бесконечную десятичную дробь в виде числа a , у которого первый знак после запятой отличается от первого знака после запятой для первого числа b_1 , второй знак отличается от второго знака для второго числа b_2 и далее до бесконечности. Полученная дробь не совпадает ни с одной десятичной дробью из представленного ранее списка, поскольку на одинаковых позициях стоят разные цифры. Из этого следует,

что полученная дробь не входит в нумерованный список чисел. Следовательно, это множество не является счётным, то есть пронумерованным ранее. Получили противоречие.

Здесь можно выразить сомнение в правильности начального требования, что все действительные числа уже включены в список. Если сформировали весь список чисел с бесконечным числом знаков после запятой, то почему нового числа a нет в этом списке. Может быть, мы просто не успели до него добраться, просматривая свой список. Или наш баран опаздывает на переключку и общий сбор. Почему все решили, что формирование списка уже закончено и его уже прочитали до конца? Ведь это бесконечный процесс!

Алатин утверждает: «взаимно-однозначность отображения предполагает наличие некоторого отношения порядка в обоих множествах». Для множеств это не так. Если мы пересчитываем множество коров или баранов стада, они могут казаться одинаковыми, но каждому присвоен свой номер вне зависимости от роста, веса, цвета или размера. Главное, в каком порядке они входили в загон для регистрации. Но у Кантора это получается. Он предложил такой удобный алгоритм учета для рациональных чисел и опубликовал свое доказательство.

Теорема Кантора доказывает равномощность множеств натуральных и рациональных чисел.

Получается, что ему удалось одновременно доказать равномощность счетного множества счетному семейству счетных множеств.

Теорема. Счетное множество строчек или столбцов таблицы Кантора даже при каких-то возможных сокращениях при исключении равных чисел из общего массива соответствует множеству чисел всей таблице по мощности.

Попытка сравнить рациональные, алгебраические, трансцендентные или действительные числа, чтобы определить, каких чисел будет «больше» — периодических десятичных дробей (для записи рациональных чисел) или произвольных действительных чисел, которые представляются десятичной непериодической дробью – это возвращение к проблеме, которая была давно решена, хотя попытки получить новые доказательства или опровержения продолжают [1, 5, 7].

Мэтью Бейкер из Технологического института Джорджии в Атланте доказывает теорему Кантора [7] **на основе придуманной им математической игры. Логика есть, но очевидности для доказательства не хватает.**

Новое доказательство Алатина [1] «теоремы Кантора о несчетности множества действительных чисел» может представляться интересным,

но следует его структурировать и проверить в согласии с новыми свойствами.

В свою очередь предлагаю следующий **алгоритм**, который позволит сравнивать количество или мощность всех натуральных, рациональных, иррациональных, алгебраических, трансцендентных и действительных чисел, чтобы определить, каких чисел больше.

Выбираем из множества действительных чисел из отрезка $[0, 1]$ **любые десять** случайным образом такие числа a , которые начинаются после запятой соответственно цифрами от 0 до 9. Присвоим этим числам номера от 1 до 10. Отмечаем эти числа точками на отрезке (рис. 1):

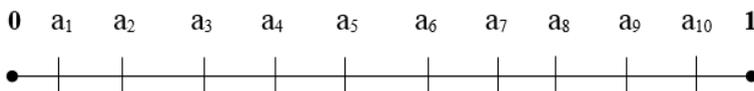


Рисунок 1. Случайное распределение точек на отрезке

Если остальные цифры определяются как 0 в периоде, то при дальнейшем формировании списка будут встречаться повторно уже отмеченные в списке точки отрезка. В том числе $0,1=0,1(0)=0,10(0)=\dots$ Будем строго отслеживать очередь и не учитывать такие точки повторно. При этом в список будут попадать только рациональные числа. Будем добрыми и начнем формировать общий список, выбирая случайным образом любые точки на нужном участке. В том числе такие точки, которые определяют числа $\frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,7071$ или $\frac{\pi}{4} \approx 0,7853$. Здесь указаны первые четыре цифры после запятой. Предполагаем, что все остальные цифры также известны и можем их проверить при желании.

На следующем шаге нам нужно выбрать числа, которые на втором месте после запятой имеют числа от 0 до 9. Но сделать это нужно **для каждого** предыдущего числа. Какая-то вторая цифра уже была. Таким образом, добавится еще девять вариантов при замене цифры на нужном месте. При этом каждое отмеченное ранее в списке число прихватывает дополнительно всех своих «близких родственников», сохраняя все остальные цифры.

Итого получаем возможность пронумеровать первые сто чисел из нашего множества. Продолжая процедуру, будем получать на каждом шаге в десять раз больше действительных чисел, которые можно пересчитать, то есть поставить им в соответствие конечное число

натуральных чисел. Продолжая так до бесконечности, мы можем перебрать все действительные числа, которые мы представляем десятичной бесконечной дробью из отрезка $[0, 1]$. Получаем возможность сопоставить им бесконечное число натуральных чисел. Среди построенного бесконечного множества действительных чисел будет находить и то число, которое не заметил Кантор при доказательстве от противного. При выборе любого числа всегда можно указать, в какой части списка его можно найти, если очень постараться

В таком случае справедливы утверждения.

Теорема 1. Множество всех действительных чисел из отрезка $[0, 1]$ соответствует множеству натуральных чисел, то есть счетное.

Таким образом, мы увидели в своем списке опоздавшего барана, который прикидывался овечкой или утверждал, что он вообще из другого стада и его не надо включать в общий список, а также многих его родственников.

Теорема 2. Множество всех действительных чисел является счетным множеством счетных множеств отрезков $[k, k+1]$ и соответствует множеству натуральных чисел, то есть счетное.

Просто нужно правильно организовать процесс учета такого замечательно большого множества при составлении общего списка.

Теорема 3. Множества натуральных, рациональных, иррациональных и действительных чисел соответствуют по мощности друг другу.

Все доказательства следуют из приведенного алгоритма и сомнений в утверждениях теорем Кантора, которые появились после чтения работы [1].

Теория множеств Кантора была воспринята современниками настолько нелогичной, парадоксальной и шокирующей, что натолкнулась на резкую критику математиков, в частности, Кронекера и Пуанкаре [6]. Резкой критике противостояли всемирная известность, одобрение и даже награды. Кантору и его сторонникам (Адамар, Бендиксон, Бернштейн, Вольтера, Гильберт, Гурвиц, Рассел, Цермело и другие) принадлежит много интересных утверждений и дальнейшее развитие теории. Он заслужил награды.

Будем ждать критику или одобрение нового алгоритма и теорем.

Можно продолжить анализ мощности для множества комплексных чисел, которые можно изображать точками на плоскости, или кватернионов, которые придумал Гамильтон. Они оказались не просто фантазией математиков, а затем получили развитие и применение.

Список литературы:

1. Алатин С.Д. О структуре рациональных чисел / Сборник статей по материалам XVIII-XIX междунар. научно-практической конференции «Наука вчера, сегодня, завтра», № 11—12 (17). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. — С. 6—12.
2. Александров П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию, М., 1977. — 370 с.
3. Бурбаки Н. Теория множеств // Очерки по истории математики. М.: Изд. Иностранной Литературы, 1963. — 292 с.
4. Кантор Г. Труды по теории множеств. М., Наука, 1985. — 431 с.
5. Катасонов В.Н. Боровшийся с бесконечным: Философско-религиозные аспекты генезиса теории множеств Г. Кантора. М.: Мартис, 1999. — 207 с.
6. Пуанкаре А.О науке. Пер. с фр. / Под ред. Л.С. Понтрягина. М.: Наука, 1990. — 736 с.
7. Baker Matthew. Uncountable Sets and an Infinite Real Number Game. *Mathematics Magazine*, 2007. — P. 377—380.
8. Cantor G. «J. reine und angew. Math.» 1870, Bd 72, — S. 130—142.
9. Cantor G. «J. reine und angew. Math.» 1874, Bd 77, — S. 258—262.
10. Cantor G. «Acta Math.» — 1883, — vol. 2, — p. 305—328.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ МЕЛАНОЦИТАРНЫХ ПОРАЖЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ В ДЕРМОСКОПИИ

Коротяев Денис Викторович

*аспирант, Северный (Арктический) федеральный университет,
РФ, г. Архангельск*

E-mail: dennis.korotyaev@gmail.com

AUTOMATED BORDER DETECTION OF MELANOCYTIC LESIONS FOR INTELLIGENT DIAGNOSIS SYSTEMS IN DERMOSCOPY

Dennis Korotyaev

*graduate student, Northern (Arctic) Federal University,
Russia, Arkhangelsk*

АННОТАЦИЯ

Автоматическое определение границ поражения является важным первостепенным шагом в диагностическом процессе для биоинформационных систем компьютерного зрения. В данной статье представлен алгоритм сегментации снимков поражения кожи, основанном на комбинации линейных классификаторов и морфологическом предположении о структуре поражения. Качественная оценка работы алгоритма была получена в сравнении с методами сегментации, применяемыми ранее в схожих проблемах классификации, при этом

клинически важные участки поражения классифицируются точнее представленным методом.

ABSTRACT

Automatic detection of lesions' boundaries is an important primary step in the diagnostic process for bioinformatics computer vision systems. In this article presents an algorithm for segmentation of images with skin lesions, based on a combination of linear classifiers and the assumption of morphological lesion structure. Qualitative assessment of algorithms' work was obtained in comparison with the segmentation methods proposed previously in similar problems of classification, clinically important regions of lesions are classified more accurately by presented method.

Ключевые слова: распознавание образов; машинное обучение; меланома.

Keywords: pattern recognition; machine learning; melanoma.

Злокачественная меланома является одним из самых опасных и распространенных видов рака среди взрослого населения, имеющим высокий процент летальных исходов. В то же время считается, что данный вид рака — самый предотвратимый. Проявления заболевания можно диагностировать на ранних стадиях, вследствие чего меланома может быть вылечена путем простого удаления. Однако меланому трудно отличить от обычных родинок, даже опытным дерматологам. По статистике, начиная с 2001 года, заболеваемость меланомой в России выросла более чем на треть [1, с. 16].

В данной работе представлен алгоритм обработки изображений кожи, имеющими характерную пигментацию, для автоматизированных систем компьютерной диагностики. Применяемый метод позволяет разграничить контуры пигментных образований (провести сегментацию) на регионы, имеющие клинически важную информацию для последующей диагностики.

Для решения поставленной задачи был спроектирован комплексный классификатор, на этапе инициализации которого, производился поиск начальных регионов, руководствуясь предположением, что пигментированные зоны имеет более темную окраску, в отличие от непораженной кожи. После данного разбиения в работу вступал набор линейных классификаторов, комбинируя результаты каждого в отдельности и обеспечивая постепенную сходимость алгоритма в зависимости от тренировочного набора и предыдущих результатов сегментации. Данный процесс повторяется многократно, обновляя выборку и оптимизируя набор параметров до достижения сходимости.

Поиск регионов для инициализации первоначально строится из предположения, что большинство меланом на ранней стадии развития имеют диаметр менее 6—8 мм [2]. Тем самым мы разделяем исходное изображение на область — I , вписанную в окружность радиусом 3 мм по центру и область — E , находящуюся за ее пределами. Мы также предполагаем, что светлые участки в описанной зоне — это кожа, а участки во внутренней области, которые в достаточной мере статистически отличаются от кожи — это поражения (рис. 1).

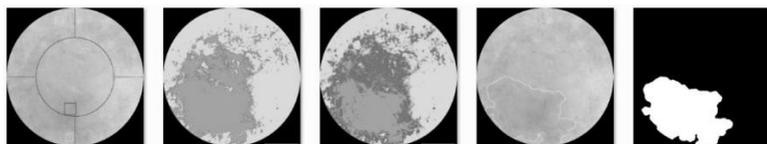


Рисунок 1. Злокачественная меланома: сегментация

Более того, мы разбиваем область E на 4-е равных участка по периметру, в каждом из которых находим небольшие квадратичные регионы, являющиеся по предположению эталонными представителями непораженной кожи. Отбираем из них 3-и наиболее релевантных региона для устойчивости алгоритма и во избежание включения областей с артефактами. После чего в области I находим квадратичный регион, среднее значение пикселей которого имеет наибольшее евклидово расстояние от 3-ех эталонных представителей, полученных ранее.

На следующем этапе, основываясь на первоначально полученных квадратичных регионах, производится этап классификации «с учителем» при помощи линейного дискриминантного классификатора (LDA) и квадратичного дискриминантного классификатора (QDA) [3, с. 138—150]. QDA использует многомерную плотность распределения с оценкой ковариации по типу классифицируемых объектов, тогда как LDA использует обобщенную оценку ковариационной матрицы.

Для обучения используются непересекающиеся подмножества: соответственно одни для LDA, другие для QDA; уменьшая пространственную корреляцию между выборками. Для каждого значения λ_k вычисляется точность классификация для каждого класса: кожи и поражения; сохраняется наилучший результат. При одинаковой точности приоритет отдается LDA классификатору.

Начальные регионы, которые были классифицированы согласно установленному порогу точности как поражения, постепенно расширяются, добавлением новых обучающих выборок, при этом

внутри данных регионов возможно обновление первично инициированных параметров классификации. Данный процесс повторяется, периодически добавляя образцы для обучения и корректируя ход классификации, до достижения условия сходимости:

$$\left| 1 - \frac{s_{k+1}}{s_k} \right| < 0.01, \quad (2)$$

где: s_k — количество пикселей, классифицированных как «поражение» с заданной точностью на соответствующей итерации k .

В качестве исходных данных для исследований были использованы снимки с участками поражения кожи, полученные при помощи дермоскопа DermLite Pro II HR. Изображения имеют разрешение 1651 на 1651 пиксель, с пространственным разрешением равным 2400 dpi и глубиной цвета 24 бита. Все снимки были разделены на 2-е группы: доброкачественные образования и злокачественная меланома, в количестве соответственно 120 и 39 изображений.

Для оценки результатов работы представленного алгоритма были подобраны алгоритмы-аналоги для сравнения, первый из которых был предложен профессором М. Emre Celebi в 2008 году [4], второй алгоритм был представлен М. Silveira годом позже [5].

По результатам работы всех трех алгоритмов были получены следующие результаты (рис. 2):

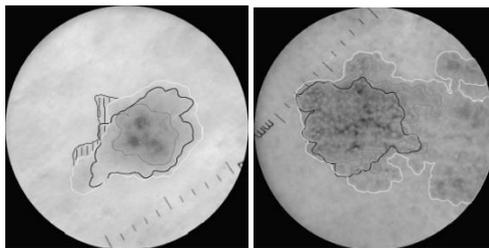


Рисунок 2. Примеры сегментации поражений алгоритмами: М. Celebi (черный контур), М. Silveira (серый контур), исследуемый алгоритм (белый контур). Красные итрихованные области показывают клинически важные участки поражения, не вошедшие в итоговое разграничение областей

Как видно из приведенных выше примеров, регионы поражения классифицируются достаточно точно, в отличие от снимков, где разница в контрасте между кожей и поражением довольно низкая. При этом

по отношению к алгоритмам, выбранным в качестве аналогов для сравнения, исследуемый алгоритм идентифицирует больше клинически важных участков.

Точное определение границ поражения влияет на точность классификации в компьютерно-ориентированных системах автоматической диагностики. Разработанный алгоритм может быть применен для автоматической сегментации визуально разделимых поражений, снимая рутинную нагрузку с врачей дерматологов и ускоряя процесс постановки диагноза, предоставляя клинически важную информацию для врачей общей практики.

Список литературы:

1. Чиссов В.И. Злокачественные новообразования в России в 2011 г. (заболеваемость и смертность) / Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В., М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2013. — 289 с. ISBN 978-5-85502-179-0.
2. Чиссов В.И. Ранее выявление и профилактика меланомы кожи. / Чиссов В.И., Старинский В.В., Александрова Л.М., М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2013. — 22 с. ISBN 978-5-85502-184-4.
3. James G. An Introduction to Statistical Learning. / James G., Witten D., Hastie T. Springer, New York, 2013. — 426 с. ISBN 978-1-4614-7137-0.
4. Celeb M. Border detection in dermoscopy images using statistical region merging. / Celebi M., Kingravi H., Iyatomi H. Skin Research and Technology, — 2008. — V. 14, — № 3. — P. 347—353.
5. Silveira M. Comparison of segmentation methods for melanoma diagnosis in dermoscopy images. / Silveira M., Nascimento J., Marques J. IEEE Journal on Selected Topics in Signal Processing, — 2009. — V. 3, — № 1. — P. 35—45.

ПОИСК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ УСКОРЕНИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Малиновская Елена Александровна

*кандидат физ.-мат. наук, ст. преподаватель
кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности
Северо-кавказского федерального университета
Института информационных технологий и телекоммуникаций,
РФ, г. Ставрополь
elen_am@inbox.ru*

SEARCH METHODOLOGICAL BASICS OF CREATING A CLASSIFIER FOR FASTER FACE RECOGNITION

Malinovskaya Helena

*candidate of physico-mathematical Sciences, Senior lecturer
of the Department of applied mathematics and computer security
in the North Caucasus Federal University
in Institute of information technology and telecommunications,
Russia, Stavropol*

АННОТАЦИЯ

В статье показано, что при использовании в задачах распознавания лиц антропометрических параметров появляется перспектива типизации, а, следовательно, возможность смысловой интерпретации анализируемого образа.

ABSTRACT

In article it is shown that when used in the task of face recognition anthropometric parameters, there is the prospect of typing, and, consequently, a semantic interpretation of the analyzed image.

Ключевые слова: антропометрические параметры; лица распознавание; лиц типизация лиц.

Keywords: anthropometric parameters; face recognition; people typing persons.

В современных условиях для обеспечения безопасности активно используются системы идентификации, аутентификации с использованием биометрических данных, в частности, по изображению лица. Основной задачей в определении лиц в системах безопасности

является одновременный захват нескольких лиц одной видеокамерой [9]. Система автоматически оценивает качество изображения для опознания лица и, если необходимо, способна его улучшить. Она также создает изображение лица из сегментов данных, генерирует цифровой код или внутренний шаблон, уникальный для каждого индивидуума [6]. Современные методы распознавания лиц сводятся к тому, что в соответствии с некоторым алгоритмом определяются точки на лице, выполняется математическая обработка, поиск их сравнение со значениями из базы данных.

В памяти человека все возможные реализации образов хранятся в распределенном виде по всей нейронной сети. Обращение к хранимой в памяти информации происходит по содержанию, а не по адресу в памяти (как в современных компьютерах). Этим объясняется очень высокая скорость процесса распознавания. Распознавание образа неразрывно связано с работой ассоциативной памяти. При этом лицо, которое сейчас перед нашими глазами, может быть сильно изменено, постареть, быть с бородой, без бороды. Мы его видим в другом ракурсе, при другом освещении [8]. Но при этом происходит узнавание человека.

Сегодня активно развиваются методы анализа изображения лица с использованием таких смысловых понятий как форма и соотношение размеров. В антропометрии и криминалистике имеются исследования относительно анализа лиц и головы, а также попытки типизации лиц, например [4]. «Возникает вопрос, какое же минимальное число характерных черт необходимо для определения типа? Этот вопрос неразрешим. Всякий решает его по-своему, сообразно точности, какая необходима в каждом частном случае. На практике вполне достаточно двух или трех хороших физических признаков, особенно если они обоснованы и опираются на физиологические, исторические и тому подобные данные» [4; 5]. При условии, что выбраны подходящие антропометрические параметры, окажется возможным проводить смысловой анализ образов, позволяющий накапливать данные не только о статистических сведениях типизации лиц, но и о взаимосвязях соответствующих выделенных типов с особенностями социального проявления. В медицине и криминалистике имеются ряд антропометрических параметров, а также методы их измерения. При этом известные системы идентификации по лицу используют принцип выбора точек отличный от принципа определения антропометрических параметров.

В соответствии с известными методиками [1; 2; 3] антропометрические характеристики можно определить либо непосредственными измерениями, либо по трехмерной фотографии. То есть изображение, получаемое анфас, не может дать полных сведений, в тоже время

изображение профиля лица также даёт только частичную картину. Здесь стоит задача определить антропометрические параметры по трехмерной модели лица и сопоставить с результатами распознания образа по двумерному изображению в анфас и профиль. Исследовать возможные искажения значений соответствующих параметров.

Методика вычислений должна определять расстояние между некоторыми точками, имитируя измерение с использованием медицинских метрических инструментов. При условии, что у нас есть фото человека в двумерном формате, сделанное не постановочным образом, могут появиться искажения высоты и ширины лица, а также отдельных антропометрических параметров. Поэтому необходимо исследовать и математически обработать искажения этих измерений.

Поверхность лица можно задать формулой: $f = f(\alpha, \beta, X, Y)$, где X, Y — координаты трехмерного пространства; α, β — параметры, определяющие углы поворота и наклона головы.

Пусть наименьшая ширина лба R_L — первый параметр, который нужно исследовать на предмет возможности использовать в качестве классификатора. В соответствии с методикой измерения наименьшую ширину лба можно определить по выпуклым частям лба, которые при анализе двумерного изображения с некоторыми допущениями соответствуют боковым краям бровей.

При анализе данного параметра возникают следующие проблемы:

- волосяной покров кожи головы может скрывать лоб или его часть;
- необходимо учитывать ракурс поворота головы, при изменении угла поворота искажаются параметры измерения.

Определим возможные погрешности вычисления данного параметра при различных ракурсах наклона и поворота головы. Пусть погрешность вычисления ширины лба определяется формулой:

$$\delta = |R_L - R_L^*|,$$

как разность значений R_L измеренным и R_L^* — вычисленным фотометрическим способом.

Назовем идеальным ракурсом вычисления ширины лба для вычислений с использованием фотометрии такой ракурс, при котором лицо симметрично расположено к объективу фотоаппарата, а для полученного двумерного изображения основание носа и оба мочка уха лежат на одной линии [7].

При этом погрешность вычисления минимальна: $\delta = \min$.

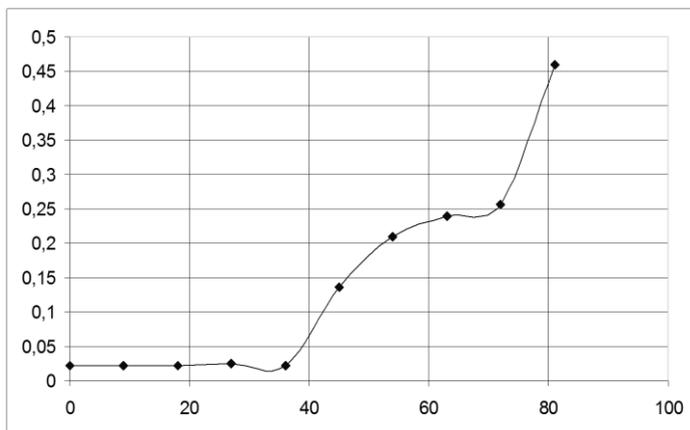


Рисунок 1. Изменение погрешности фотометрических измерений в зависимости от угла поворота головы

При изменении угла наклона или поворота головы погрешность вычисления будет увеличиваться. При идеальном ракурсе угол наклона $\alpha = 0$ и угол поворота $\beta = 0$. При $\alpha_{k1} < \alpha < \alpha_{k2}$ и при $|\beta| < \beta_k$ погрешность вычисления остается в пределах допустимого значения $\delta < \delta_k$. Если провести простой вычислительный эксперимент по определению наименьшей ширины лба, то до угла поворота в 40 градусов относительная погрешность вычисления мало изменяется. Далее происходит скачек значений, при повороте 80 градусов погрешность составляет 50 %.

Если использовать соответствующий алгоритм распознавания лиц при изменении угла поворота головы до 30 градусов, вероятность ошибки достаточно мала. Для распознавания лица при другом ракурсе, например, при развороте головы в профиль, требуется добавить дополнительные обучающие выборки. В случае, если используются антропометрические характеристики для классификации лиц, при ракурсе головы в 90 градусов можно провести анализ формы и относительных размеров уха или вычислить лицевой угол, сагиттальный диаметр головы, или определить характеристики относительно типизации формы носа.

Предположим, для реализации алгоритмов распознавания лиц выбран метод Виолы-Джонсона. Погрешность вычисления с исполь-

зованием этого алгоритма распознавания определяется качеством изображения, размером сканирующего окна и эффективностью распознавания.

Если размерность изображения L — количество единиц измерения в 100 пикселях, p — количество пикселей в линейном размере сканирующего окна, $n = 1, 2, 3, \dots$ — число p блоков, размещенных внутри измеряемого размера. Величина $R = 100Lpn$ определяет расстояние между двумя точками. Погрешность измерения определяется, во-первых, размером сканирующего окна p , во-вторых, качеством изображения. То есть, размер сканирующего окна дает вклад в погрешность для $Lpn \frac{1}{2} : \delta_p = p/2$

Если известна погрешность вычислений для соответствующего алгоритма распознавания антропометрического параметра лица, то следующий шаг — выбор методологии определения типов лиц по выбранному параметру. С использованием известных методов типизации лиц для определенности можно выделить три базовых типа. При этом четко выраженный тип определяется попаданием в область значений вне области перекрытия, определяемой величиной погрешности.

Для того, чтобы использовать антропометрические параметры в качестве классификатора в условиях анализа видеоизображения, необходимо использовать эталоны, для которых известны метрические характеристики, что на практике реализуется с использованием разметки в зоне видеонаблюдения. Однако можно взять за основу не значения параметров, а их соотношения. Тогда разметка не требуется. Так, например, в качестве соотношений могут быть выбраны отношение высоты лба к ширине лба и отношение высоты лица к ширине лба.

Итак, показано, что при использовании в задачах распознавания лиц антропометрических параметров появляется перспектива типизации, а, следовательно, возможность смысловой интерпретации анализируемого образа.

Список литературы:

1. Волов Н.В. Диагностическое и прогностическое значение морфометрических признаков при параназальных синуситах: дис. канд. мед. наук. Самара, 2004. — С. 3—50.
2. Звягин В.Н., Галицкая О.И., Негашева М.А. Биометрический способ описания головы неопознанного трупа с целью индивидуализации и идентификации личности // Судебно-медицинская экспертиза. — 2012. — № 5. — С. 23—36.

3. Зеленин К.Г. Моделирование и прогнозирование изменений профиля лица в планировании лечения сагиттальных аномалий окклюзии зубных рядов : дис. канд. мед. наук. Пермь, 2007. — С. 3—55.
4. Ламброзо Ч. Преступный человек. М.: Эксмо, 2005. — С. 550—590.
5. Ламброзо Ч. Гениальность и помешательство. М.: Книга по требованию. 2011. — С. 256—260.
6. Современные биометрические системы безопасности // Информация. — 2006 — № 6 (94). — С. 55-60.
7. Фотометрические методы исследования в ортодонтии [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: // <http://reftrend.ru/183669.html> (дата обращения: 1.11.14).
8. Haken H. Brain Dynamics, Springer, Berlin. 2002. — С. 42—48.
9. IP-камеры берут анализ видео на себя. Актуальность и перспективы «встроенной видеоаналитики» // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.secnews.ru/articles/20242.htm#ixzz3FYockAvF> (дата обращения: 1.11.14).

ТЕХНИКИ ВЫЯВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ ПО

Пищикова Екатерина Сергеевна

*магистрант, Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь, г. Минск
E-mail: e.pishchikova@gmail.com*

Комличенко Виталий Николаевич

*канд. техн. наук, зав. кафедрой экономической информатики,
доцент Белорусского государственного
университета информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь, г. Минск
E-mail: v.komlitchenko@gmail.com*

TECHNIQUES OF REQUIREMENTS IDENTIFICATION TO SOFTWARE DEVELOPMENT

Ekaterina Pishchikova

*master student,
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Republic of Belarus, Minsk*

Vitaly Komlitchenko

*candidate of Science, Head of Economic Informatics department,
assistant professor of Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
Republic of Belarus, Minsk*

АННОТАЦИЯ

В рамках данной работы рассмотрены методы и средства выявления и представления требований к разработке программного обеспечения. Предложен подход, при котором несколько методов объединяются, что способствует сокращению времени на выявление требований и устранению противоречий и двусмысленности при их сборе. Данный подход является циклическим, количество шагов согласования требований с ключевыми заинтересованными лицами зависит от сложности проекта и количества выделенного времени на первичную фазу анализа.

ABSTRACT

In this work, the methods and means of elicitation and reporting requirements to software development are reviewed. There a combined approach is proposed: the multiple methods are combined, thereby reducing the time to identify requirements and eliminating contradictions and ambiguities in the requirements collection. This approach is cyclic, the number of steps of requirements negotiations with key stakeholders depends on the complexity of the project and the amount of time that is allocated to the primary analysis phase.

Ключевые слова: выявление требований; требование; моделирование; база знаний.

Keywords: requirements elicitation; requirement; modeling; base of knowledge.

Опыт индустрии информационных технологий однозначно показывает, что вопросы, связанные с разработкой управлением требо-

ваниями, оказывают критически-важное влияние на программные проекты, в определенной степени — на сам факт возможности успешного завершения проектов [1]. Ошибки, допущенные на стадии выявления требований, составляют от 40 до 60 % всех дефектов проекта [2, с. 4]. Удельная стоимость их исправления быстро растет по мере продвижения продукта к стадии эксплуатации. В различных литературных источниках указывается, что стоимость исправления дефекта допущенного при определении требований после ввода системы в эксплуатацию от 100 до 1000 (в зависимости от масштаба проекта) раз превышает аналогичную стоимость исправления допущенной ошибки в период непосредственной разработки требований.

Вопросам разработки требований к программному обеспечению (ПО) уделяется большое внимание в стандартах по программной инженерии, а рекомендации по лучшим практикам публикуются в разработках типа «Свод знаний по программной инженерии» (SWEBOOK — Software Engineering Body of Knowledge) [3]. В SWEBOOK разработка программных требований (Software requirements) представлена как одна из десяти важнейших областей знаний создания ПО. На практике же часто применяются подходы, используемые в различных методологиях разработки ПО и базирующиеся на определении групп требований к продукту. Следует также отметить, что выявление и извлечение, формализация и документирование требований к ПО составляют основу спецификации на разработку проекта. Кроме того, в случае сложных программных систем, существует целый комплекс спецификаций, документов, которые являются результатом сбора и анализа требований, их моделирования и архитектурного проектирования. Эти документы представляют базовый контекст создания программных систем. Требования анализируются, в них вносятся изменения, они пересматриваются и утверждаются. В данной статье мы сосредоточим внимание на практике выявления и фиксации программных требований.

Начальным этапом разработки проекта является этап выявления источников требований и их извлечения. Это первая стадия формирования видения автоматизирования бизнес-процессов, при которой формулируются цели и задачи проекта, выделяются основные сущности и связи между ними. Данный этап подразумевает выявление и представление требований к будущей системе. Первичное выявление требования также включает в себя идентификацию основных источников требований. В SWEBOOK, при определении источников требований, рекомендуется сосредоточить внимания на: целях, знании предметной области, заинтересованных лицах (software stakeholders),

операционном окружении, организационной среде. Только глубокое понимание потребностей источников и учета их степени влияния и значимости, а также использование современных выверенных практик (техник) разработки позволит создать стройную систему требований к ПО.

Существует множество техник выявления и представления требований. Ниже представлены основные из них:

1. Опрос — интервьюирование пользователей и основных заинтересованных лиц проекта;
2. Наблюдение — наблюдение за бизнес-процессом, подлежащим автоматизации (например, наблюдение за работой пользователей);
3. Сценарии — описание сценариев работы пользователей;
4. Изучение существующих документов (правил, законодательства, описания существующего аналога системы и т. п.);
5. Прототипы — описание и моделирование внешнего вида будущей системы и ее работы.
6. Изучение и анализ существующих систем-аналогов на рынке;
7. Разъясняющие встречи и мозговые штурмы с пользователями и экспертами;
8. Маркетинговые исследования;
9. Моделирование — может включать в себя как моделирование существующих бизнес-процессов, так и верхнеуровневое моделирование будущей системы.

Использование тех или иных техник извлечения требований базируется на принятых в организации подходах и практиках, а также на специфике проекта.

Этап извлечения требований можно условно разделить на 4 стадии:

1. Сбор первичной информации и требований;
2. Первичный анализ требований;
3. Документирование;
4. Проверка.

Для фиксации точных требований обычно недостаточно прохождения одного описанного цикла. Данный процесс итеративный и может потребовать многократного прохождения цикла уточнения требований. Этап извлечения требований считается окончательным, когда требования удовлетворяют следующим качественным характеристикам:

1. Единичность — требование описывает только одну потребность.
2. Завершенность — вся необходимая информация описана и присутствует в одном месте в требованиях.

3. Последовательность — требование не противоречит другим требованиям и соответствует внешней проектной документации.

4. Атомарность — требование нельзя или нет смысла декомпозировать на более мелкие требования.

5. Отслеживаемость — требование задокументировано и его можно отследить.

6. Актуальность — требование является актуальным в текущее время.

7. Выполнимость — требование реализуемо в пределах данного проекта.

8. Недвусмысленность — требование отражает объективные факты и возможна только одна интерпретация требования.

9. Обязательность — требование нельзя проигнорировать, без него решение представляется неполноценным.

10. Проверяемость — реализация требования может быть проверена определенным образом.

Зрелым и полноценным подходом в фиксировании требований для их последующего анализа, проверки и согласования является классификация требований и формирования на этой основе соответствующей модели с размещением в базу знаний. Данный подход, в основном, используется для сложных проектов, поскольку в таком случае проверка требований на вышеперечисленные характеристики упрощается в связи с возможности довольно просто определить взаимосвязи между требованиями и выявить возможные ошибки в них. Требование в базе знаний может обладать следующими атрибутами-признаками: номер требования, функциональность (функциональное или нефункциональное требование), тип требования (бизнес-требование, пользовательское требование, системное требование), модуль системы, название требования, комментарии к нему, этап реализации, приоритет, статус реализации, источник требования, дата появления. Данная типизация может изменяться от одного проекта к другому, все зависит от специфики проекта, методологии разработки и принятыми стандартами организации проекта.

База знаний формируется в процессе выявления требований и постоянно изменяется по мере их уточнения при выполнении проекта. Поскольку речь идет о первичном этапе выявления и представления требований, для ускорения организации их сбора и согласования имеет смысл использовать одну из техник верхнеуровневого моделирования. Представление материала в графическом виде на основе методов и инструментов создания соответствующих диаграмм существенно сократит время на согласования требований с основными

участниками проекта, поскольку в наглядном виде данные представляются наиболее доходчиво и понятно.

При этом на данном этапе мы говорим о верхнеуровневом моделировании, т. е. моделировании бизнес-процессов и подходов к решению бизнес задач, поскольку более подробные требования к проекту будут анализироваться на следующем этапе — этапе анализа.

После первичного сбора требований и реализации указанных действий мы имеем структурированную базу знаний об основных бизнес-процессах компании и необходимых средств их автоматизации. В зависимости от имеющихся первичных данных для моделирования тех или иных требований используются различные «разрезы» данных базы знаний по их классификации.

Моделирование целей и стратегий позволит наиболее явно представить цели бизнеса, сформулировать требования на основе бизнес-возможностей компании и ее стратегической деятельности. Для данного моделирования в основном используется разрез требований в соответствии с классификацией «Бизнес требования» и «Ограничение» в базе знаний. Однако следует учесть, что для такого типа моделирования можно использовать и полную таблицу требований как единую систему знаний и информации о компании.

Для моделирования целей и стратегий бизнеса можно использовать Стратегическую карту, Диаграмму связей и, как ее частный случай, Диаграмму Ишикавы.

Моделирование бизнес-процессов компании позволит наиболее явно представить их в наглядном виде, поможет лучше понять особенности бизнеса и возможные ограничения и предпочтения в автоматизации процессов. Для моделирования бизнес-процессов компании можно использовать Idef0, Idef3 (PFDD, OSTN), BPMN, EPC, а также такие привычные способы моделирования, на основе Процессов и Процедур. После того, как требования представлены в виде одной из моделей, описанных выше, имеющееся представление требований накладывается и сверяется с соответствующими источниками требований, а также согласуется со всеми основными участниками проекта. При обсуждении и согласовании модели выявляются новые требования и изменяются предыдущие, что находит свое отражение в базе знаний.

При помощи объединения подхода верхнеуровневого моделирования и создания единой базы знаний участники проекта могут прийти к единой модели будущей системы автоматизации бизнес-процессов проекта. При этом следует учитывать, что система требований в процессе выполнения проекта может многократно уточняться и пересматриваться. База знаний позволит обеспечить эффективную поддержку

этих режимов, а фиксация требований в базе знаний произвести эффективную проверку на наличие характеристик, удовлетворяющих правилам точных требований. База знаний также существенно снижает время на согласование требований через обсуждения модели по различным «срезам» их классификации, сокращает время на выявление недостатков и ошибок, редактирование и поддержания их согласованного состояния.

Список литературы:

1. Орлик С. Основы программной инженерии: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://swebok.sorlik.ru/1_software_requirements.html (дата обращения: 24.12.2014).
2. Карл И. Вигерс. Разработка требований к программному обеспечению, 2004: 2-е изд., перераб. и доп. Пер. с англ. М.: Русская редакция. — 554 с.
3. Software Engineering — Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) // TECHNICAL REPORT ISO/IEC TR 19759 IEEE. First edition 2005- 9—15. [Electronic resource]. — ISO/IEC 2005. — Mode of access: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://profs.etsmtl.ca/claporte/English/Enseignement/CMU_SQA/Lectures/Corpus/SWEBOK_ISO_IEC_TR_19759_2005%28E%29.pdf. — Date of access: 09.01.2015.

2.2. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАКОВЫХ ГРАФОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЛИЯНИЯ В ВИРТУАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ С ДЕВИАНТНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ ЕЕ УЧАСТНИКОВ

Савва Юрий Болеславович

*канд. техн. наук, доцент Государственного Университета —
Учебно-научно-производственного комплекса,*

РФ, г. Орел

E-mail: su_fio@mail.ru

THE USE OF THE SIGNED GRAPHS FOR MODELING THE PROPAGATION OF INFLUENCE IN VIRTUAL SOCIAL NETWORKS WITH DEVIANT BEHAVIOR OF ITS MEMBERS

Yuri Savva

*Ph. D. in computer sciences, associate professor
of State University — Education-Science-Production Complex,
Russia, Orel*

АННОТАЦИЯ

Для анализа возможных изменений в поведении участников виртуальных социальных сетей, которые подвергаются деструктивным воздействиям, предлагается использовать модель подобной сети, представленной в виде знакового графа. На основе анализа знакового графа предлагается выработать стратегии противодействия деструктивным воздействиям.

ABSTRACT

For the analysis of possible changes in behavior of participants of virtual social networks who are exposed to destructive influences, it is offered to use model of the similar network presented in the form of the sign count. On the basis of the analysis of the sign count it is offered to develop strategies of counteraction to destructive influences.

Ключевые слова: виртуальные социальные сети; девиантное поведение; деструктивное воздействие; знаковые графы; модели.

Keywords: virtual social networks; deviant behavior; destructive impact; signed graphs; models.

Особенностью информационной эпохи является увеличение социальной интеграции людей за счет использования прогресса, достигнутого в развитии средств и инструментов информационно-коммуникационных технологий, Интернета, и виртуальных социальных сетей. Высокая степень доступности и открытости виртуальных социальных сетей превратила их в эффективное средство распространения информации, представленной в различных текстовых, аудио и видео форматах.

Однако, как отмечено в [3, с. 99], с ростом компьютеризации, расширением применения новых информационных технологий, несомненно, будут увеличиваться масштабы чрезмерного (патологического) использования Интернета, число Интернет-аддиктов, разновидности девиантного поведения в Сети, а, следовательно, возрастать острота и актуальность этой непростой моральной, психологической и социальной проблемы. При этом, среди отрицательных эффектов, одним из важнейших является увеличение возможностей влияния на массы людей для управления ими, воздействуя на психику человека и манипулируя его сознанием [2, с. 14].

Каждая виртуальная социальная сеть математически представляет собой граф, именуемый социальным графом. Вершины этого графа представляют собой множество различных участников — людей и организаций, а дуги — средства передачи данных телекоммуникационных систем. Некоторые подходы к анализу информационного влияния пользователей в социальных сетях рассмотрены в работе [1], в которой отмечено, что в большинстве проанализированных моделей рассматриваются правила взаимодействия участников, но, что касается самой сети влияния в целом и ее свойств, результаты анализа этих моделей отражают очень немного.

Для анализа возможных изменений в поведении участников виртуальных социальных сетей, которые подвергаются деструктивным воздействиям с целью побуждения их к девиантному поведению, а также разработки вариантов стратегии противодействия этим воздействиям, нами разработана модель распространения влияния в подобной сети, представленной в виде знакового графа на рисунке 1.

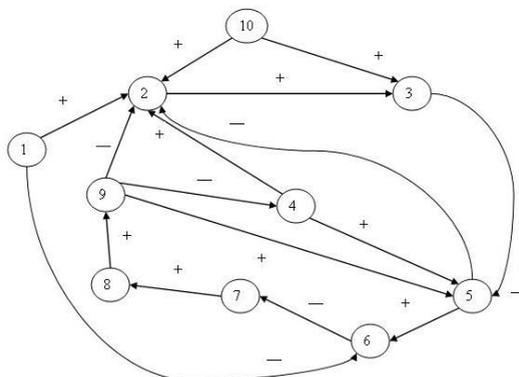


Рисунок 1. Знаковый граф для анализа распространения влияния в виртуальной социальной сети с девиантным поведением ее участников

Наиболее важные для этой модели параметры представлены в виде соответствующих вершин графа:

- 1 — множество рядовых участников виртуальной социальной сети;
- 2 — множество рядовых участников виртуальной социальной сети, отличающихся девиантным поведением;
- 3 — количество деструктивных воздействий;
- 4 — внешние и внутренние угрозы обществу, для преодоления которых необходима объективная информация;
- 5 — общественное мнение против деструктивного влияния и девиантного поведения;
- 6 — бюджетные ограничения;
- 7 — затраты общества на организацию противодействия деструктивного влияния, профилактику и ликвидацию последствий девиантного поведения;
- 8 — множество лиц и организаций, противодействующих деструктивному влиянию;
- 9 — количество положительных последствий от организованного противодействия деструктивному влиянию;
- 10 — лица и организации (формальные и неформальные), реализующие деструктивное влияние на участников виртуальных социальных сетей.

Непосредственное влияние указанных параметров друг на друга отражается направленными стрелками. При этом дуги, отражающие усиление влияния (позитивное или негативное) параметра i на пара-

метр j , отмечены знаком «+», а дуги, отражающие уменьшение такого влияния, соответственно, отмечены знаком «-».

Контур, образованный в знаковых графах, представляет собой контур обратной связи. Отметим, что контур, усиливающий отклонение от текущего состояния, характеризующего поведение участников виртуальной социальной сети, можно определить, пользуясь следующим утверждением, справедливость которого доказана в работе [4, с. 165]: «Контур усиливает отклонение тогда и только тогда, когда он содержит четное число отрицательных дуг (в противном случае это контур противодействующий отклонению), а отсутствие в контуре отрицательных дуг также приводит к усилению отклонения». Заметим, что отсутствие отрицательных дуг в контуре также приводит к усилению отклонения моделируемой сети от равновесного состояния. В этом случае улучшение или ухудшение состояния зависит от смысла параметров, входящих в такой контур. Таким образом, наличие в графе множества контуров, как усиливающих отклонение состояния сети от равновесного, так и противодействующих этому отклонению приводит к тому, что это состояние становится неустойчивым. В этом случае состояние сети будет совершать колебания в зависимости от того, значения каких параметров и как будут изменяться под воздействием различных факторов.

В представленной в виде знакового графа модели имеется пять контуров.

Контур параметров {2-3-5-2} содержит две отрицательных дуги. Анализ этого контура показывает, что увеличение количества деструктивных воздействий негативно влияет на общественное мнение, под воздействием которого уменьшается количество рядовых участников виртуальной социальной сети, отличающихся девиантным поведением.

Контур параметров {5-6-7-8-9-4-5} также содержит две отрицательных дуги. Он показывает, что наличие бюджетных ограничений снижает затраты общества на организацию противодействия деструктивного влияния, профилактику и ликвидацию последствий девиантного поведения, что усиливает тенденцию к снижению количества положительных последствий от организованного противодействия деструктивному влиянию, а, в итоге, ведет к нарастанию внешних и внутренних угроз обществу и увеличивает напряжение в нем.

Контур параметров {2-3-5-6-7-8-9-2} и {2-3-5-6-7-8-9-4-2} содержат по три отрицательных дуги. Анализ взаимного влияния параметров, входящих в эти контуры, показывает, что увеличение количества совершаемых деструктивных воздействий приводит

к тому, что обществу необходимо увеличивать финансирование мероприятий по противодействию деструктивному влиянию, профилактике и ликвидации последствий девиантного поведения.

Контуры, не содержащих отрицательных дуг, в представленном знаком графе нет.

Отметим, что ряд параметров, включенных в рассматриваемую модель, обладает естественными ограничениями (например, параметры 6—8). В то же время количество лиц и организаций (формальных и неформальных), реализующих деструктивное влияние на участников виртуальных социальных сетей (параметр 10) со временем не уменьшается, а увеличивается в силу наличия сил, стремящихся дестабилизировать обстановку в России и обладающих для этого значительными материальными и финансовыми ресурсами.

Предложенную модель виртуальной социальной сети можно использовать для выработки вариантов стратегий противодействия деструктивным воздействиям путем:

- изменения значений параметров модели;
- добавления новых вершин (параметров) и соединения их с имеющимися вершинами графа;
- добавления новых дуг между имеющимися вершинами графа;
- изменения знаков, приписанных дугам;
- добавления компенсирующих контуров, усиливающих или уменьшающих отклонения состояния моделируемой сети;
- включения в контуры новых вершин (параметров) с целью изменения влияния этих контуров на состояние моделируемой сети.

Список литературы:

1. Алекперова И.Я. О некоторых подходах к анализу информационного влияния пользователей в социальных сетях // Информационное общество. — 2012. — № 3. — С. 31—38.
2. Савва Ю.Б. Об объектно-ориентированном подходе к моделированию информационных воздействий при ведении противоборства в компьютерных сетях / Ю.Б. Савва // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов XX Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: ЦРНС, 2014. — С. 14—19.
3. Финогеева Э.А., Савва Ю.Б. Девиантологические аспекты самореализации современной молодежи в сети Интернет / Э.А. Финогеева, Ю.Б. Савва // Информационные системы и технологии. — 2010. — № 6 (62). — С. 99—105.
4. Maruyama M. The Second Cybernetics: Deviations-Amplifying Mutual Causal Processes // American Scientist. — 1963. — № 51. — P. 164—179.

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

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОРТАЛА

Куликова Наталья Николаевна

*преподаватель кафедры теоретической физики и компьютерных
технологий, Кубанский государственный университет,
РФ, г. Краснодар*

E-mail: kulikova-natalia-n@yandex.ru

THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF THE HIGH-LOADED EDUCATIONAL PORTAL

Kulikova Natalia

*tutor of department of theoretical physics and computer technologies
Kuban State University,
Russia, Krasnodar*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен вопрос проектирования и разработки образовательного портала. Определены цели и задачи разработки.

ABSTRACT

Design and development of the educational portal is considered. The purposes and problems of development are defined.

Ключевые слова: образовательный портал; высоконагруженная система.

Keywords: educational portal; high-load system.

Введение

С каждым годом неуклонно возрастает число пользователей услугами сети Интернет. Высоконагруженными ресурсами, в первую очередь, являются многопользовательские приложения многие из которых являются распределенными системами, работающими

более, чем на одном сервере. Такая конфигурация необходима для обеспечения возможности обработки больших объемов данных, возникающих при пиковых нагрузках, а также их репликации. Второй по значимости задачей, описываемой в конфигурации приложения ресурсов, является обеспечение отказоустойчивости системы.

Современная парадигма информационного обмена в интернет-пространстве предполагает размещение информационного контента пользователя вне локальных хранилищ с неограниченным доступом из любой точки пространства. Вследствие чего, чем больше в системе пользователей, тем больше потенциальный объем хранимых данных. Актуальность данного исследования продиктована возрастающей значимостью информационных технологий в современной системе непрерывного образования и позволяет повысить эффективность процесса за счет оптимизации ускорения доступа пользователей к их данным.

Описание целей и задач разработки

Целью исследования является разработка программного комплекса высоконагруженного интернет-портала с образовательным уклоном. Портал — это сетевой телекоммуникационный узел. Он обладает такими характеристиками как быстродействие, широкий диапазон предоставляемого содержимого, услуг и ссылок и развитый пользовательский интерфейс.

Портал представляет единый доступ к информационным ресурсам и услугам, ориентированных на большую аудиторию. Он включает веб-сервисы, контент и ссылки на другие ресурсы, единую систему навигации и поиска информации. Ресурс такого типа имеет ряд классификаторов и баз данных, которые подключаются и объединяются по модульному принципу [2, с. 3].

Разрабатываемую систему планируется использовать в качестве основной платформы для проведения заочных туров олимпиады среди школьников и студентов, а также для обеспечения повышения качества подготовки потенциальных участников данного мероприятия, проведения консультаций, повышения мотивации и заинтересованности фундаментальными науками, повышение общего уровня знаний школьников и студентов младших курсов в таких стратегически важных направлениях науки как физика, информационные технологии.

В данном случае разработка и использование образовательного портала является достаточно универсальным средством. Создание такого портала позволит решить следующие задачи:

- объединить информационные и образовательные ресурсы в единую информационно-образовательную среду.

- обеспечить универсальный метод доступа ко всему множеству учебной информации.
- использовать привычные методы для просмотра и поиска нужной информации.
- достаточно просто персонализировать доступ с системами авторизации и аутентификации
- предоставить доступ к образовательным ресурсам пользователям с ограниченными возможностями, а также тем учащимся, которые не имеют возможности постоянно приезжать на подготовительные занятия из отдаленных районов края.

В первом приближении, портал должен быть простым, с интуитивно понятным интерфейсом и ненавязчивым дизайном. Пользователь с первых моментов посещения данного ресурса должен вовлекаться в познавательную деятельность, используя все возможные и необходимые средства в виде различных информационных сервисов, служб и т. д. Эффективность использования образовательного ресурса будет тем выше, чем больший психологический комфорт будет обеспечивать информационное наполнение [1, с. 5].

Одним из основных качеств высоконагруженных систем является интерактивность, то есть обеспечение быстрого отклика системы на действия пользователей. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. разработка основных функций и структуры приложения
2. создание инфраструктуры, предоставляющей качественную обратную связь по использованию аппаратных ресурсов на базе анализа современных архитектур и технологий разработки высоконагруженных систем
3. определение элементов системы, нуждающихся в масштабировании, а также выбор стратегии масштабирования.
4. выбор инструментария, позволяющего решать типовые задачи эффективного управления аппаратными ресурсами

Исходя из функционального назначения, образовательный портал должен быть разграничен на две области — открытую и закрытую. Открытая, то есть общедоступная, область содержит возможность доступа для всех групп пользователей к рубриками и классификаторами информационных ресурсов интернет, ориентированных на решение образовательных задач, описанию учебных курсов, банку задач, тематическим форумам. Закрытая область портала предназначена для административного персонала, преподавателей, пользователей, проходящих подготовку на тематических курсах и имеющим доступ к проверочным тестам, а также участвующих в заочных турах

олимпиады. Доступ к различным областям рассматриваемого ресурса обеспечивается системой регистрации и управления пользователями. Также данная система должна обеспечивать возможность управления ресурсами и безопасностью, и предоставлять канал для внешних связей и проведения электронных транзакций. В процессе обучения необходимо также решать проблему обратной связи с пользователями. Для этого можно использовать самые разнообразные технологии, начиная от форумов и чатов, заканчивая видеоконференциями и вебинарами. Использование концепции высоконагруженных систем позволит реализовать вышеперечисленные задачи.

Высоконагруженные системы должны обеспечивать широкий диапазон масштабирования, как архитектуры системы на базе этого приложения, так и масштабирование баз данных с одновременной оптимизацией нагрузки при достаточно высоком уровне целостности данных. Вертикальное масштабирование заключается в увеличении производительности системы за счет увеличения мощности сервера. Однако, параметры железа нельзя увеличивать бесконечно. Кроме того, стоимость машин с более высокими характеристиками может возрасти не линейно, а в прогрессии. Поэтому при увеличении нагрузки или посещаемости проекта, рано или поздно вертикальное масштабирование упирается в некий предел и не дает ощутимого прироста. В этом случае следует использовать горизонтальное масштабирование. При горизонтальном масштабировании происходит перераспределение нагрузки на новые сервера, которые добавляются в систему. Также горизонтальное масштабирование добавляет надежности системе — если один из серверов выходит из строя, то нагрузка будет сбалансирована между работающими. Такой подход позволяет обеспечить дальнейшее бесперебойное существование приложения. Однако на самом деле вертикальная компонента присутствует практически всегда, а универсального горизонтального масштабирования как такового не существует.

Выводы

Разработка и внедрение данного портала позволит решить важную педагогическую задачу вовлечения студентов через студенческое научное общество или при выполнении учебных заданий к научно-техническому творчеству в области информационных технологий, а также практических работ с целью освоения профессиональных компетенций.

Список литературы:

1. Дочкин С.А. Интернет-портал как современный компонент системы повышения квалификации педагогов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/internet-portal-kak-sovremennuyu-komponent-sistemy-povysheniya-kvalifikatsii-pedagogov>.
2. Протасов А.В. Информационно-образовательные ресурсы учебных заведений среднего образования в сети Интернет [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.scienceforum.ru/2013/pdf/5932.pdf#1>.

2.4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Алоев Толя Баширович

*канд. техн. наук, доцент КБГУ,
РФ, г. Нальчик
E-mail: aloev@list.ru*

Асланова Елена Михайловна

*канд. физ.-мат. наук, доцент КБГУ,
РФ, г. Нальчик*

Жемухов Руслан Шихарбиевич

*канд. техн. наук, доцент КБГУ,
РФ, г. Нальчик*

Жемухова Марина Мухамедовна

*канд. техн. наук, доцент КБГУ,
РФ, г. Нальчик*

A MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF THE WATER MANAGEMENT SYSTEM

Aloev Tolya

*candidate of engineering sciences,
associate Professor Kabardino-Balkarian State University,
Russia, Nalchik*

Aslanova Elena

*candidate of mathematical sciences,
associate Professor Kabardino-Balkarian State University,
Russia, Nalchik*

Zhemukhov Ruslan

*candidate of engineering sciences, associate Professor
Kabardino-Balkarian State University,
Russia, Nalchik*

Zhemukhova Marina

*candidate of engineering sciences, associate Professor
Kabardino-Balkarian State University,
Russia, Nalchik*

АННОТАЦИЯ

Предложена математическая модель определения оптимальных параметров водохозяйственной системы, которая описывается задачей математического программирования распределения потока на графе. Сформированная задача реализована на примере Терско-Кумского региона для различных значений рыбохозяйственных попусков, отъемах воды на прудовое хозяйство и подачи воды в Чограйское водохранилище для нужд орошения. Задача решалась с погрешностью, не превышающей 5 %, методом, детализирующим схему ветвей и границ.

ABSTRACT

Mathematical model for determination of optimal parameters of the water management system, which is described by the mathematical programming problem of flow distribution on the graph. Formed task is implemented on the example of the Terek-Kuma region for different values of fishery releases, onyemah water on pond management and water supply in Chogray reservoir for irrigation. The problem was solved with an error not exceeding 5 %, method, detailing the scheme of branch and bound.

Ключевые слова: математическая модель; оптимизация; параметры сети; граф; потоки в сетях; водохозяйственная система; целевой функционал.

Keywords: mathematical model; optimization; network settings; graph; flows in networks; water management system; the target functionality.

Число допустимых вариантов развития водохозяйственной системы (ВХС), как правило, велико. Для определения наилучшего варианта развития ВХС целесообразно использовать оптимизационные модели. Эти модели должны учитывать возможные условия функционирования ВХС, альтернативные варианты ее развития, а также правила их сравнения и отбора.

В водохозяйственном планировании потоковый подход является традиционным. При таком подходе ВХС изображается сетью, в которой элементам ВХС соответствуют элементы сети. В качестве элементов ВХС рассматриваются источники воды, водохранилища, водопользователи, участки рек и каналов. Взаимодействие элементов в модели осуществляется при перемещении потоков, которые соответствуют перемещению воды в ВХС. Задача определения оптимальных параметров ВХС в работе сводится к оптимизационной задаче определения параметров элементов сети и величин потоков в дугах.

Характер взаимодействия элементов ВХС и всей системы с другими природными и народнохозяйственными системами является достаточно сложным. Протекающие в ВХС процессы отличаются большим числом параметров и связей, стохастичностью и неопределенностью. При включении в модель различных сочетаний этих особенностей получают различные оптимизационные модели определения оптимальных параметров ВХС.

Математическая модель определения оптимальных параметров рассматривается на примере водохозяйственной системы Терско-Кумского региона (ВХС ТКР). Водопотребителями и водопользователями в ВХС ТКР являются сельское и рыбное хозяйство, коммунальное и промышленное водоснабжение, гидроэнергетика.

Оптимальным в работе считается совокупность параметров элементов ВХС, при которых минимизируются народнохозяйственные затраты, приведенные к соизмеримому виду. При этом в затраты включаются капитальные вложения, эксплуатационные расходы и эффект от использования воды.

Основными водопользователями в регионе являются сельское и рыбное хозяйства. Коммунальное и промышленное водоснабжение составляют около 1,5 % от общего водопотребления в регионе

и учитывается в модели в виде фиксированных отъемов. Режим использования водных ресурсов региона в гидроэнергетике подчинен режиму функционирования основных водопользователей. Так как ТКР расположен в зоне неустойчивого увлажнения, то интенсивное развитие сельского хозяйства — ведущей отрасли в регионе — возможно лишь при орошении.

В регионе остро стоит проблема восстановления условий для миграции и нереста проходных рыб. Для воспроизводства ценных осетровых рыб необходимо также поддержание определенного режима расходов воды в среднем течении и низовьях рек ТКР.

Указанные выше требования учитываются в модели через нижние ограничения на расходы воды. Попуски природоохранного и санитарного назначения, определяющие минимальные расходы, также включены в систему ограничений модели.

ВХС ТКР в математической модели изображается в виде графа $G(I, S)$. Дуги S соответствуют участкам рек и каналов и водопользователям. Множество S включает также дуги, вводимые для изображения источников воды и водохранилищ. Вершины графа I соответствуют местам расположения источников воды, водохранилищ, местам изъятия и возврата воды. Водопользователи, участки рек и каналов, изображаются на графе $G(I, S)$ дугами с усилением, на которых поток вначале дуги x_s связан с потоком в конце дуги y_s соотношением $y_s = k_s x_s$, где — коэффициент усиления, позволяющий учитывать возвратные воды, $0 \leq k_s \leq 1$. Причем, $k_s = 1$, если водопользователь возвращает всю использованную воду, и $k_s = 0$, в случае безвозвратного использования воды. Остальные случаи находятся между этими предельными значениями.

Источники потока находятся в вершинах графа $G(I, S)$, соответствующим источникам воды и водохранилищам. Величины потоков ($b_i > 0$) равны максимальным интенсивностям источников воды и величинам полезной отдачи водохранилищ.

Для каждой вершины графа выполняется закон о непрерывности потока:

$$\sum_{s \in S_i^-} x_s - \sum_{s \in S_i^+} k_s x_s = b_i, \quad i \in I, \quad (1)$$

где S_i^- и S_i^+ – множества дуг, соответственно исходящих из i -ой вершины и заходящих в нее.

На величины потоков, проходящих по дугам, налагаются ограничения :

$$\lambda_s \leq x_s \leq \Lambda_s, \quad s \in S, \quad (2)$$

где λ_s и Λ_s соответствуют ограничениям объемов поставляемой, накапливаемой и протекающей воды, а также границам потребностей водопользователей.

Элементы ВХС характеризуются функциями затрат $f_s(x_s)$, в которые включаются приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию, а также эффекты от использования воды водопользователями. Функция $f_s(x_s)$ формируется из конечного числа a_s функций $f_{s\alpha}(x_s)$ (a_s — число рассматриваемых вариантов развития s -го элемента ВХС):

$$f_{s\alpha}(x_s) = \begin{cases} 0, & \text{если } x_s = 0 \\ q_{s\alpha} + \bar{f}_{s\alpha}(x_s), & \text{если } x_s > 0. \end{cases}$$

где: $q_{s\alpha}$ — капитальные затраты на a_s -ый вариант развития s -го элемента;

$\bar{f}_{s\alpha}(x_s)$ — соответствующая функция затрат функционирования.

Развитие элемента ВХС описывается функцией затрат $f_s(x_s)$, составленной из функций $f_{s\alpha}(x_s)$ по правилу:

$$f_s(x_s) = \min_{1 \leq \alpha_s \leq a_s} f_{s\alpha}(x_s).$$

Функции $f_s(x_s)$ образуют функцию затрат ВХС

$$f(x) = \sum_{s \in S} f_s(x_s) \quad (3)$$

Математическая модель определения оптимальных параметров элементов ВХС описывается задачей математического программи-

рования распределения потока на графе. Эта задача заключается в минимизации целевой функции (3) при ограничениях (1)—(2).

Таким образом, сформированная сеть ВХС ТКР включает все существующие и возможные к строительству элементы. В рассматриваемую модель включены 10 водохранилищ, из них 3 уже построены и функционируют, для остальных 7 водохранилищ (по проектным разработкам) указаны 3—6 допустимых вариантов развития. Из 12 каналов, рассматриваемых в модели, 8-существующие, для каждого из остальных четырёх есть проектные проработки 2—4 допустимых вариантов развития.

Каждая из 53 оросительных систем, включенных в рассмотрение, может функционировать по одному из 1—6 выделенных для него альтернативных вариантов освоения мелиоративного фонда (вариантов развития). Для каждой оросительной системы с использованием изложенной в [3] методики построена функция затрат в виде зависимости наиболее эффективного использования воды, подаваемой в систему.

Сформированная задача (1)—(3) решена для различных значений рыбохозяйственных попусков, отъемах воды на прудовое хозяйство и подачи воды в Чограйское водохранилище для нужд орошения. Задача решалась с погрешностью, не превосходящей 5%, методом, детализирующим схему ветвей и границ [1]. Оценочные задачи решались по программе [2].

В результате решения задачи определены площади орошения оросительных систем, причем преимущественное развитие получили оросительные системы низовий Терека, Сулака и Самура, а также переброска воды из Сулака в Терек. Получены также объемы подаваемой в оросительные системы воды и экономические оценки используемых водных ресурсов.

Список литературы:

1. Кацнельсон Л.В., И.Л. Хранович. Транспортная задача на сети с усилением в дугах. I метод решения. Автоматика и телемеханика, № 1, 1979.
2. Котеликов В.И., А.И. Лазебник. Определение потока минимальной стоимости на сети с преобразованием потока в дугах. «Системы программного обеспечения решения задач оптимального планирования». ЦЭМИ, М., 1980.
3. Шнайман В.М., И.М. Каплинская. Построение производственных функций оросительных систем. Водные ресурсы, № 2, 1982.

МОДЕЛЬ НАРУШИТЕЛЯ ДЛЯ ФОРМАЛЬНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОТОКОЛОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ

Борхаленко Вадим Анатольевич

*аспирант кафедры экономики в энергетике и промышленности
Национального исследовательского университета
«Московский Энергетический Институт»,*

РФ, г. Москва

E-mail: yadikhide@yandex.ru

THE INTRUDER MODEL FOR CRYPTOGRAPHIC PROTOCOLS FORMAL VERIFICATION

Borkhalenko Vadim

*postgraduate of Economics of Power Engineering and Industry,
National Research University "Moscow Power Engineering Institute",
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается расширенная модель нарушителя Долева-Яо с использованием тактик известных атак. С помощью аппарата автомата Бюхи приводится короткое математическое описание данной модели. Приведен пример использования данной модели нарушителя для верификации свойств безопасности протокола SSL с помощью метода model checking.

ABSTRACT

In this article the expanded Dolev-Yao model of intruder is described. For short mathematical description of this model we use the Buchi automata tool. The application of the intruder model is used in example of the security properties verification of the SSL-protocol based on model checking method.

Ключевые слова: модель Долева-Яо; математическое моделирование; model checking; криптографические протоколы.

Keywords: Dolev-Yao model; mathematical modeling; model checking; cryptographic protocols.

Введение. Метод верификации на моделях (model checking) [2, с. 35, 3, с. 41, 6, с. 1, 7, с. 198] заключается в проверке того, что на проверяемой формальной модели системы заданная спецификация выполняется на всех вычислениях. В данной работе метод model checking используется для верификации протокола SSL [5, с. 97], применяемого, в частности, в системах безопасных электронных платежей. Каждый из участников данного протокола рассматривается как параллельный взаимодействующий процесс. Однако для данной статьи основной интерес представляет предлагаемая модель процесса, описывающего поведение нарушителя. Многие инструментальные средства верификации протоколов используют модель Долево-Яо для выявления возможных уязвимостей [3, с. 24, 4, с. 61]. Целью нарушителя, описываемого в данной модели, является обнаружение секрета в передаваемом сообщении или создание сообщений, благодаря которым легальные участники протокола могут принять злоумышленника за легального пользователя, т. е. олицетворение участника протокола. Однако возможны и другие тактики, с помощью которых осуществляются успешные атаки на протоколы, например атака повтора [1, с. 100]. Целью данной работы является создание расширенной модели Долева-Яо, использующей тактику атаки повтора и DoS-атаки, и формализация данной модели с помощью автоматов Бюхи для последующей верификации криптографических протоколов. Рассмотрим модель угроз Долева-Яо и предлагаемую реализацию ее расширения.

Модель угроз Долева-Яо. Рассмотрим модель угроз злоумышленника в компьютерной сети, предложенную Долевым и Яо.

Предполагается, что злоумышленник обладает следующими возможностями [4, с. 61]:

- Может перехватывать любое сообщение, передаваемое по сети.
- Является законным пользователем сети и имеет право устанавливать соединение с любым другим пользователем.
- Может посылать сообщения всем пользователям от имени любого пользователя.

Однако в модели есть и ограничения на возможности нарушителя:

- Злоумышленник не может угадать нонс (выбранное участником протокола случайное число).
- Не имея соответствующего ключа, не может расшифровать зашифрованное сообщение.
- Не может сгенерировать закрытый ключ участника по его открытому ключу.
- Контролируя средства связи, злоумышленник, тем не менее, не может получить доступ к закрытым, внутренним ресурсам, например, к памяти или жёсткому диску пользователя.

Однако данных предположений недостаточно. Например, нарушитель может хранить перехваченные сообщения и вставлять их при попытке установления нового защищенного соединения, также нарушителю может быть известен протокол установления защищенного соединения и известны тактики совершения различных атак. Модель нарушителя, предлагаемая автором, заключается в том, что злоумышленник может стохастически выбирать любую тактику атаки, использовать шаг, подразумеваемый данной атакой, а после совершенного действия может заново выбрать тактику атаки и использовать действие, описываемое уже новой атакой, что приведет к комбинации атак.

Формальная модель нарушителя. Опишем и формализуем тактики атак, используемые злоумышленником:

- Атака «человек посередине» (Man in the middle, МІМ-атака) — термин в криптографии, обозначающий ситуацию, когда атакующий способен читать и видоизменять по своей воле сообщения, которыми обмениваются корреспонденты, причём ни один из последних не может догадаться о его присутствии в канале. Представим упрощенную и укороченную (в коде автора она более подробна) формальную модель данной тактики атаки с помощью следующего автомата Бюхи (рис. 1).

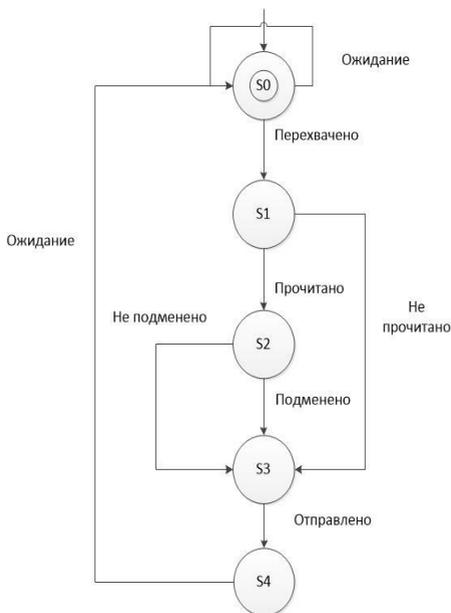


Рисунок 1. Автоматная модель МІМ-атаки

- Атака повтора (replay attack) — в этой атаке противник полностью или фрагментарно записывает сеанс протокола и повторно применяет эти сообщения в более поздние моменты времени или в следующем сеансе, т. е. «повторяет» (отсюда название «replay») сеанс или его часть в некоторый более поздний момент времени. Заметим, что многие часто используемые атаки являются частными случаями атаки повтора, например, атака типа отражения (reflection attack). На рис. 2 приведен упрощенный автомат Бюхи, описывающий данную атаку.

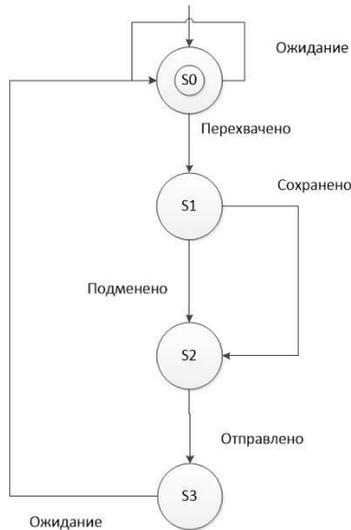


Рисунок 2. Автоматная модель Replay-атаки

- DoS-атака, целью которой является переполнение каналов связи ложными сообщениями, которые препятствуют легальным участникам протокола установить или поддерживать защищенное соединение (рис. 3).

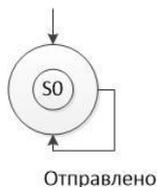


Рисунок 3. Автоматная модель DoS-атаки

Нарушитель может комбинировать данные атаки и на основе их тактик получать новые виды атак, например, атаку параллельного сеанса. Объединением данных автоматов и является автомат, описывающий модель нарушителя. Однако, так как целью DoS-атаки является переполнение каналов связи, ее стоит рассматривать отдельно, чтобы возможно было рассмотреть комбинацию «осмысленных» тактик.

Пример проверки спецификаций для протокола SSL

Рассмотрим две спецификации, описанные с помощью аппарата логики LTL [2, с. 41, 7, с. 198], проверяемые на протоколе SSL. Первая определяет классическое свойство безопасности, описывающее невозможность знания перехватчиком нонсов обоих участников и секретной последовательности PreMaster:

$$\neg F(A_KnowsNa == 1 \ \&\& \ A_KnowsNb == 1 \ \&\& \ A_KnowsPre == 1)$$

Инструментальное средство SPIN показало, что данное свойство выполняется на всех вычислениях системы (рис. 4).

```
(Spin Version 6.3.2 -- 17 May 2014)
+ Partial Order Reduction

Full statespace search for:
  never claim      + (pr1)
  assertion violations + (if within scope of claim)
  acceptance cycles + (fairness disabled)
  invalid end states - (disabled by never claim)

State-vector 173 byte, depth reached 9999, errors: 0
 6287273 states, stored
 4888253 states, matched
11175526 transitions (= stored+matched)
 272755 atomic steps
hash conflicts: 379186 (resolved)

Stats on memory usage (in Megabytes):
1133.246 equivalent memory usage for states (stored*(State-vector + overhead))
959.570 actual memory usage for states (compression: 84.67%)
  state-vector as stored = 144 byte + 16 byte overhead
 64.000 memory used for hash table (-w24)
 0.343 memory used for DFS stack (-m10000)
1023.914 total actual memory usage

pan: elapsed time 11.8 seconds
No errors found -- did you verify all claims?
```

Рисунок 4. Результат проверки свойства безопасности

Второе свойство описывает стабильность установленного SSL-соединения, его можно еще назвать свойством живости [2, с. 227]. Если клиент отправил сообщение, то сервер обязательно его получит:

$$G((Client==Send \rightarrow F(Server==Receive)) \ \& \ F(Client==Send))$$

Атомарный предикат $Client==Send$ означает, что клиент отправил сообщение в защищенном сеансе, $Server==Receive$ означает, что сервер получил сообщение в защищенном сеансе. Однако данное свойство нарушается с помощью атаки повтора, и защищенное соединение может быть разорвано. Укажем трассу, которая приводит к разрыву соединения (рис. 5).

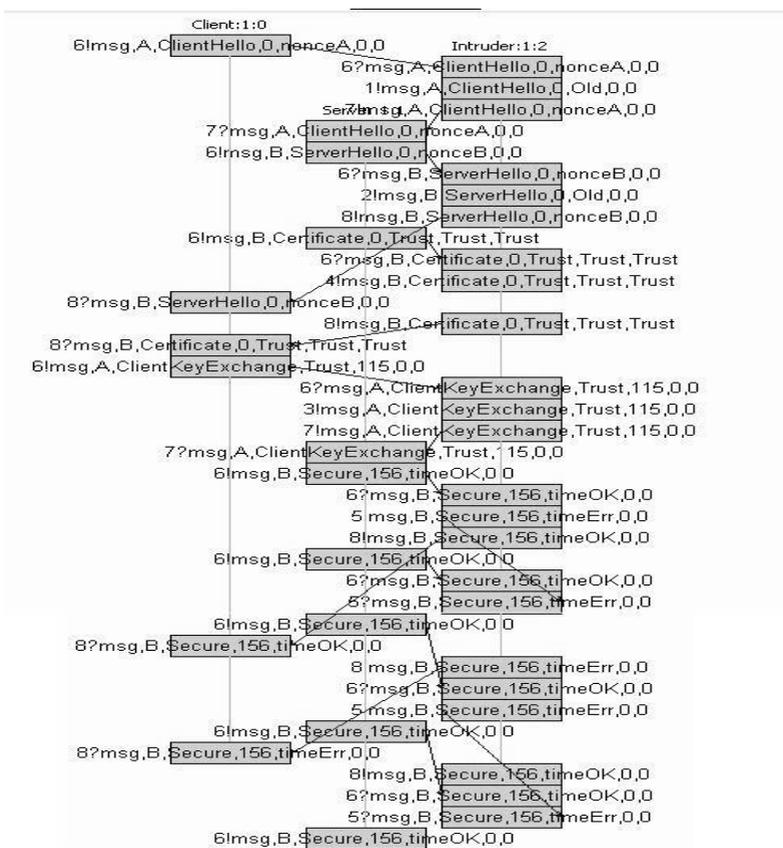


Рисунок 5. Нарушение свойства живости

При использовании нарушителем DoS-атаки все процессы, описывающие участников протокола, блокируются, и все вышеуказанные свойства не выполняются, как это видно на рис. 6.



Рисунок 6. Результат выполнения DoS-атаки

Выводы

Разработанная автором формальная модель нарушителя эффективно зарекомендовала себя, как расширение модели Долева-Яо. Данная модель может использоваться на этапе проектирования протоколов аутентификации для формальной верификации модели протокола. В дальнейшем целью автора является исследовать протоколы электронной коммерции, используя приведенную модель, а также формализовать данную модель нарушителя с помощью временных сетей Петри.

Список литературы:

1. Давыдов А.Н. Атаки на протоколы установления ключа. // Труды научно-технической конференции Безопасность информационных технологий. Пенза, 2004. — С. 99—104.
2. Карпов Ю.Г. Верификация параллельных и распределенных систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 552 с.
3. Косачёв А.С., Пономарёва В.Н. Анализ подходов к верификации функций безопасности и мобильности. ИСП РАН, 2004. — 101 с.
4. Мао В. Современная Криптография: теория и практика: пер. с англ. М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. — 763 с.
5. Нестеров С.А. Информационная безопасность и защита информации. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2009. — 125 с.
6. Powell J.D. Model Checking for Software Security Properties. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://trs-new.jpl.nasa.gov/dspace/bitstream/2014/7143/1/03-0769.pdf> (дата обращения: 04.01.2015).
7. Maggi P., Sisto R. Using Spin to Verify Security Properties of Cryptographic Protocols. Lecture Notes in Computer Science, 2002. — 210 с.

МЕТОД ДЛЯ СГЛАЖИВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛНОЙ ВАРИАЦИИ

Данг Нгок Хоанг Тхань

*аспирант Тульского государственного университета,
РФ, г. Тула*

Email: myhoangthanh@yahoo.com

Фан Зуй Тунг

*магистрант Тульского государственного университета,
РФ, г. Тула*

Email: tungphanduy@vinhuni.edu.vn

A METHOD TO SMOOTH IMAGE BASED ON TOTAL VARIATION

Dang Ngoc Hoang Thanh

*postgraduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

Phan Duy Tung

*graduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

АННОТАЦИЯ

В работе предложен один метод для сглаживания изображений. Сглаживания изображений — это фильтрация сигнала от ступенчатых изменений. В этом случае, сигнал является двухмерным. Мы считаем, что идеальный сигнал не содержит таких изменений. Данный метод построен на основе полной вариации [2].

ABSTRACT

In this paper we propose a method to smooth images. Image smoothness is a signal filter process from stepped variations. In this situation, the signal is two dimensional. We consider that ideal signal doesn't include these variations. This method is based on total variation.

Ключевые слова: сглаживание изображения; полная вариация.

Keywords: image smoothness; total variation.

Ступенчатый сигнал [1] за счёт множества резких, но небольших по амплитуде, перепадов уровня содержит высокочастотные составляющие, которых нет в сглаженном сигнале. Поэтому для некоторого алгоритма сглаживания в первую очередь необходимо определить, как сильно ослабляются разные частотные составляющие. Это значит, что необходимо построить амплитудно-частотную характеристику соответствующего фильтра.

Пусть в пространстве \square^2 задана ограниченная область $\Omega \in \square^2$. Пусть каждая точка $\omega \in \Omega$ определена своими координатами (x, y) , где $x = x(\omega)$ и $y = y(\omega)$. Кроме того, пусть каждая точка $\omega \in \Omega$ характеризуется двумя значениями $u(\omega) = u(x, y), v(\omega) = v(x, y)$.

В частности, рассматривая растровые изображения, мы полагаем, что область Ω состоит из элементов $\omega \in \Omega$ и образует прямоугольную область в \square^2 , где $x \in X, y \in Y$, X и Y — соответствующие диапазоны значений координат.

В этих условиях назовём $u(x, y)$ функцией яркости исходного изображения, $v(x, y)$ — функцией яркости реального изображения. Пусть $u(x, y) \in U_\Omega$ — какое-то семейство гладких функций.

Пусть заданы гладкая функция $f(x, y)$ и ограниченная область $\omega \in \square^2$. Тогда полная вариация $V_T[f]$ функции $f(x, y)$ имеет вид [1]:

$$V_T[f] = \int_{\Omega} \|\nabla f\| \, dx dy, \quad \text{где} \quad \nabla f = (f_x, f_y), f_x = \partial f / \partial x, f_y = \partial f / \partial y \quad \text{и}$$

$$\|\nabla f\| = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}.$$

Идеей для сглаживания изображения является нахождение оценки u^* функции u для минимизации ее полной вариации [2] но не изменяется среднее значение яркости всех точек изображения. Это значит, что:

$$\begin{cases} u^* = \arg \min_{u \in U_\Omega} \int_{\Omega} \|\nabla u\| \, dx dy \\ \int_{\Omega} u \, dx dy = \int_{\Omega} v \, dx dy \end{cases} . \quad (1)$$

Задача (1) соответствует следующей задаче:

$$u^* = \arg \min_{u \in U_\Omega} \left(\int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy + \alpha \int_{\Omega} (u - v) dx dy \right), \quad (2)$$

где: α — множитель Лагранжа. Построим уравнение Эйлера-Лагранжа задачи (2):

$$F(x, y, u, u_x, u_y) = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} + \alpha(u - v), \quad F_u - \frac{\partial F_{u_x}}{\partial x} - \frac{\partial F_{u_y}}{\partial y} = 0,$$

$$F_u = \alpha, \quad F_{u_x} = \frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}}, \quad F_{u_y} = \frac{u_y}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}},$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u_x}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{u_y}{\sqrt{u_x^2 + u_y^2}} \right) = \alpha, \quad (3)$$

при граничном условии $u = v$ на $\partial\Omega$.

Мы можем писать уравнение (3) в следующем виде:

$$\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{3/2}} = \alpha \quad (4)$$

Для решения уравнения (4), можем использовать разностные схемы и итерационные методы. Будем решать уравнение (4) при ограничении $u = v$ на $\partial\Omega$, итерационно пересчитывая значения некоторой функции ψ_{ij} :

$$\psi_{ij}^{k+1} = \psi_{ij}^k + \xi \left(\frac{(\psi_{xx}^k)_{ij} ((\psi_y^k)_{ij})^2 - 2(\psi_x^k)_{ij} (\psi_{xy}^k)_{ij} + ((\psi_x^k)_{ij})^2 (\psi_{yy}^k)_{ij} - \alpha}{((\psi_x^k)_{ij})^2 + ((\psi_y^k)_{ij})^2} \right)^{3/2}, \quad (5)$$

где:

$$\begin{aligned}
(\psi_x^k)_{ij} &= \frac{\psi_{i+1,j}^k - \psi_{i-1,j}^k}{2\Delta x}, & (\psi_y^k)_{ij} &= \frac{\psi_{i,j+1}^k - \psi_{i,j-1}^k}{2\Delta y}, \\
(\psi_{xx}^k)_{ij} &= \frac{\psi_{i+1,j}^k - 2\psi_{ij}^k + \psi_{i-1,j}^k}{(\Delta x)^2}, & (\psi_{yy}^k)_{ij} &= \frac{\psi_{i,j+1}^k - 2\psi_{ij}^k + \psi_{i,j-1}^k}{(\Delta y)^2}, \\
(\psi_{xy}^k)_{ij} &= \frac{\psi_{i+1,j+1}^k - \psi_{i+1,j-1}^k - \psi_{i-1,j+1}^k + \psi_{i-1,j-1}^k}{4\Delta x\Delta y}, \\
\psi_{0j}^k &= \psi_{1j}^k, \quad \psi_{N_1+1,j}^k = \psi_{N_1,j}^k, \quad \psi_{i0}^k = \psi_{i1}^k, \quad \psi_{i,N_2+1}^k = \psi_{i,N_2}^k,
\end{aligned}$$

при граничном условии $\psi_{ij}^0 = v_{ij}$; где $k = 0, 1, \dots$; $\Delta x = \Delta y = 1$; $0 < \xi < 1$; $\xi = 1/k$, $i = 1, \dots, N_1$; $j = 1, \dots, N_2$; N_1, N_2 - числа точек изображения по горизонтали и вертикали.

Процесс (5) при граничном условии $\psi_{ij}^0 = v_{ij}$ сходится, и принимаем $u = \psi_{ij}^k$. Результат сглаживания изображения показывается на рис. 1.

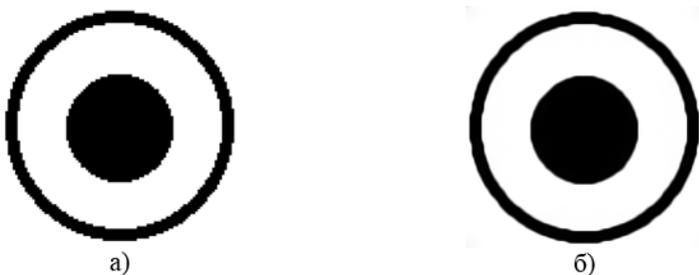


Рисунок 1. Результат сглаживания
а) Реальное изображение б) Сглаживание $\alpha = 0.1$

Обратим внимание на то, что мы рассматриваем сглаживание изображения без шума. В случае добавления шума, после сглаживания, качество изображения может быть хуже, чем качество изображения, полученного с использованием моделей, устраняющих шум, например, модель ROF [3].

Список литературы:

1. Сглаживание цифровых сигналов. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://habrahabr.ru/post/184728/>. Дата обращения: 9.11.2014.
2. Chan T.F., Shen J. Image processing and analysis: Variational, PDE, Wavelet, and stochastic methods. SIAM, 2005. — 400 p.
3. Rudin L.I., Osher S., Fatemi E. Nonlinear total variation based noise removal algorithms//Physica D. — 1992. — Vol. 60. — P. 259—268.

МЕТОД ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ШУМА НА УЛЬТРАСОНОГРАММАХ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИ-КВАДРАТ

Данг Нгок Хоанг Тхань

*аспирант Тульского государственного университета,
РФ, г. Тула*

Email: myhoangthanh@yahoo.com

Фан Зуй Тунг

*магистрант Тульского государственного университета,
РФ, г. Тула*

Email: tungphanduy@vinhuni.edu.vn

A METHOD TO REMOVE NOISE ON ULTRASONOGRAM BASED ON CHI-SQUARE DISTRIBUTION

Dang Ngoc Hoang Thanh

*postgraduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

Phan Duy Tung

*graduate student of Tula State University,
Russia, Tula*

АННОТАЦИЯ

В работе предложен один метод для устранения шума на ультразвунограммах [1]. Шум появляется в этом случае — спекл-шум [1], и он может быть моделирован распределением хи-квадрат. Данный метод построен на основе модели ROF [3].

ABSTRACT

In this paper we propose a method to reduce noise on ultrasonogram. Noise in this situation is speckle and it can be approximated by chi-distribution. This method is based on ROF model.

Ключевые слова: устранение шума; ультразвунограмма; модель ROF; уравнение Эйлера-Лагранжа.

Keywords: noise removal; ultrasonogram; ROF model; equation Euler-Lagrange.

В современной медицине, один метод для диагностики болезни, который достиг высоких результатов — это ультразвунография. Ультразунография является диагностической процедурой, в которой ультразвуковые волны используются с целью получения изображения исследуемых органов. Полученные изображения обычно содержат спекл-шум. Для устранения такого шума, в этой статье мы используем распределения хи-квадрат [2] вместе с вариационным подходом, предложенным Рудиным [3].

В пространстве \mathbb{R}^2 задана ограниченная область Ω и набор $(x, y) \in \Omega$. Пусть $u: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, v: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, \eta: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ являются гладкими функциями двух переменных. Задача устранения шума может представить в виде:

$$v(x, y) = u(x, y) + \eta(x, y),$$

где: $u(x, y)$ — функция идеального изображения,
 $v(x, y)$ — функция зашумлённого изображения,
 $\eta(x, y)$ — функция шума.

Идеей устранения шума на изображении, предлагаемым Рудиным является нахождение функции u , выполняющей следующее условие [4]:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy, \quad (1)$$

где $\nabla u = (u_x, u_y), u_x = \frac{\partial u}{\partial x}, u_y = \frac{\partial u}{\partial y}$.

Рассмотрим спекл-шум. Для этого шума, мы можем считать, что яркость в каждой точке выполняет распределение Хи-квадрат. Т. е. для каждого события $v|u$:

$$p(v|u) = \chi^2(v|u) = \frac{(v-u)^{m/2-1} e^{-(v-u)/2}}{2^{m/2} \Gamma(m/2)}, \quad (2)$$

где: m — число степеней свободы. В этой статье, выберем $m = 4$ и получим новую форму $p(v|u) = 1/4 * (v-u) e^{-\frac{v-u}{2}}$.

Мы считаем, что интенсивность зашумлённого изображения постоянна. Т. е.:

$$-\int_{\Omega} \ln(p(v|u)) dx dy = const. \quad (3)$$

Согласно (2), имеем

$$-\ln(p(v|u)) = \ln(4) - \ln(v-u) + (v-u)/2.$$

Поэтому, из (3) получим:

$$\int_{\Omega} (-\ln(v-u) + (v-u)/2) dx dy = const. \quad (4)$$

Задача (1) с условием (4) может быть представлена в виде следующей задачи:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \|\nabla u\| dx dy + \lambda \int_{\Omega} (-\ln(v-u) + (v-u)/2) dx dy, \quad (5)$$

где: λ — ненулевой параметр.

Мы можем считать, что норма в (5) является нормой в пространстве L_2 . Это значит, что $\|\nabla u\| = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$. Поэтому (5) переписывается в виде:

$$\arg \min_u \int_{\Omega} \sqrt{u_x^2 + u_y^2} dx dy + \lambda \int_{\Omega} (-\ln(v-u) + (v-u)/2) dx dy, \quad (6)$$

Алгоритм решения

Для решения задачи (6) мы используем уравнение Эйлера-Лагранжа [1]. Положим:

$$L(u, u_x, u_y) = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} + \lambda(-\ln(v - u) + (v - u)/2).$$

Тогда уравнение Эйлера-Лагранжа задачи (6) имеет вид:

$$\frac{\partial(L_{u_x})}{\partial x} + \frac{\partial(L_{u_y})}{\partial y} - L_u = 0,$$

где $L_u = \frac{\partial L}{\partial u}$, $L_{u_x} = \frac{\partial L}{\partial u_x}$, $L_{u_y} = \frac{\partial L}{\partial u_y}$. Поэтому мы получим следующее уравнение:

$$\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{3/2}} + \lambda\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{v - u}\right) = 0, \quad (7)$$

Для решения уравнения (7), мы используем метод градиентного спуска с шагом времени k . Выражение для нахождения u в шаге k имеет вид:

$$u^{(k+1)} = u^{(k)} + \Delta t \left(\left(\frac{u_{xx}u_y^2 - 2u_xu_yu_{xy} + u_x^2u_{yy}}{(u_x^2 + u_y^2)^{3/2}} \right)^{(k)} + \lambda \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{v - u^{(k)}} \right) \right). \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} (u_x^{(k)})_{ij} &= \frac{u_{i+1,j}^{(k)} - u_{i-1,j}^{(k)}}{2\Delta x}, \quad (u_y^{(k)})_{ij} = \frac{u_{i,j+1}^{(k)} - u_{i,j-1}^{(k)}}{2\Delta y}, \\ (u_{xx}^{(k)})_{ij} &= \frac{u_{i+1,j}^{(k)} - 2u_{ij}^{(k)} + u_{i-1,j}^{(k)}}{(\Delta x)^2}, \quad (u_{yy}^{(k)})_{ij} = \frac{u_{i,j+1}^{(k)} - 2u_{ij}^{(k)} + u_{i,j-1}^{(k)}}{(\Delta y)^2}, \\ (u_{xy}^{(k)})_{ij} &= \frac{u_{i+1,j+1}^{(k)} - u_{i+1,j-1}^{(k)} - u_{i-1,j+1}^{(k)} + u_{i-1,j-1}^{(k)}}{4\Delta x\Delta y}; \end{aligned}$$

$$i = 1, \dots, N_1, j = 1, \dots, N_2; k = 0, 1, \dots; \Delta x = \Delta y = 1; \Delta t = 0.2,$$

$$u_{0j}^{(k)} = u_{1j}^{(k)}, u_{N_1+1,j}^{(k)} = u_{N_1,j}^{(k)}, u_{i0}^{(k)} = u_{i1}^{(k)}, u_{i,N_2+1}^{(k)} = u_{i,N_2}^{(k)},$$

N_1 — число точек изображения по горизонтали, а N_2 — по вертикали.

При начальных условиях:

$$u_{ij}^0 = v_{ij}; i = 1, \dots, N_1; j = 1, \dots, N_2. \quad (9)$$

Экспериментальные результаты

В эксперименте мы используем изображение cameraman.tif и добавляем спекл-шум с параметром $\sigma = 0.05$. Для оценки качества изображения после восстановления, мы используем критерий PSNR (peak signal-to-noise ratio, пиковое отношение сигнала к шуму):

$$PSNR = 10 \cdot \lg \left(\frac{NL^2}{\sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} (u_{ij} - v_{ij})^2} \right),$$

где: $N = N_1 \times N_2$ — размер изображения,

L — интенсивность яркости, например, для восьмибитового серого изображения $L = 2^8 - 1 = 255$.

Чем больше PSNR, тем лучше качество изображения. Значение PSNR восстановленного изображения больше, чем значение PSNR зашумленного изображения. Это значит, что наш метод повышает качество изображения.



а)

б)

в)

Рисунок 1. Устранение шума на изображении:

а) Исходное изображение, б) Зашумлённое изображение PSNR=19,

в) Подавление шума PSNR=25, $\lambda = 0.01$

Заключение

В данной работе предлагается метод для устранения шума на ультразвукограммах. Предлагаемый метод построен на основе модели ROF. Результат устранения шума (значение PSNR) зависит от выбора параметра λ . Если значения такого параметра выбран оптимально, то результат устранения шума будет лучшим.

Список литературы:

1. Гайдашев А.Э. Спекл-шум и повышение качества ультразвуковых изображений. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://biosite.ru/articles/5/16> [Дата обращения 07.01.2015].
2. Распределение хи-квадрат. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Распределение_хи-квадрат [Дата обращения 07.01.2015].
3. Rudin L.I., Osher S., Fatemi E. Nonlinear total variation based noise removal algorithms//Physica D. — 1992. — Vol. 60. — P. 259—268.

**МНОГОЛЕТНИЕ ЦИКЛЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ
ТЕТЕРЕВА (LYRURUS TETRIX L, 1766)
В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ердаков Лев Николаевич

*доцент, д-р биол. наук Новосибирского педагогического университета,
профессор кафедры педагогики и методики начального образования,
инженер Института систематики и экологии животных СО РАН,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: microtus@yandex.ru*

Телепнев Владимир Геннадьевич

*канд. биол. наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего
хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова РАСХН,
директор Западно-Сибирского филиала,
Государственного научного учреждения,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: vniioz_nsk@mail.ru*

**LONG-TERM CYCLES OF POPULATION DYNAMICS
BLACK GROUSE (LYRURUS TETRIX L, 1766),
IN NOVOSIBIRSK REGION**

Lev Erdakov

*Sc.D., Associate Professor. Professor
of the Department of pedagogy and methodology of primary education
of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education
Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk,
Engineer of the Institute of Systematics and Ecology of Animal SB RAS,
Russia, Novosibirsk,*

Vladimir Telepnev

*candidate of biology, Director of the West-Siberian
branch of State Scientific Institution — Prof. B.M. Zhitkov Russian
Research Institute of Game Management and Fur Farming RAAS,
Russia, Novosibirsk*

АННОТАЦИЯ

В работе исследована цикличность динамики численности тетерева в длительно наблюдаемой (1971—2013 гг.) популяции, обитающей в Кыштовском районе Новосибирской области. Численность оценивали по ежегодным учетам. Для выявления скрытых циклов пользовались спектральным анализом. Установлено, что спектр ритмов тетерева содержит 8 хорошо проявленных гармоник разной величины и мощности, наиболее мощные из них — 6, 7- и 13-летняя. Имеются природные ритмы среды, способные затягивать обнаруженные циклы динамики численности этого вида. Полученные данные могут служить для построения прогнозных моделей.

ABSTRACT

We have investigated the cyclicity of dynamics in the number of black grouse long observed (1971—2013 gg.) populations inhabiting in Kyshtovsky District of Novosibirsk Region. The number was estimated by the annual accounting. To identify hidden cycles used spectral analysis. It is established that the spectrum of rhythms black grouse contains 8 well manifested harmonics of different size and power, the most powerful of them — 6, 7- and 13-year-old. There are natural rhythms environment capable of tightening cycles observed population dynamics of this species. The data obtained can be used to construct predictive models.

Ключевые слова: тетерев; численность; цикличность; период; спектр ритмов; циклы; ритмы; периодические составляющие.

Keywords: black grouse; number; cyclicity; period; spectrum of rhythms; cycles; rhythms; periodic components.

Как охотничья птица тетерев достаточно полно изучен и детально описаны его биологические особенности во многих сводках [2; 8]. Изучение динамики численности этого вида обычно проводится в ракурсе оценки запасов этой боровой дичи [9], либо наблюдения за ходом численности в заповедных территориях [12]. Распределение тетерева на территории часто освещается в литературе для различных районов Сибири [14].

Пожалуй, менее всего изучена цикличность в колебаниях численности этого вида.

Цель нашего исследования заключается в выяснении особенностей цикличности динамики численности тетерева в Новосибирской области.

В задачи исследования входило:

1. получение спектра ритмов многолетней динамики численности характерного для данного вида;
2. расчет периодов и мощностей скрытых гармонических составляющих его динамики численности;
3. поиск возможных внешних синхронизаторов для различных циклов в динамике глухаря;

Материал, который мы использовали, представляет собой данные маршрутных учетов численности этого вида. Они проводились на протяжении 43 лет (1972—2013 гг.) на территории НОХ ВНИИОЗ по стандартной методике [11].

Для выявления скрытых колебаний в численности был использован анализ временных рядов [3]. Параметры счета эмпирически определяемые: шаг суммирования, длина автокорреляционной функции, форма и ширина корреляционного окна, подробное описание техники счета биологических ритмов дано в книгах А.А. Сорокина [10] и Л.Н. Ердакова [5].

При проведении счетных операций мы пользовались программами спектрального анализа, находящиеся в собственности ИСиЭЖ СО РАН. Данные были обработаны методом Уэлча, окна: 8, 16, 24, с перекрытием 95 %. Отобраны наиболее устойчивые картины распределения спектральной плотности (мощности). Для статистической обработки использован пакет программ Past.

Мы рассчитали спектр ритмов скрытых в динамике численности тетерева, и получили его графическое отображение (*рис. 1*). На спектре видно несколько высокочастотных ритмов очень небольшой мощности. Наиболее мощные гармонические составляющие находятся в средних и низких частотах. Самая большая по мощности, основная на спектре гармоника примерно 6-7-летняя (*табл. 1*).

Высокочастотные цикличности тетерева могут быть незатухающими, синхронизируясь с соответствующими циклами температуры и влажности местной окружающей среды. Подстраиваясь под них, тетерев сохраняет постоянными эти колебания своей численности. Такие высокочастотные ритмы описаны в Новосибирской области для многих природно-климатических составляющих (циклы температуры, влажности, осадков), даже для плодоношения зерновых [6]. Последние имеют существенное значение для популяций этого вида, который осенью может подкармливаться на полях.

Что касается 7-летней цикличности в численности этого вида, то такую имеет внутривековая изменчивость климата, установленная многими авторами [4; 7]. Даже циклы суровости зим, важные для тетеревов тоже имеют 5—7-летнюю цикличность [1]. Самая

большая периодичность в динамике численности тетерева — 13-летняя может затягиваться близкой по значению естественной периодичностью увлажнения климата [13].

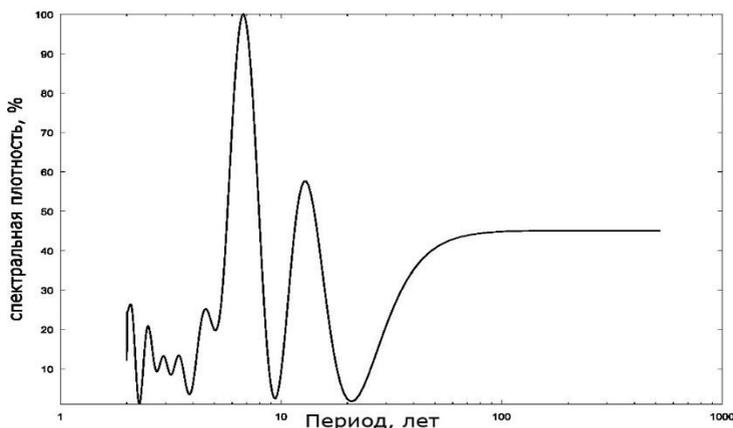


Рисунок 1. Спектр ритмов характерный для динамики численности тетерева в НСО

Итак, для тетерева в Новосибирской области впервые получен спектр ритмов многолетней динамики численности. Вид спектра своеобразен и не похож на полученные тем же способом спектры ритмов рябчика и глухаря, можно предположить, что эта характеристика видоспецифична.

Был проведен расчет периодов и мощностей скрытых гармонических составляющих многолетней динамики численности. Ход динамики этого вида имеет 7 скрытых гармонических составляющих. Наибольшей мощностью обладает 7-летний ритм. Второй по мощности — 13-летний. Большинство циклов тетерева сосредоточено в области высоких частот, образуя целое «семейство» ритмов в 2—4 летнем диапазоне.

Таблица 1.

Соотношение величины и мощности периодических составляющих динамики численности тетерева

Период, год Вид	10—15	6—10	4—5	2,6—3,5	2,5—2,0
Тетерев	13,0 233	6,7 406	4,5 102	3,4	2,5
				54	84
				2,9	2,0
				53	107

Примечание: верхняя цифра, период, нижняя — мощность (ед. спектр. плот.)

Проведенный поиск возможных внешних синхронизаторов для различных циклов в динамике тетерева, показал, что эти циклы вполне могут быть незатухающими. Для каждого из них имеется один или несколько природно-климатических затягивающих циклов. Каждый из них может иметь экологическое значение для этого вида, то есть многочисленные цикличности в динамике численности можно рассматривать как популяционные адаптации к соответствующим внешним условиям.

Данные о величине и мощности скрытых периодических составляющих в динамике численности могут использоваться для простого краткосрочного прогнозирования этого промыслового вида на местах. Они же могут служить основой для построения прогнозных моделей хода многолетней численности.

Список литературы:

1. Бялко А.В., Гамбургцев А.Г. Статистика погоды. // Природа — 2000. — № 12., — С. 6.
2. Гладков Н.А., Дементьев Г.П., Птушенко Е.С., Судиловская А.М. Определитель птиц СССР. М.: Высшая школа. 1964 — 536 с.
3. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. М.: Мир 1971. — 317 с.
4. Дружинин И.П. Долгосрочный прогноз и информация. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. 1987. — С. 246.
5. Ермаков Л.Н. Биологические ритмы и принципы синхронизации в экологических системах (хроноэкология). Томск: Изд. ТГУ. 1991. — 216 с.
6. Ефимов В.М., Галактионов Ю.К., Шушпанова Н.Ф. Анализ и прогноз временных рядов методом главных компонент. Новосибирск: Наука, 1988. — 70 с.

7. Кривенко В.Г. Водоплавающие птицы и их охрана. М.: Агропромиздат: 1991. — С. 1—271.
8. Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: Справочник определитель. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2002. — 608 с.
9. Савченко А.П., Савченко И.А. Тетерев Енисейской равнины // Охота и охотничье хозяйство. — № 1. — 2002. — С. 6—8.
10. Сорокин А.А. Ультраниантные составляющие при изучении суточного ритма. Фрунзе: Илим, 1981. — 82 с.
11. Телепнев В.Г., Ермаков Л.Н. Описание цикличности динамики численности в популяции глухаря (*Tetrao urogallus* L., 1758) при многолетнем ее мониторинге // Сибирский экологический журнал. — 2014. — № 5. — С. 703—710.
12. Шубина Н.С. Динамика численности Тетеревиных (*Tetraonidae*) птиц в Национальном парке «Югыд ва» //Всероссийская заочная научно-практическая конференция «Современное состояние и стратегии сохранения природных и антропогенных экосистем». (г. Ахтубинск) / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ, ГПЗ «Богдинско-Баскунчакский» и др. Волгоград: Царицын, 2010. — С. 51—56.
13. Фефелов И.В. Динамика орнитофауны в дельте Селенги: экологические предпосылки, проблемы и перспективы / И.В. Фефелов // Вестник Бурятского ун-та. Сер. 2. Биология. — 1999. — Вып. 2. — С. 40—51.
14. Юдкин В.А. Птицы подтаежных лесов Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 2002. — 488 с.

**ЦИКЛИЧНОСТЬ В ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ
РЯБЧИКА (BONASA BONASIA L, 1758)
ИЗ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ердаков Лев Николаевич

*доцент, д-р биол. наук Новосибирского педагогического университета,
профессор кафедры педагогики и методики начального образования,
инженер Института систематики и экологии животных СО РАН,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: microtus@yandex.ru*

Телепнев Владимир Геннадьевич

*канд. биол. наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего
хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова РАСХН,
директор Западно-Сибирского филиала,
Государственного научного учреждения,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: vniioz_nsk@mail.ru*

**CYCLICITY IN NUMBERS OF HAZEL GROUSE (BONASA
BONASIA L, 1758) FROM NOVOSIBIRSK REGION**

Lev Erdakov

*Sc.D., Associate Professor. Professor
of the Department of pedagogy and methodology of primary education
of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education
Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk,
Engineer of the Institute of Systematics and Ecology of Animal SB RAS,
Russia, Novosibirsk*

Vladimir Telepnev

*candidate of biology, Director of the West-Siberian branch of State
Scientific Institution – Prof. B.M. Zhitkov Russian Research Institute
of Game Management and Fur Farming RAAS,
Russia, Novosibirsk*

АННОТАЦИЯ

Изучалась многолетняя цикличность (1971—2013 гг.) динамики численности рябчика из Кыштовского района Новосибирской области. Численность оценивали по ежегодным учетам. Для выявления скрытых циклов пользовались спектральным анализом. Установлено, что спектр ритмов рябчика содержит 5 хорошо проявленных гармоник разной величины и мощности, наиболее мощные из них — 3,6-, 2,7-, 6,4- и 9-летняя. Имеются природные ритмы среды, способные затягивать обнаруженные циклы динамики численности этого вида. Полученные данные могут служить для построения прогнозных моделей.

ABSTRACT

The long-term cyclicity of hazel grouse population dynamics from Kyshtovsky District of Novosibirsk region was studied on the data for 1971—2013 years. The number was estimated by the annual accounting. To identify hidden cycles used spectral analysis. It is established that the spectrum of rhythms hazel grouse contains 5 well manifested harmonics of different size and power, the most powerful of them — 3,6, 2,7-, 6,4- and 9.

Ключевые слова: рябчик; численность; цикличность; период; спектр ритмов; циклы; ритмы; периодические составляющие.

Keywords: grouse; the number of birds; cyclicity; period; spectrum of rhythms; cycles; rhythms; periodic components.

Еще с середины прошлого века у тетеревиных отмечали цикличность в динамике численности в самых разных географических точках. В Америке описывали 10-цикличность воротничкового рябчика [14], в Англии — 8 летний цикл численности шотландской куропатки [15], в Финляндии — 3—4-летнюю цикличность динамики у всех тетеревиных птиц [16]. В своей монографии и А.Н. Формозов [11] отметил 4—5 летние циклы в численности белой куропатки и тетерева. Описание цикличности в численности рябчика и в настоящее время можно встретить в литературе [12], хотя, как и прежде, этот феномен отмечается учеными, но не становится центральным объектом изучения.

Мысль о том, что имеется определенная временная организация биологической системы (например, популяции) и характеристикой которой является её спектр периодов, остается по сей день экзотической гипотезой [7].

Отсюда и формулируется цель исследования: выяснение периодических составляющих в динамике численности рябчика.

Задачи же сводятся к следующим:

- построить спектр ритмов численности рябчика;
- определить количество и мощность периодических составляющих в многолетней динамике численности рябчика;
- найти возможные внешние синхронизаторы циклов динамики, позволяющие им не затухать (найти агенты среды, затягивающие ритмы динамики численности рябчика).

Материал, который мы использовали, представляет собой данные маршрутных учетов численности этого вида. Они проводились на протяжении 1972—2013 гг. на территории научно-опытного хозяйства ВНИИОЗ по стандартной методике [10].

Для выявления скрытых колебаний в численности был использован анализ временных рядов [2]. Параметры счета эмпирически определяемые: шаг суммирования, длина автокорреляционной функции, форма и ширина корреляционного окна, подробное описание техники счета биологических ритмов дано в книгах А.А. Сорокина [9] и Л.Н. Ердакова [5].

При проведении счетных операций мы пользовались программами спектрального анализа, находящиеся в собственности ИСиЭЖ СО РАН. Данные были обработаны методом Уэлча, окна: 8, 16, 24, с перекрытием 95 %. Отобраны наиболее устойчивые картины распределения спектральной плотности (мощности). Для статистической обработки использован пакет программ Past.

Изучение многолетней динамики численности может производиться на основании сравнения интегрального показателя, например средней плотности птиц за год. В этом случае мы получаем хронограмму многолетних изменений численности, то есть распределение результатов учетов на шкале времени. Она дает возможность оценить, насколько сильны были флуктуации численности у этого вида. За все время наблюдений максимальная численность была достигнута один раз в 1987 году, кроме того, в 1998 году численность рябчика тоже была велика. В то же время минимальные значения этот показатель имел гораздо чаще. Еще одна особенность многолетней динамики у этого вида — необычайная сложность кривой описывающей этот процесс. Последнее характерно практически для всех иллюстраций динамики численности на шкале времени. На этом же материале можно получить новые данные о многолетней динамике численности этого промыслового вида. Для этого нужно преобразовать наши данные, переместив их с временной шкалы на частотную и тогда изменения численности будут выглядеть как спектр некоторого количества периодов.

Для модельного ряда наблюдений за численностью (43 года) был получен частотный спектр ее динамики у рябчика (рис.). Несмотря на сложный вид эмпирической кривой хода численности, она содержит относительно немного хорошо выраженных гармонических составляющих. Еще одна особенность спектра ритмов рябчика отсутствие многолетних или даже полувековых циклов численности. И это несмотря на сорокалетний срок слежения, ведь наш метод позволяет обнаружить цикличность сопоставимую по периоду со временем наблюдения.

У рябчика оказалось всего 5 основных цикличностей, наложением которых и достигается столь сложная многолетняя динамика. Все они имеют значительную мощность и очень хорошо выражены (экспоненциальные пики с узкими основаниями).

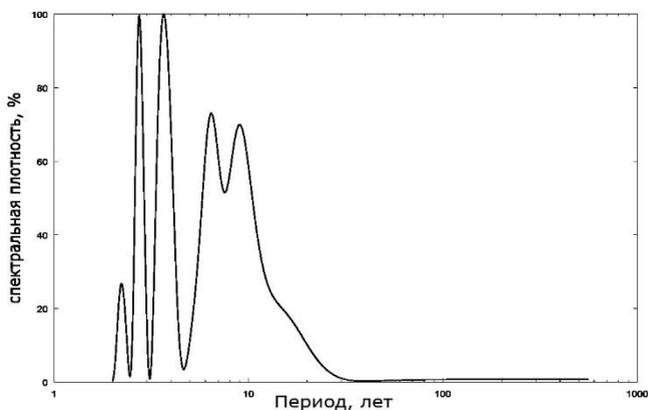


Рисунок 1. Спектр ритмов численности рябчика на территории НОХ ВНИИОЗ

Были рассчитаны точные периоды этих ритмов численности и их мощности в единицах спектральной плотности (табл.), и появилась возможность поискать во внешней среде синхронизаторы этим ритмам. Ведь для достижения устойчивости эндогенный ритм должен затягиваться близким ему по периоду внешним синхронизирующим фактором. Для того чтобы популяция рябчика сохраняла устойчивость своих ритмов численности каждый из ее циклов должен иметь природный ритм и к нему подстраиваться. Обычно это важный для регуляции динамики численности природный ритм какого-либо важного фактора или ресурса.

Таблица 1.

Соотношение величины и мощности периодических составляющих динамики численности рябчика

Период, год	9—10	8—6	5—3,5	3—2,5	2,4—2
Вид					
Рябчик	9,0—27,3	6,4—28,5	3,6—39,0	2,7—38,8	2,2—10,4

Примечание: первая цифра, период, вторая — мощность (ед. спектр. плот.)

Мощная периодическая составляющая в динамике рябчика – 9-летняя (табл.). Видимо, она важна для его динамики. Поддерживать такую цикличность может проявленный на этой территории 7—11-летний цикл климата [4], относящийся к «семейству» вековых и внутривековых брикнеровских циклов. Несомненно, затягиваться эта цикличность может и температурным 7—9-летним циклом [6]. Приблизительно этот же период имеет и один из георитмов Земли [13] влияющий на все живое. При таком количестве датчиков времени в этом диапазоне частот 9-летний цикл рябчика может быть очень устойчивым.

Еще больший по мощности цикл характерный для хода численности этого вида — 6,4-годовой. Его может поддерживать цикл суровости зим, с характерной для него цикличность в 5—7 лет [1]. Вполне вероятным синхронизатором для него может выступать примерно 7-летний ритм атмосферной циркуляции [6].

Самый мощный ритм динамики численности рябчика — около 4-летний может поддерживаться температурной цикличностью [3], ритмом атмосферной циркуляции [6].

Еще один ритм динамики тоже очень мощный, примерно 2,7 летний, а кроме него имеется и маломощный, но проявленный около-2-летний цикл. Эти ритмы наиболее распространены в природе и связаны практически со всеми природно-климатическими факторами. Они описаны многими из приведенных выше авторов.

Около 4-летнюю цикличность у тетеревиных отмечали многие авторы в разных географических точках [8], **замечен этот цикл и у динамики рябчика в национальном парке республики Коми [12].**

Стоит упомянуть и о том, что популяционная цикличность может быть использована как один из прогностических параметров изменений численности. Такой прогноз может строиться методом формальной экстраполяции на основе изучения конкретных временных рядов численности. Предполагается, что в будущем на некотором отрезке времени популяционная динамика сохраняет свои прошлые и настоя-

щие тенденции развития. Предварительно же для популяционной динамики за весь срок наблюдений рассчитываются (с помощью анализа временных рядов) ее периодические составляющие

1. Динамика численности может быть кроме шкалы времени представлена на частотной шкале, тогда выявляется еще одна характеристика ее – цикличность хода численности.

2. Для рябчика впервые рассчитаны периодические составляющие его динамики численности

3. Гармонических составляющих динамики численности у этого вида всего 5 и все они имеют значительную мощность.

4. Наиболее мощная цикличность на спектре позволяет предполагать, что численность этого вида нарастает каждый третий-четвертый год.

Список литературы:

1. Бялко А.В., Гамбургцев А.Г. Статистика погоды //Природа — 2000. — № 12. — С. 6.
2. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. М.: Мир 1971. — 317 с.
3. Дроздов О.В., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат. 1971. — С. 316.
4. Дружинин И.П. Долгосрочный прогноз и информация. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение. 1987. — С. 246.
5. Ердаков Л.Н. Биологические ритмы и принципы синхронизации в экологических системах (хроноэкология). Томск, Изд. ТГУ. 1991. — 216 с.
6. Коротина Е.Ф. Многолетние колебания температурного режима Южного Урала автореферат канд. дисс. Челябинск 2002. — 21 с.
7. Мартынюк В.С., Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. Биологические ритмы и электромагнитные поля среды обитания. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, — 2007, — № 2 (54). — С. 143—146.
8. Потапов Р.Л. Тетеревиные птицы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990. — 240 с.
9. Сорокин А.А. Ультраничные составляющие при изучении суточного ритма. Фрунзе: Илим, 1981. — 82 с.
10. Теплев В.Г., Ердаков Л.Н. Описание цикличности динамики численности в популяции глухаря (*Tetrao Urogallus L.*, 1758) при многолетнем ее мониторинге // Сибирский экологический журнал. — 2014. — № 5. — С. 703—710.
11. Формозов А.Н. Колебания численности промысловых животных. М.-Л.: КОИЗ, 1935. — 108 с.

12. Шубина Н.С. Динамика численности Тетеревиных (Tetraonidae) птиц в Национальном парке «Югыд ва» //Всероссийская заочная научно-практическая конференция «Современное состояние и стратегии сохранения природных и антропогенных экосистем». (г. Ахтубинск) / Мин-во природных ресурсов и экологии РФ, ГПЗ «Богдинско-Баскунчакский» и др. Волгоград: Царицын, 2010. — С. 51—56.
13. Якушев Д.И. Алгоритмы математического моделирования/Д.И. Якушев. СПб.: МГП "Поликом", 2002 г. — 100 с.
14. Elton C.S., Nicholson M. Fluctuations in numbers of muskrat (*Ondatra zibetica*) in Canada. *Ibid.*, — 1942, — Vol. 11, — № 1, — P. 96—126.
15. Middleton A.D. Periodic fluctuations in British game populations. *J. Anim. Ecol.*, — 1934, — Vol. 3 (2), — P. 231—249.
16. Siivonen L. Some essential features of short-term population fluctuations. *J. Wildl. Mgmt.*, — 1954, — Vol. 18, — № 1, — P. 38—45.

ЦИКЛЫ В МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЛОЙ КУРОПАТКИ (*LAGOPUS LAGOPUS L, 1758*) ИЗ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ердаков Лев Николаевич

*доцент, д-р биол. наук Новосибирского педагогического университета,
профессор кафедры педагогики и методики начального образования,
инженер Института систематики и экологии животных СО РАН,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: microtus@yandex.ru*

Телепнев Владимир Геннадьевич

*канд. биол. наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего
хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова РАСХН,
директор Западно-Сибирского филиала,
Государственного научного учреждения,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: vnioz_nsk@mail.ru*

CYCLES LONG-TERM POPULATION DYNAMIC OF WILLOW GROUSE (*LAGOPUS LAGOPUS* L, 1758) FROM NOVOSIBIRSK REGION

Lev Erdakov

*Sc.D., Associate Professor. Professor of the Department of pedagogy
and methodology of primary education of Federal State Educational
Institution of Higher Professional Education
Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk,
Engineer of the Institute of of Systematics and Ecology of Animal SB RAS,
Russia, Novosibirsk*

Vladimir Telepnev

*candidate of biology, Director of the West-Siberian
branch of State Scientific Institution — Prof. B.M. Zhitkov Russian
Research Institute of Game Management and Fur Farming RAAS,
Russia, Novosibirsk*

АННОТАЦИЯ

Исследована цикличность динамики численности белой куропатки в 19 районах Новосибирской области, наблюдавшихся с 2000 по 2012 гг. Численность оценивали ежегодными маршрутными учетами по единой методике. Для каждого района были построены спектры ритмов динамики численности, рассчитаны периоды и мощности гармонических составляющих. Установлено, что спектры ритмов содержит 2—3 хорошо проявленных циклов, наиболее мощные из них 3,5—6,5 летние. В местах обитания белой куропатки имеются природные ритмы среды, способные задавать (затягивать) обнаруженные циклы динамики численности.

ABSTRACT

Investigated cyclical population dynamics of Willow Grouse in 19 districts of the Novosibirsk region, observed from 2000 to 2012 years. The population number was assessed by annual routing accounts using the same methodology. For geographic populations of each area have been built spectra of the population dynamics rhythms, periods and power harmonic components have been calculated. It is established that the spectrum of rhythms contains well manifested 2—3 cycles, the most powerful of them 3,5—6,5 summer. In habitats of Willow Grouse there are natural rhythms of the environment, which are able to set (tighten) the detected cycles of population dynamics.

Ключевые слова: белая куропатка; численность; цикличность; спектр ритмов; гармонические составляющие; синхронизация.

Keywords: willow grouse; the number of birds; cyclicity; spectrum of rhythms; harmonic components of population dynamics; synchronization.

По биотопическому распределению этот вид отличается от прочих тетеревиных, предпочитая осоково-тростниковые болота и березово-осиновые леса [19]. Он заходит и в остепненные районы, где заселяет колочные ландшафты и оказывается единственным здесь из тетеревиных [17].

Нас в данной работе интересуют закономерности динамики численности этого вида, то есть многолетние ритмы. Цикличность, лежащая в основе динамики численности, позволяет рассматривать динамику численности, как автогенный процесс. Он дает возможность популяции сохранять многолетнюю повторяемость в пространстве и во времени изменения своей численности, синхронизируя ее с Цикличностью внешней среды. Нужно заметить, что системообразующая функция синхронизации в динамике биологических процессов обсуждается давно и на разных уровнях их организации [7, 8, 18].

По цикличности численности белой куропатки работ немного и циклы в них выделены визуально. Так Р.В. Потапов [15] считает, что у этого вида изменения численности легко наблюдать, потому что проявляются они очень четко. Этот же автор утверждает, что такие ритмы различаются в зависимости от территории, на которой обитает вид: подъемы численности в Скандинавии происходили через 4 года, на Британских островах — через 6 лет, а на Ньюфаундленде — через 10 [15]. На Северо-востоке нашей страны А.В. Андреев [2] после долгих исследований тоже обнаружил существование 10-летней цикличности в динамике численности этого вида, в Ленинградской области за последние 100 лет подъемы численности происходят через 20—25 лет, а для Субарктики им указаны 4—5-летние циклы [2].

Целью наших исследований явилось выяснение количества периодических составляющих динамики многолетней численности белой куропатки в Новосибирской области.

Задачами исследований было:

- выяснение спектра ритмов численности у белой куропатки;
- определение периода и мощности гармонических составляющих в динамике численности;
- описание возможных внешних синхронизаторов для ритмов численности белой куропатки на исследуемой территории;

Материалом для данной работы послужили результаты многолетних учетов численности белой куропатки (с 2000 по 2013 гг.) в 19 районах Новосибирской области по стандартной методике [13] в течение ноября. Длина маршрутов составляла не менее 500 км ежегодно.

Обработка материалов проведена с использованием программ спектрального анализа, находящимися в собственности ИСиЭЖ СО РАН. Оценка спектральной плотности мощности проводилась методом Уэлча (Welch) [12]. Все расчёты выполнены с использованием свободной системы для математических вычислений GNU Octave. Для статистической обработки использован пакет программ Past.

При сравнении полученных спектров динамики численности из разных районов оказалось, что в низких частотах скрытые периодические составляющие имеются только на спектрах динамики в трех из них (табл.). Все это крайние северо-западные районы области.

Уточнение картины соотношений величины и мощности периодических составляющих динамики численности можно найти в таблице. Если в Усть-Тарке и Чанах почти идентичная картина спектра ритмов численности, то в Татарске добавляется, хотя и небольшая по мощности, но еще более низкочастотная гармоническая составляющая. Можно предполагать некоторую тенденцию увеличения периода цикличности численности при продвижении строго на запад, ведь ни южнее, ни севернее такая тенденция в динамике численности не наблюдалась.

Спектры ритмов имеют внешнее сходство, они несут по два пика, причем высокочастотный из них, не всегда обладает наибольшей мощностью. Так в Каргате и Кольвани наиболее мощные периодичности в средних частотах (табл.), то же можно заметить в районах Барабинском и Убинском.

Таблица 1.

Соотношение величины и мощности периодических составляющих динамики численности белой куропатки при продвижении с запада на восток области

Район \ Период, год	20—16	15—10	6,5—3,5	3,0—2,0
1. Усть-Тарковский		14,4—1		3,1—25
2. Чановский		15,3—38		2,8—150
3. Татарский	18,5—0,2		3,8—824	2,01—7
4. Барабинский			6,3—504	2,0—237
5. Убинский			5,7—466	2,0—344
6. Каргатский		9,6—309		2,8—163
7. Кольванский		8,2—4660		2,9—1697

Примечание: первая цифра, период, вторая — мощность (ед. спектр. плот.)

Естественно, что авторы, обнаружившие цикличность численности делают предположения относительно ее происхождения. В некоторых районах многолетнее снижение численности белых куропаток, по мнению ряда авторов [1; 9], может возникнуть по причине недостатка зимних кормов из-за слишком высокой концентрации лосей, иногда поедающих практически весь подрост ив и берез в зимних стациях белых куропаток.

Еще более интересную причину цикличности белой куропатки предположили исследовавшие ее в тундре. Так 4—5-летний цикл колебаний их численности, находится в прямой зависимости от численности леммингов: когда та идёт на убыль, хищники (песец, белая сова) переключаются на белых куропаток [2]. Например, в европейских тундрах после вспышки численности леммингов в 1970 году, уже на следующий они совсем отсутствовали. Размножившиеся на леммингах хищники переключились на белую куропатку. В период насиживания погибло 20 % гнезд, и к осени в выводках осталось лишь 25 % птенцов [4].

Целью нашего изучения динамики численности было выяснение скрытых в ней гармонических составляющих, а не поиск причин тех или иных цикличностей. Поэтому нам интересны механизмы сохранения циклов динамики у этого вида. Для этого они должны синхронизировать свои циклы с какими-то внешними устойчивыми периодичностями. Какие же природные ритмы могут помочь сохранению циклов численности? Синхронизация – это не наведение в популяции извне некоторого циклического процесса под воздействием периодически повторяющегося воздействия природного фактора. Это просто захватывание периода процесса близким периодом внешнего фактора. Устойчивый популяционный цикл должен существовать сам, его механизмом является внутривидовой процесс (или процессы), внешний же геофизический ритм является только синхронизирующим [7]. Это внешние природные циклы близкого периода. Они и будут датчиками времени для динамики белой куропатки, причем подстройка к таким пейсмейкерам на каждой территории, судя по разнообразию спектров ритмов у этого вида, будет своя.

Прежде всего, рассмотрим внешние периоды, поддерживающие самые большие циклы, это около 20-летний (табл.). Таких циклов мы знаем два. Местный ритм осадков протяженностью 18—20 лет [5], а также георитм, характерный для нашей планеты — 19—22 года [20].

Следующая по величине цикличность примерно 14—15-летняя (табл.) может быть синхронизирована ритмом магнитного поля

Земли [16]. Надежно установлено, что из неизвестных прежде экологических воздействий, важный вклад в динамику биологических процессов в среде обитания вносят вариации электромагнитных полей [3].

В средней полосе частот для динамики численности белой куропатки присущи 7—8-летние цикличности. Это распространенный природно-климатический ритм осадков и температурной циркуляции [5] а также один из ритмов (период 7—11 лет) относимых к «брикнеровским» циклам [11].

И наконец, наименьшие по периоду гармонические составляющие в динамике численности белой куропатки, самые часто представленные, практически во всех изученных районах. Эти ритмы всегда легко находят себе датчики времени в наружной среде. Это разнообразные климатические циклы 2—4 года [6], 2—5-летние георитмы Земли [14], температурные циклы [10].

Итак, белая куропатка может поддерживать циклы своей динамики численности соответствующими природными ритмами, и в каждом районе в соответствии с местными условиями иметь характерный, адаптированный к этой территории спектр ритмов численности.

Список литературы:

1. Андреев А.В. Адаптация птиц к зимним условиям субарктики // А.В. Андреев. М.: Наука, 1980. — 174 с.
2. Андреев А.В. О путях приспособления тетеревиных птиц к зимним условиям существования. Зоол. исслед. Сибири и Дальнего Востока. Владивосток, 1974, — С. 108—111.
3. Владимирский Б.М., Сидякин В.Г., Темурьянц Н.А., Макеев В.Б., Самохвалов В.П.. Космос и биологические ритмы. Симферополь. 1995. — 206 с.
4. Воронин Р.Н. Белая куропатка Большеземельской тундры. Экология, морфология, хозяйственное использование. М.: Наука. 1978. — 147 с.
5. Дроздов О.В., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат. 1971. — С. 316.
6. Дружинин И.П. Долгосрочный прогноз и информация. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение. 1987. — С. 246.
7. Ермаков Л.Н. Биологические ритмы и принципы синхронизации в экологических системах (хроноэкология). Томск, Изд. ТГУ. 1991. — 216 с.
8. Ермаков Л. Биологические ритмы: особь, популяция, сообщество. Цикличность в живых системах. LAP LAMBERT Academic Publishing (01.07.2011) GmbH & Co.KG. — 152 s.

9. Калинин М.В. Почему исчезает белая куропатка. Охота и охотничье хозяйство, — 1974, — № 10, — С. 22—23.
10. Коротина Е.Ф. Многолетние колебания температурного режима Южного Урала. Автореферат канд. дисс. Челябинск 2002. — 21 с.
11. Кривенко В.Г. Современный статус водоплавающих птиц России с позиций природных и антропогенных воздействий. Казань, 2002. — С. 51.
12. Марпл-мл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения, М.: Мир. 1990 — 584 с.
13. Методические указания по осеннему маршрутному учету численности боровой и полевой дичи. Москва. 1980. — С. 19.
14. Полозов В.В. Нетрадиционные методы сверхдолгосрочного прогноза температуры воздуха, осадков и других геофизических элементов. // «Навигация и гидрография», — № 6, — 1998. — С. 100—104.
15. Потапов Р.Л. Тетеревиные птицы Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990. — 240 с.
16. Рубашев Б.М. Проблемы солнечной активности. М.-Л.: Наука, 1964. — 362 с.
17. Торопов К.В. Птицы колючей степи Западной Сибири /К.В. Торопов. Новосибирск: Наука, 2008. — 356 с.
18. Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А. К развитию концепции о системообразующей функции биологической синхронизации Информатика и системы управления, Благовещинск, — 2009, — вып. 4, — С. 31—33.
19. Юдкин В.А. Птицы подтаежных лесов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. — 488 с.
20. Якушев Д.И. Алгоритмы математического моделирования/Д.И. Якушев. СПб.: МГП "Поликом", 2002. — 100 с.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Дадоян Карине Араиковна

*студент 2 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: poreye125544@mail.ru*

Джамалов Адиль Чубанович

*студент 3 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Пирмагомедов Олег Владимирович

*студент 3 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Цаплева Валентина Викторовна

*канд. техн. наук, кафедры управление в технических и биомедицинских
системах, Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

THE STATE OF KNOWLEDGE PROBLEMS OF MODELING GIDROLITOSFERNYH PROCESSES

Dadoyan Karine

*2nd year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University , branch,
Russia, Pyatigorsk*

Jamalov Adil

*3-year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Pirmagomedov Oleg

*3-year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Heron Valentina

*research manager, PhD. tehn. Sciences,
Department of Management in technical systems and biomedetsinskih
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрено состояние изученности проблем моделирования гидролитосферных процессов в целом и, в частности, региона Кавказских Минеральных вод, определены задачи для дальнейших исследований в этой области.

ABSTRACT

This article discusses the state of knowledge of modeling problems gidrolitosferynh processes in general and, in particular, the region of Caucasian Mineral Waters, set objectives for future research in this area.

Ключевые слова: компьютерное моделирование; начальные условия; граничные условия; математическая модель; дискретная модель; график переходного процесса.

Keywords: computer simulation; initial conditions; boundary conditions; mathematical model; discrete model; schedule of the transition process.

Моделирование гидролитосферных процессов предназначено для оптимизации добычи минеральных вод. Нерациональный водозабор может привести, с одной стороны, к понижению или даже иссяканию минеральной воды в водоносных горизонтах. С другой стороны, нерациональный водоотбор может отрицательно сказаться на качестве добываемых вод — снижению минерализации, загрязнению гидроминеральных ресурсов сторонними, возможно токсичными примесями. Поэтому проблема моделирования водозабора и управления этим процессом в настоящее время крайне актуальна для региона Кавказских Минеральных Вод.

Исследования в этой области проводились многими учеными. Данное направление активно развивается уже около пятидесяти лет. Однако, в этой области всё равно остаются нерешенные задачи. Для того, чтобы восполнить пробелы в сфере моделирования гидролитосферных процессов, необходимо оценить картину в целом, в первую очередь проанализировав, какие задачи уже решены в исследованиях специалистов в данной области.

Наиболее полные сведения о моделировании гидродинамических процессов изложены в работах Васильева В.В., Гензеля Г.Н., Карачевцева Н.Ф. Шестакова В.М., Крашина И.И., Пересунько Д.И., Гавич И.К. [2; 4; 5]. Несмотря на то, что основное внимание в этих работах уделяется моделированию плоских задач на аналоговых электрических моделях, указывается на перспективность использования численных математических методов при решении задач плановой и пространственной фильтрации.

С развитием вычислительной техники появляются более совершенные методы численного моделирования как стационарной так и нестационарной геофильтрации в многопластовых системах с учетом граничных условий I, II, и III рода, а также таких особенностей фильтрационного потока, как упругий режим перетекания в слабо проницаемых глинистых прослоях, неоднородность фильтрующейся жидкости и др. К этой серии программ относятся Топаз, PLAST, МИФ-3Д, ModTech и др.

Дальнейшее развитие вычислительной техники и методов моделирования, сопровождается практически повсеместным переходом от физических и аналоговых моделей к математическим. Так, в работе [3] дается описание программы MCG, позволяющей осуществлять решение задач стационарной и нестационарной фильтрации в многослойных системах с помощью численного метода сопряженных градиентов. Решение производится на пространственной прямоугольной расчетной сетке. Общее число узлов расчетной сетки равно 10 тыс., общее

количество слоев вертикального разреза до 10. Модель позволяет учитывать различные граничные условия, а также плановую фильтрационную неоднородность.

Как следует из описания, геофильтрационные процессы изучались преимущественно на плоских аналоговых моделях, и только начиная с рубежа 1980 г. наблюдается довольно интенсивное внедрение в повсеместную практику исследований математических методов моделирования. Несмотря на многообразие разработанных в настоящее время программ, направление это остается пока еще недостаточно разработанным и требует дальнейших исследований. Это объясняется еще и тем, что геолого-технические условия месторождений весьма разнообразны, и разработать какую-то универсальную модель, способную полностью охватить весь комплекс проблем, довольно сложно.

Кроме того, как следует из анализа литературы, вопросы управления работой геолого-технических объектов начинают приобретать актуальность примерно в начале 60-х годов. В основном рассматривались системы, основанные на принципах программного управления. Системы с обратной связью в геолого-технических объектах не рассматривались. Не ставились в качестве критериев оптимальности или функции цели и экологические требования.

Вместе с тем, инструкциями и нормативными документами предусматривается обязательное сооружение сети наблюдательных скважин и проведение режимных наблюдений по ним. Имея такую информацию в значительной степени можно повысить надежность и бесперебойность в обеспечении многих регионов с ограниченными ресурсами пресных вод.

Управляемый объект (водозабор или артезианский бассейн) выполняющий свои основные функции по водообеспечению должен эксплуатироваться в таком режиме, при котором соблюдались основные технологические и экологические требования. Иными словами, при эксплуатации объекта ему задается целый ряд ограничений на динамику снижения уровня, минерализацию, максимально возможное понижение, допустимое соотношение динамических уровней между смежными горизонтами, максимальные и минимальные водоотборы из скважин, и т. д., что делает задачу многовариантной. Здесь невозможно обойтись без математической модели объекта, на которой «проигрываются» возможные варианты эксплуатации на некоторую перспективу. Под объектом следует понимать его математическую модель. Обратная связь осуществляется через блок измерения, который в данном случае представляет собой

систему наблюдательных скважин, по которым производится систематический комплекс наблюдений (измерение уровня, температуры, минерализации и т. д.). В блоке сравнения происходит сопоставление допустимых и фактических параметров в точках соответствующих расположению наблюдательных скважин, и эта информация поступает на регулятор, обеспечивающий выработку такого режима работы объекта, при котором отклонения от заданных режимов будут минимальны.

Вопросам верификации моделей стали уделять повышенное внимание после массового внедрения компьютерной техники и повсеместного перехода к математическому моделированию, однако разработано оно недостаточно полно. К настоящему моменту имеются лишь общие рекомендации и развитие этого направления задача весьма своевременная и актуальная.

Малков А.В. и Першин И.М. [6] в своём исследовании решают задачи совершенствования теоретических основ управления природными геологическими объектами в условиях интенсивного техногенного воздействия, повышение точности и оперативности процессами эксплуатации, обоснование условий разработки при минимальной экологической нагрузке.

Ряд современных исследований посвящен моделированию гидrolитосферных процессов в регионе Кавказских Минеральных Вод. Так, например, Атрошенко О.И. в диссертационном исследовании [1] выполняет аналитическое конструирование законов управления уровнем водоносного горизонта на Центральном участке Кисловодского месторождения минеральных вод «Нарзан». Цаплева В.В. в диссертационном исследовании [7] рассматривает задачи системного анализа гидrolитосферных процессов региона города Лермонтова и реализует компьютерное моделирование прогнозных моделей развития этих процессов.

Таким образом, создание системы управления гидrolитосферными процессами связано со следующими аспектами.

1. Построение математической модели объекта, разработка методов верификации.
2. Обоснование целевой функции, системы ограничений.
3. Построение регулятора (регуляторов) объекта и методов управления.

В результате анализа изученности проблемы моделирования гидrolитосферных процессов региона можно прийти к выводу, что несмотря на актуальность темы, задачи моделирования решаются лишь частично для отдельных участков, поскольку моделирование

всего региона КМВ представляется крупномасштабной задачей, требующей больших вычислительных ресурсов. Поэтому следующим этапом в изучении задач моделирования представляется построение математической и компьютерной модели региона КМВ в целом, что позволит строить регуляторы для управления процессом водозабора крупного гидрогеологического объекта.

Список литературы:

1. Атрощенко О.И. Синергетический синтез систем управления гидrolитосферными процессами: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Пят. гос. тех. университет, Пятигорск, 2008.
2. Васильев В.В., Гензель Г.Н., Карачевцев Н.Ф. и др. Прогноз на ЭВМ изменения гидрогеологических условий при разработке месторождений полезных ископаемых. // Тез. докл. I Всесоюзн. съезда инж.-геол., гидрогеол. и геокриол. Киев, Наукова думка, 1988. — С. 21—22.
3. Гидрогеологические расчеты на ЭВМ / Под ред. Штенгелова Р.С. М.: Изд.-во МГУ, 1994. — 336 с.
4. Жернов И.Е., Шестаков В.М. Моделирование фильтрации подземных вод. М.: Недра, 1971, — 223 с.
5. Ломакин Е.А., Мироненко В.А., Шестаков В.М. Численное моделирование геофильтрации. М.: Недра, 1988. — 228 с.
6. Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидrolитосферными процессами М.: Научный мир, 2008. — 257 с.
7. Цаплева В.В. Системный анализ гидrolитосферных процессов региона г. Лермонтова: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Пят. гос. тех. университет, Пятигорск, 2012.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ИСХОДНОГО КОДА ПРОГРАММ,
РЕАЛИЗУЮЩИХ МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Дадоян Карине Араиковна

*студент 2 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: poreye125544@mail.ru*

Джамалов Адиль Чубанович

*студент 3 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Пирмагомедов Олег Владимирович

*студент 3 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Тимченко Ольга Викторовна

*канд. экон. наук, кафедры физико-математических наук
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

**OPTIMIZATION OF THE SOURCE CODE
THAT IMPLEMENTS THE MODELS
OF PHYSICAL PROCESSES IN A COMPLEX OBJECT**

Dadoyan Karine

*2nd year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Jamalov Adil

*3-year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Pirmagomedov Oleg

*3-year student, Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Timchenko Olga

*research manager, PhD. ehkon. Sciences, Department of Physics-
Mathematical Sciences North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены методы оценки производительности программного кода, предложен способ его оптимизации. Это позволяет увеличить скорость вычислений, что очень актуально для моделирования сложных физических и технических процессов и систем.

ABSTRACT

This article describes the methods for evaluating the performance of code, provides a method for optimization. This can speed up the calculations, which is very important for modeling complex physical and technical processes and systems.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование; оптимизация кода программы; граничные условия; математическая модель; многопоточное приложение.

Keywords: Computer simulation; code optimization program; boundary conditions; mathematical model; multi-threaded application.

В ходе решения задач моделирования сложных физических и технических процессов специалисты сталкиваются с проблемами ограниченности ресурсов ЭВМ. Программы, реализующие сложные модели, требуют значительных затрат компьютерного времени для вычислений, иногда мощности компьютеров не хватает для их реализации и приходится прибегать к упрощению моделей, что, безусловно, негативно сказывается на результатах, снижая точность расчетов. Для решения этой проблемы можно оптимизировать структуру программы с целью повышения скорости вычислений.

Для оптимизации приложения можно выделить два основных направления: оптимизация алгоритма вычислений и снижение расходов процессорного времени на выполнение побочных задач.

Перед началом оптимизации кода, в первую очередь следует найти узкие места в программе, расходующее наибольшее количество вычислительных ресурсов (процессорного времени, оперативной памяти). Для нахождения таких узких мест применяются специализированные программы — профайлеры. К сожалению, в среде разработки Delphi нет встроенного приложения для этой задачи, поэтому мы используем бесплатную программу Sampling Profiler для нахождения проблемных мест в коде и функцию `GetTickCount` для вычисления скорости работы кода.

Функция `GetTickCount` возвращает количество миллисекунд с момента загрузки Windows. Погрешность измерения составляет 1 %. Для получения достоверных данных мы используем среднее значение из выборки в 30 результатов [1].

Пример тестового кода приведен на рисунке 1.

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  t1:int64;
  n,i:byte;

begin
  //начало замера

  t1:=GetTickCount;
  For n:=1 to 30 do
    begin
      //тестируемый код
      for i:=1 to 100 do
        sleep(2);
      //тестируемый код
    end;
  t1:=(GetTickCount-t1);
  Memo1.Lines.Add(inttostr(t1 div 30));
end;
```

Рисунок 1. Код для оценки скорости работы программы

Пример выполнения этой программы приведен на рисунке 2.

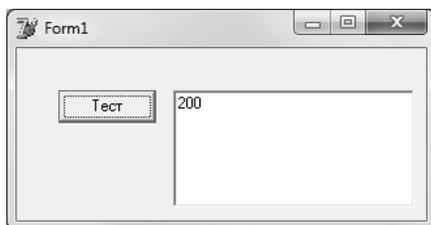


Рисунок 2. Результат выполнения тестового кода

Программа выводит верный результат и может использоваться для оценки скорости работы реального приложения.

В настройках линковщика среды Delphi следует включить добавление отладочной информации TD32, она необходима профайлеру для корректной работы (рисунок 3).

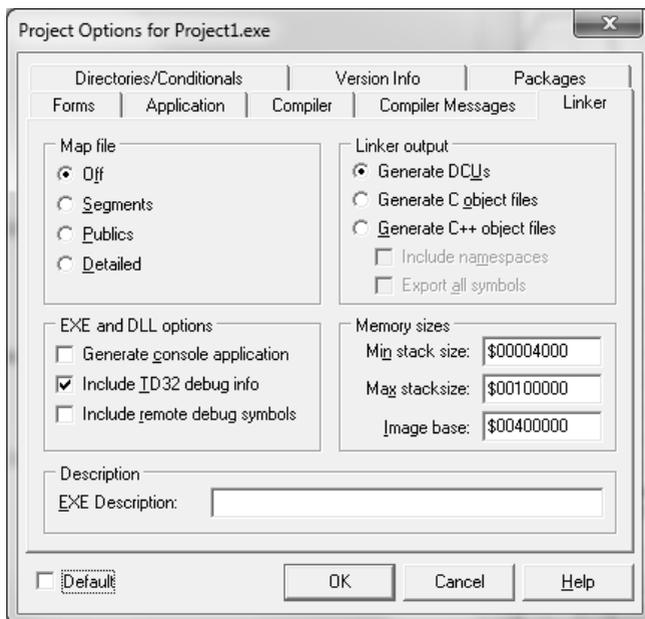


Рисунок 3. Настройка линковщика в среде Delphi

В качестве примера оптимизации кода мы разберем простую программу для моделирования тепловых процессов протекающих в какой-либо среде. Часть кода приведена ниже.

```

for time := 1 to 5000 do begin
for i:=2 to 21 do
for j := 2 to 51 do
for k := 14 downto 2 do
dT1[i,j,k]:=a4*dtau*(((T1[i-1,j,k]
2*t1[i,j,k]+t1[i+1,j,k])/sqr(dX))+((T1[i,j-1,k]-2*t1[i,j,k]+
t1[i,j+1,k])/sqr(dY))+((t1[i,j,k+1]-2*t1[i,j,k]+t1[i,j,k-1])/sqr(dZ)));
Series1.AddXY((time) div 4,T1[11,5,5]);
Memo1.Lines.Add(FloatToStr(t1[11,5,5]));
Application.ProcessMessages;
end;

```

Настроим параметры профайлера для оценки скорости работы программы. Эти настройки приведены на рисунке 4.

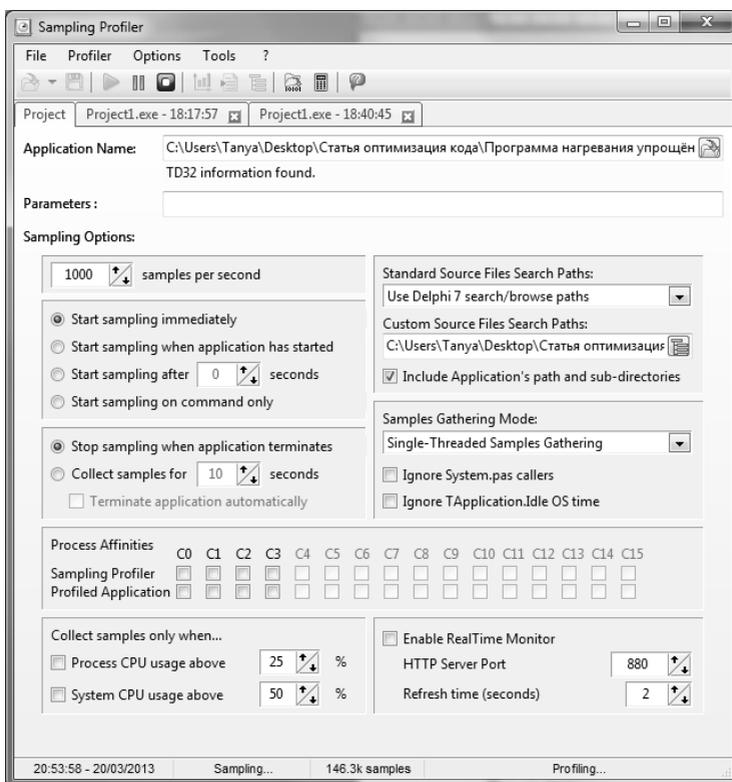
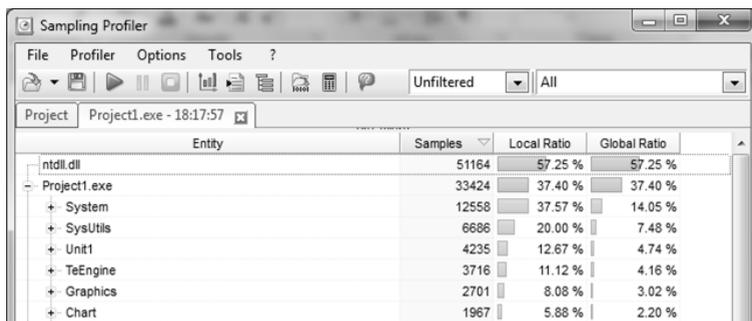


Рисунок 4. Настройки главного окна профайлера

Запустим программу в профайлере. На рисунке 5 показан результат оценки скорости работы отдельных модулей программы.



Entity	Samples	Local Ratio	Global Ratio
ntdll.dll	51164	57.25 %	57.25 %
Project1.exe	33424	37.40 %	37.40 %
+ System	12558	37.57 %	14.05 %
+ SysUtils	6686	20.00 %	7.48 %
+ Unit1	4235	12.67 %	4.74 %
+ TeEngine	3716	11.12 %	4.16 %
+ Graphics	2701	8.08 %	3.02 %
+ Chart	1967	5.88 %	2.20 %

Рисунок 5. Результаты работы профайлера

Время на одну итерацию составило 11 мс. Общее время выполнения программы 55 секунд.

Как видно из отчета, на вычисления расходуется лишь 12,67 % времени, все остальное уходит на вывод данных в мемо и chart.

Как это можно исправить? [2].

В первую очередь можно отключить вызов функции Application.ProcessMessages, позволяющей наблюдать за построением графика в реальном времени. В результате, график будет виден только после завершения вычислений. Это не всегда удобно, но в случае с программами, выполняющими моделирование, такой шаг зачастую оправдан. В результате использования такого простого приема, время выполнения одной итерации снизилось до 2 миллисекунд, что дает нам прирост производительности в 5,5 раз.

Для отделения вычислительной части программы от её интерфейса существуют можно использовать многопоточные вычисления.

Поскольку метод конечных разностей, используемый в нашей программе, на каждой новой итерации использует ранее вычисленное состояние объекта, мы не можем использовать более одного потока для вычислений.

Для вынесения вычислительно модуля в отдельный поток, мы используем стандартный объект Delphi Thread Object. В процедуру Execute нового потока мы переносим код нашей вычислительной процедуры, за исключением тех команд которые отвечают за взаимодействие с пользовательским интерфейсом. К сожалению, из контекста потока невозможно непосредственно взаимодействовать с VCL формами, поэтому обновление данных формы осуществляется через

встроенную процедуру Synchronize параметром которой мы указываем процедуру выводящую результаты вычислений в компоненты Tmemo и TChart главного окна программы. Результат выполнения программы, реализующей вычисления в потоках, приведен на рисунке 6 [3].

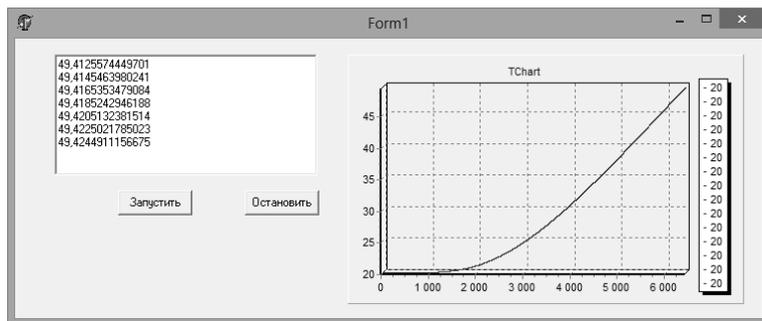


Рисунок 6. Результат выполнения программы

Скорость вычислений составила от 1 до 2 миллисекунд на одну итерацию, в зависимости от общей загруженности ядер процессора и приоритета создаваемого потока. Наилучшая производительность наблюдалась при создании потока с приоритетом Tphighest(Высокий).

Плюсы использования потоков в приложениях:

- Интерфейс программы не зависит от вычислений. Не происходит «зависания» программы.
- Легко реализуется возможность остановки вычислений.
- Высокая производительность.
- Легко регулировать приоритет потока.

Минусы применения потоков:

- Сложность разработки и отладки программного кода [4].
- Сложность взаимодействия потоков программы при доступе к общим ресурсам (например к открытым файлам, ячейкам памяти и др.).

Таким образом, внося некоторые изменения в структуру программы, мы получаем экономию времени выполнения приложения в 11 раз по сравнению с первоначальным вариантом. При этом алгоритм вычислений не изменяется. Это позволяет обрабатывать большие объемы данных с сохранением точности моделирования. В дальнейшем для оптимизации программ такого рода можно попытаться оптимизировать алгоритм вычислений с учетом архитектуры

процессора. Это позволит в ещё большей степени увеличить производительность программы [5].

Список литературы:

1. Взаимодействующие последовательные процессы / И. Хоар / М: Мир 1989 г.
2. Котов В.Е. Алгебра регулярных сетей Петри. // Кибернетика, — 1980, — № 5, — с. 10—18.
3. Котов В.Е. Сети Петри. -М.: Наука, 1984. — 160 с.
4. Параллельные вычислительные системы / Б.А. Головкин / М: Наука 1980 г.
5. Распределённые и управляющие вычислительные системы / М: Наука 1987.

ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА С ГИРОСКОПИЧЕСКИМ ГАСИТЕЛЕМ

Сафина Гульнара Фриловна

*канд. физ.-мат. наук, доцент Нефтекамского филиала БашГУ,
РФ, г. Нефтекамск
E-mail: safinagf@mail.ru*

PROBLEM OF DETERMINATION OF FREQUENCIES OF FREE FLUCTUATIONS OF THE ROTOR WITH THE GYROSCOPIC QUENCHER

Gulnara Safina

*candidate of physical.-a mat. sciences,
associate professor of Neftekamsk branch of BashGU,
Russia, Neftekamsk*

АННОТАЦИЯ

В работе исследована прямая задача определения частот свободных колебаний ротора с гироскопическим гасителем. Получено частотное уравнение свободных колебаний ротора с гасителем. Показан пример определения частот четырех нормальных форм колебаний ротора.

ABSTRACT

In work the direct problem of determination of frequencies of free fluctuations of a rotor with a gyroscopic quencher is investigated. The frequency equation of free fluctuations of a rotor with a quencher is received. The example of determination of frequencies of four normal forms of fluctuations of a rotor is shown.

Ключевые слова: прямая задача; ротор с гироскопическим гасителем; частоты свободных колебаний; частотное уравнение.

Keywords: direct task; a rotor with a gyroscopic quencher; frequencies of free fluctuations; frequency equation.

Рассмотренная задача определения частот свободных колебаний ротора с гироскопическим гасителем относится к исследованиям спектральных задач свободных колебаний механических систем и их составляющих. Подобные исследования с валами с дисками, валами на опорах, жестким ротором на податливых подшипниках, лопатками турбины с бандажом проведены, например, в работах [2]—[4]. В данной же работе рассматриваются свободные колебания ротора с гироскопическим виброгасителем.

Известно, что колебания могут непосредственно угрожать прочности механической системы, постепенно подготавливая ее усталостное разрушение. В таких случаях исследования в спектральных задачах свободных колебаний механических систем могут указать пути для уменьшения вредных колебаний.

Рассмотрим свободные колебания, возникающие при вращении вала [1] с инструментальной оправкой и гироскопическим виброгасителем (рисунок 1). Действие виброгасителя основано на гироскопическом эффекте, возникающем при перемещении оси вращения z_0 вала оправки 1 вследствие ее свободных или вынужденных колебаний в положение z .

За обобщенные координаты примем координаты точки C ($x_c = x, y_c = y$) и угловые координаты — углы Эйлера-Крылова: α — угол между осью вала z и проекцией на плоскость $y_1 z_1$; β — угол между осью вала z и проекцией на плоскость $x_1 z_1$.

Уравнения колебательного процесса такой механической системы получим энергетическим методом с помощью уравнений Лагранжа, которые примут вид:

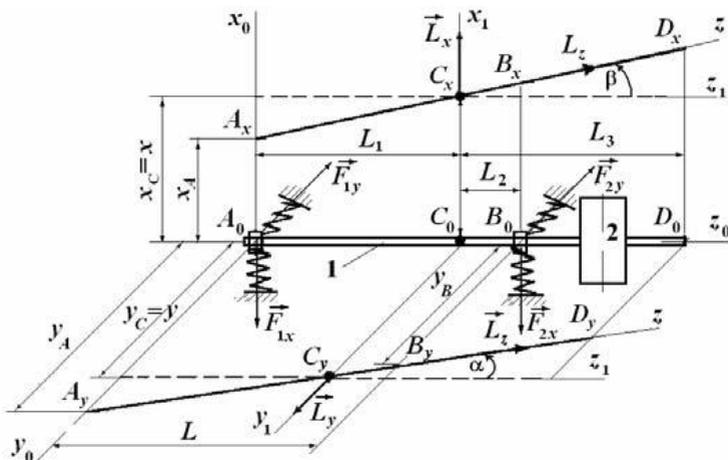


Рисунок 1. Схема упругого подвеса оправки с виброгасителем;
1 — вал оправки (ротор), 2 — маховик с приводом

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{\partial \Pi}{\partial x} = 0; & \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{y}} - \frac{\partial T}{\partial y} - \frac{\partial \Pi}{\partial y} = 0; \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} - \frac{\partial T}{\partial \alpha} - \frac{\partial \Pi}{\partial \alpha} = 0; & \quad \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\beta}} - \frac{\partial T}{\partial \beta} - \frac{\partial \Pi}{\partial \beta} = 0 \end{aligned} \right\}. \quad (1)$$

Здесь T и Π — функции кинетической и потенциальной энергии ротора. Абсолютную угловую скорость ротора и ее проекции на оси x , y , z представим в виде:

$$\left. \begin{aligned} \omega_x &= \alpha \cos \beta \cos \gamma + \beta \sin \gamma; \\ \omega_y &= -\alpha \cos \beta \sin \gamma + \beta \cos \gamma; \\ \omega_z &= \gamma + \alpha \sin \beta, \\ \omega &= \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = \alpha + \beta + \gamma \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где: $\omega_1 = \alpha$; $\omega_2 = \beta$; $\omega_3 = \gamma = \omega$; α , β , γ — углы Эйлера-Крылова, характеризующие повороты ротора соответственно вокруг C_x , C_y и C_z , связанные с вращающимся ротором.

На основании теоремы Кенинга и с учетом (2) функции кинетической и потенциальной энергии ротора примут вид:

$$\begin{aligned}
T &= \frac{1}{2} \left[m(\dot{x}_C^2 + \dot{y}_C^2) + J_x \omega_x^2 + J_y \omega_y^2 + J_z \omega_z^2 \right] = \frac{1}{2} m(\dot{x}_C^2 + \dot{y}_C^2) + \\
&+ \frac{1}{2} J_z u^2 (\omega^2 + 2\omega\beta\dot{\alpha}) + \frac{1}{2} J_e (\dot{\alpha}^2 + \dot{\beta}^2), \\
\Pi &= \frac{c_1 (x_A^2 + y_A^2)}{2} + \frac{c_2 (x_B^2 + y_B^2)}{2} = \frac{c_1}{2} \left[(x - L_1 \beta)^2 + (y + L_1 \alpha)^2 \right] + \\
&+ \frac{c_2}{2} \left[(x + L_2 \beta)^2 + (y - L_2 \alpha)^2 \right].
\end{aligned} \tag{3}$$

В последних равенствах (3): m , $J_e = J_x = J_y$, J_z — масса и главные центральные моменты инерции ротора; c_1 и c_2 — коэффициенты жесткости упругих опор A_0 и B_0 ротора; L — расстояние между опорами A_0 и B_0 , L_1 — расстояние от центра масс C_0 до опоры A_0 , L_2 — расстояние от центра масс C_0 до опоры B_0 ; $\dot{\gamma} = \omega$ — угловая скорость собственного вращения ротора вокруг оси z .

Подставляя выражения функций кинетической и потенциальной энергии ротора и их производных в систему уравнений (1) получим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned}
m\ddot{x} + (c_1 + c_2)x - (c_1 L_1 - c_2 L_2)\beta &= 0; \\
m\ddot{y} + (c_1 + c_2)y + (c_1 L_1 - c_2 L_2)\alpha &= 0; \\
J_e \ddot{\alpha} + J_z u^2 \omega \dot{\beta} + (c_1 L_1^2 + c_2 L_2^2)\alpha + (c_1 L_1 - c_2 L_2)y &= 0; \\
J_e \ddot{\beta} - J_z u^2 \omega \dot{\alpha} + (c_1 L_1^2 + c_2 L_2^2)\beta - (c_1 L_1 - c_2 L_2)x &= 0
\end{aligned} \right\}. \tag{4}$$

Уравнения системы (4) полностью описывают свободные колебания ротора с гироскопическим виброгасителем.

Учтем теперь, что ротор с виброгасителем совершает свободные гармонические колебания и примем решения системы (4) в виде:

$$\begin{aligned}
x &= M_1 \sin(pt + \phi), \quad y = M_2 \cos(pt + \phi), \\
\alpha &= M_3 \cos(pt + \phi), \quad \beta = M_4 \sin(pt + \phi),
\end{aligned}$$

где: p — частота,

M_1, M_2, M_3, M_4 — амплитуды свободных колебаний ротора. Подставляя решения и их производные в систему уравнений (4) получим следующую систему алгебраических уравнений относительно амплитуд:

$$\begin{cases} (c_1 + c_2 - mp^2)A - (c_1L_1 - c_2L_2)D = 0; \\ (c_1 + c_2 - mp^2)B + (c_1L_1 - c_2L_2)C = 0; \\ (c_1L_1^2 + c_2L_2^2 - J_e p^2)C + (c_1L_1 - c_2L_2)B + J_z u^2 \omega p D = 0; \\ (c_1L_1^2 + c_2L_2^2 - J_e p^2)D - (c_1L_1 - c_2L_2)A + J_z u^2 \omega p C = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Система уравнений (5) будет иметь ненулевое решение относительно M_1, M_2, M_3, M_4 в случае нулевого определителя этой системы. Приравняв определитель системы (5) к нулю, получим частотное уравнение:

$$Ap^8 + Bp^6 + Cp^4 + Dp^2 + E = 0 \quad (6)$$

в котором коэффициенты A, B, C, D, E выражаются через физические параметры системы:

$$\begin{aligned} A &= J_e^2 m^2; \\ B &= -2c_2 m J_e^2 - m^2 J_z^2 \omega^2 u^4 - 2c_1 m J_e^2 - 2m^2 c_1 L_1^2 J_e - 2m^2 c_2 L_2^2 J_e; \\ C &= 2c_1 m J_z^2 \omega^2 u^4 + 2c_2 m J_z^2 \omega^2 u^4 + 4c_1 m c_2 L_2^2 J_e + c_1^2 J_e^2 + \\ &+ 2c_1 c_2 J_e^2 + m^2 c_2^2 L_2^4 + 4m c_1 L_1 c_2 L_2 J_e + c_2^2 J_e^2 + 2m c_1^2 L_1^2 J_e + \\ &+ 2m c_2^2 L_2^2 J_e + 2m^2 c_1 L_1^2 c_2 L_2 + 4c_2 m c_1 L_1^2 J_e + m^2 c_1^2 L_1^4; \\ D &= -2c_1 c_2^2 L_2^2 J_e - 2c_1^2 c_2 L_2^2 J_e - 2c_2 m c_1^2 L_1^4 - 2c_2 c_1^2 L_1^2 J_e - \\ &- c_2^2 J_z^2 \omega^2 u^4 - 2m c_1^2 L_1^2 c_2 L_2^2 - 4c_1^2 L_1 c_2 L_2 J_e - 2c_2^2 c_1 L_1^2 J_e - \\ &- 2c_1 m c_2^2 L_2^4 - 2m c_1 L_1^2 c_2^2 L_2^2 - c_1^2 J_z^2 \omega^2 u^4 - 2c_1 c_2 J_z^2 \omega^2 u^4 - \\ &- 4c_1 L_1 c_2^2 L_2 J_e - 4m c_1 L_1 c_2^2 L_2^3 - 4m c_1^2 L_1^3 c_2 L_2; \\ E &= 4c_1^2 L_1 c_2^2 L_2^3 + c_2^2 c_1^2 L_1^4 + 4c_1^2 L_1^3 c_2^2 L_2 + c_1^2 c_2^2 L_2^4 + 6c_1^2 L_1^2 c_2^2 L_2^2. \end{aligned}$$

Из частотного уравнения (6) при известных физических параметрах ротора с виброгасителем можно определить частоты четырех нормальных форм колебаний ротора.

Решение прямой задачи рассмотрим на примере. Определим собственные частоты колебаний ротора виброгасителем, для которого известны следующие физические параметры [1]:

$$m = 7,5 \text{ кг}; L_1 = 0,48 \text{ м}; L_2 = 0,02 \text{ м}; c_1 = c_2 = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

$$J_e = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; J_z = 0,031 \text{ кг} \cdot \text{м}^2; u = 1 \dots 10; \omega = 10000 \text{ с}^{-1}.$$

Частотное уравнение (7) после подстановки в него заданных физических параметров принимает вид:

$$126,56 \cdot p^8 - 3,911 \cdot 10^9 \cdot p^6 + 9,7095 \cdot 10^{15} \cdot p^4 - 6,3019 \cdot 10^{21} \cdot p^2 + 3,906 \cdot 10^{25} = 0.$$

Решение последнего уравнения, найденное с помощью ЭВМ, следующее:

$$\pm 79,112, \pm 1115,535, \pm 1184,466, \pm 5314,709.$$

Следовательно, частоты колебаний ротора:

$$p_1 = 79,112 \text{ с}^{-1}, p_2 = 1115,535 \text{ с}^{-1},$$

$$p_3 = 1184,466 \text{ с}^{-1}, p_4 = 5314,709 \text{ с}^{-1}.$$

Список литературы:

1. Лапин А.Д. Резонансный поглотитель изгибных волн в стержнях и пластинах // Акустический журнал. — 2002. — № 2. — С. 277—280.
2. Сафина Г.Ф., Иванова Е.А. Диагностирование жесткостей опор ротора по частотам его свободных колебаний. // Физическое образование в вузах. — Т. 20. — № 1С. — 2014. — С. 33.
3. Сафина Г.Ф. Акустическое диагностирование характеристик лопаток турбины, связанных бандажом // Контроль. Диагностика — 2014. — № 7. — С. 64—72.
4. Сафина Г.Ф. Акустическое диагностирование механических систем. Ч. 1. Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. — 109 с.
5. Сафина Г.Ф. Акустическое диагностирование механических систем: монография. В 2 ч. Ч. 2 Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. — 110 с.

2.5. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ДЕЛОВОЙ РАЗВЕДКИ

Дадоян Карине Араиковна

*студент 2 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск
E-mail: poreye125544@mail.ru*

Джамалов Адиль Чубанович

*студент 3 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Пирмагомедов Олег Владимирович

*студент 3 курса, инженерного факультета,
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

Ткаченко Роман Михалович

*канд. Физ.-мат. наук, кафедры физико-математических наук
Северо-Кавказский федеральный университет, филиал,
РФ, г. Пятигорск*

FEATURES OF A BUSINESS INTELLIGENCE

Dadoyan Karine

*2nd year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Jamalov Adil

*3-year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Pirmagomedov Oleg

*3-year student , Faculty of Engineering,
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

Tkachenko Roman

*research manager, PhD. Physical and mathematical. Sciences,
the Department of Physical and Mathematical Sciences
North-Caucasus Federal University, branch,
Russia, Pyatigorsk*

АННОТАЦИЯ

Своевременность и достоверность информации имеют существенное значение для благополучного и удачного ведения бизнеса. Одним из наиболее важных направлений приобретения информации в интересах фирмы является деятельность деловой разведки.

ABSTRACT

Timeliness and accuracy of information are essential for a prosperous and successful business. One of the most important acquisition of information in the interests of the company is the work of business intelligence.

Ключевые слова: деловая разведка; информация; достоверность; легитимность; принятие управленческого решения.

Keywords: business intelligence; information; credibility; legitimacy; management decision-making.

В современном обществе, когда конкурентоспособность предприятия выходит на первый план, большое значение приобретает такой термин как «деловая разведка».

Деловая разведка — это постоянный процесс сбора, обработки, оценки и накопления данных, их анализа с целью принятия оптимальных решений [1].

Для того, чтобы прийти к одинаковому пониманию задачи необходимо знать или хотя бы представлять, какие именно обстоятельства могут оказать наиболее значительное действие на объект, который исследуется в настоящее время.

Можно выделить несколько этапов по проведению деловой разведки:

1. Сбор данных по интересующему объекту и преобразование их в информацию;
2. Упорядочивание данных;
3. Синтез и хранение упорядоченной информации;
4. Анализ полученных сведений;
5. Стадия принятия управленческого решения.

Для того, чтобы получить интересующие заказчика данные, необходимо собрать любую информацию, касающуюся объекта исследования, а затем ее отфильтровать. В приобретении важной информации значительную роль играют открытые источники информации. Предполагается, что около 90 % информации, обрабатываемой деловой разведкой, приобретается из доступных открытых источников [3].

Глобальная сеть Интернет дает большое количество информации о фирме, товаре и даже о человеке. Любой человек может посетить сайт фирмы, тем самым ознакомиться с новинками продаваемого товара; услугами, предоставляемыми компанией; контактными телефонами и адресами фирмы; отзывами посетителей сайта и т. п. Тем самым можно получить информацию о стратегии фирмы-конкурента.

Конкуренты всегда находятся в курсе событий, происходящих на рынке. Поэтому необходимо знать их и своевременно собирать информацию о них. При изучении конкурентов аналитики должны владеть методикой анализа конкурентной среды. Для этого необходимо проводить формализованное описание конкурентов по списку критериев (свойств). Выбор критериев для описания конкурентов определяется заказчиком с учетом особенностей бизнеса. Полученные критериальные оценки бизнеса позволяют сопоставить результаты деятельности конкурентов по отдельным важнейшим направлениям их деятельности. Такие действия называются бенчмаркингом.

Бенчмаркинг — это сравнение и сопоставление конкурентных преимуществ [3]. Тем не менее, он подразумевает не только сопоставление, но и исследование успешного опыта других. Для того, чтобы завладеть лидирующим положением, необходимо определить те элементы деятельности, по которым конкуренты превосходят вашу фирму.

Система массовой информации также может являться источником информации, из которого можно обнаружить некоторые частицы полезных сведений о конкуренте, например, в неосторожном интервью или необдуманном комментарии. Даже рекламные объявления или перечень опубликованных вакансий способны навести на мысли о предполагаемых действиях и процедурах ведения бизнеса.

Также для деловой разведки немаловажен такой анализ как SWOT-анализ. Он предполагает обнаружение внутренних сильных и слабых сторон компании, а также внешних возможностей и угроз, и определение отношений между ними.

Все перечисленные способы направлены не только на исследование опыта работы конкурентов, но и на обнаружение их слабых сторон для улучшения собственного состояния дел на фирме. Любые успешные компании могут иметь уязвимость в своей деятельности.

Данную методику ведения деловой разведки можно назвать сосредоточенной. Графически ее можно представить следующим образом:

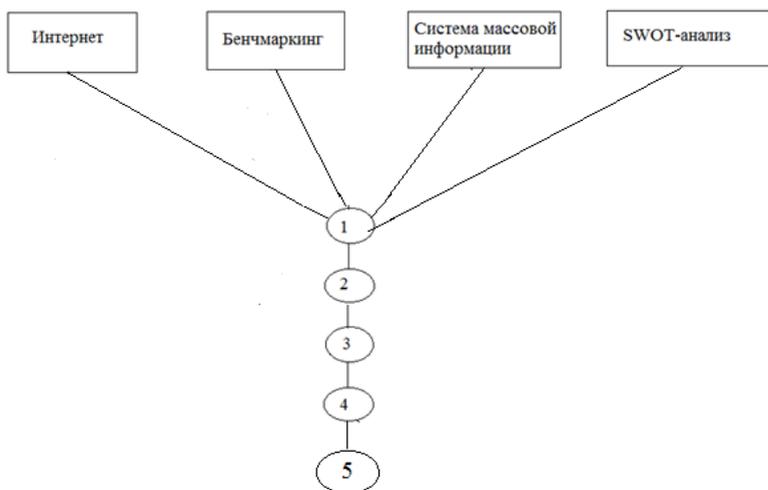


Рисунок 1. Схема сосредоточенной методики

Цифрами обозначаются этапы ведения деловой разведки, представленные выше.

Существующая методика не учитывает всех нюансов, так как работает с уже синтезированной информацией, полученной с различных источников. В ряде случаев те особенности, которые могут быть

упущены в данной методике, могут являться одной из важных целей, устанавливаемых на начальных этапах деловой разведки.

Лучшим способом для рассмотрения всех нюансов разведки является использование распределенной методики на стадии принятия управленческих решений.

Существуют некоторые различия между распределенной и сосредоточенной методиками.

В сосредоточенной методике обрабатывается информация, полученная из всех источников, тем самым классифицируя информацию на этапе упорядочивания данных. В виду обработки большого количества информации тяжело заметить незначительные нюансы, полученные при проведении деловой разведки.

В распределенной методике обработка информации происходит на каждом объекте, из которого извлекается информация по средствам деловой разведки.

Принцип работы распределенной методики состоит в том, что на каждом этапе проведения деловой разведки источники информации рассматривается отдельно и досконально. Затем каждый источник проходит все стадии деловой разведки. После чего все полученные данные об объекте объединяются в одно целое. Схема распределенной методики представлена на рис. 2.

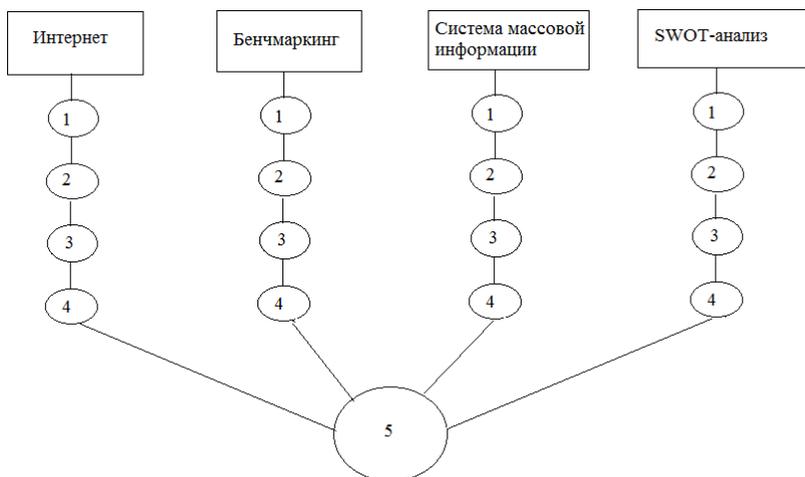


Рисунок 2. Схема распределенной методики

Цифрами на схеме отмечены этапы ведения деловой разведки, которые представлены выше.

Данная методика предусматривает максимально детализированный процесс исследования полученной информации от проведенной деловой разведки. Таким образом, анализ, проводимый на каждом объекте из которого извлекается информация, будет рассматривать полную картину всех деталей исследуемого объекта. Отсюда можно сделать вывод, что упорядочивание и синтез полученной информации совокупно используемых информационных объектов является не рентабельным, если смысл проведения деловой разведки заключается в выявлении всех тонкостей скрытности конкурентов.

Для более скрупулезного исследования информации, полученного в ходе деловой разведки, следует использовать распределенную методику. Она является наиболее эффективной на стадии принятия управленческих решений.

Информация, предоставляемая отделом деловой разведки, должна дать возможность предсказывать действия предприятий конкурентов. Также нельзя забывать о том, что предоставленная информация подлежит постоянному переосвидетельствованию в динамике ее формирования с учетом не стабильности конкурентной среды.

Если рассматривать безопасность предприятия в сфере проведения мероприятий деловой разведки, то сотрудник организации не должен разглашать информацию об оптовых ценах на товар, его количестве, составе, свойствах, сроках хранения и другое.

Деловая разведка позволяет предугадать перспективы развития на будущее и предлагает планы определенных действий для достижения назначенных целей. Она не только представляет подлинную расстановку масс на рынке и устройства рассогласованности на нем. Деловая разведка даёт предсказания, оценивает сценарии и вероятные результаты тех или иных тактических и стратегических решений. Не вторгаясь в ход принятия решений, и не заменяя его, деловая разведка в большей степени упрощает этот процесс, разрешает делегировать принятие решений на более низкие уровни.

Деятельность деловой разведки основана на применении только законных источников информации. Это и является одной из особенностей ведения деловой разведки. Но в настоящее время наибольший интерес и в какой-то степени опасность для предпринимателей выступает приобретение, применение, разглашение производственной, научно-технической, или торговой информации, в том числе коммерческой тайны, без согласия ее обладателя, то есть некоторые формы того, что в просторечии называется промышленным

шпионажем [2]. Главное отличие шпионажа от деловой разведки заключается в следующем: внедрение агентов и использование для приобретения знаний технических средств в рамках деловой разведки, как правило, не используются. Если провести сопоставительный анализ деловой разведки и промышленного шпионажа, то можно сделать вывод о том, что деловая разведка в меньшей мере затрагивает какие-либо принудительные воздействия на человека и в целом на предприятие, что повышает авторитет компании, в которой проводится деловая разведка.

Еще одной особенностью ведения деловой разведки является следование нормам морали, характерным данному обществу при сборе деловой информации. В каждом обществе сформировались свои нормы морали, поэтому будет целесообразным для предприятия создать свой так называемый кодекс морали.

Сотрудники деловой разведки при поиске, приобретении и синтезе информации, основываются на назначенной руководством задаче, при этом используют свою интуицию и опыт с целью предоставления собственно той информации, которая напрямую связана с принятием управленческого решения.

Люди, работающие в сфере деловой разведки, не используют в своей деятельности прослушивание каналов связи, агентурное проникновение на предприятие, вытягивание из человека информации, обман с целью получения информации, все это еще раз говорит об особенностях ведения деловой разведки.

Деловая разведка очень молодая отрасль в принятии управленческих решений, которую необходимо развивать и использовать. Ведь лучше использовать легитимные источники информации, нежели незаконные. Тогда каждое предприятие, рынок и государство в целом будут менее подвержены коррупции и посягательством со стороны конкурентов.

Список литературы:

1. Легкобытов А.В. «Деловая разведка и контрразведка» М.; СПб.: Летний сад, 2001.
2. Лысов А.В., Остапенко А.Н. «Промышленный шпионаж в России: методы и средства». СПб., 2005.
3. Шарый Л.Д. «Безопасность предпринимательской деятельности» М.: «ВК», 2005.

СЕКЦИЯ 3.

ФИЗИКА

3.1. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ ПРИ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Швец Наталья Леонидовна

*преподаватель кафедры «Физика»
Тихоокеанского государственного университета,
РФ, г. Хабаровск
E-mail: nat.leon66@mail.ru*

Капустина Галина Григорьевна

*преподаватель кафедры «Физика»
Тихоокеанского государственного университета,
РФ, г. Хабаровск
E-mail: g.kapustina@mail.ru*

Леоненко Нина Николаевна

*канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
Институт горного дела ДВО РАН,
РФ, г. Хабаровск
E-mail: leonenko@igd.khv.ru*

STUDY OF BEHAVIOR IN HIGHLY CONCENTRATED BLACK SHALES ENERGY IMPACT

Natalia Shvets

*lecturer, Department of "Physics" Pacific State University,
Russia, Khabarovsk*

Kapustina Galina

*lecturer, Department of "Physics" Pacific State University,
Russia, Khabarovsk*

Leonenko Nina

*candidate of Science, Senior Research Fellow,
Mining institute Far-East branches RAS, IGD FEB RAS,
Russia, Khabarovsk*

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследован процесс воздействия лазерного излучения на графитистые черные сланцы. Вещественный состав образцов изучен с помощью электронной микроскопии. Выявлено образование агломерированных кристаллических структур металлов.

ABSTRACT

In this operation process of impact of a laser radiation on grafitisty black slates is probed. The material composition of samples is studied by means of electronic microscopy. Formation of the agglomerated crystalline structures of metals is revealed.

Ключевые слова: черные сланцы; лазерноеизлучение; агломерация; электронная микроскопия.

Keywords: black shales; laser radiation; agglomeration; electron microscopy.

Сегодня наряду с традиционными магматическими рудами представляют интерес новые крупнообъемные источники благородных и редких металлов — углеродистые осадочные породы (черные сланцы). Особенностью этих руд является полиэлементный состав. Наряду с металлами платиновой группы, концентрации которых варьируют от первых г/т до нескольких десятков г/т, в них присутствует в промышленных масштабах значительное количество других металлов (**Mo, Ni, Zn, Cu, Pb, Ag, Co, U, V, P, W, Au, Bi, Se, Te**) [1].

Однако такие объекты не достаточно изучены и поэтому пока не осваиваются. Это относится к России в целом и, в частности, — к Хабаровскому краю, где черные сланцы в значительных количествах сосредоточены в Буреинском массиве. Графитсодержащие породы Буреинского массива содержат благородные и редкие металлы в микро- и наноразмерных формах. Устойчивость к внешним воздействиям (обжиг, окисление) создает трудности в создании технологий обогащения и переработки таких руд.

В настоящее время в горнопромышленной отрасли наметилась тенденция вытеснения широко распространенных ранее химических технологий, используемых при извлечении полезных ингредиентов принципиально новыми технологиями с использованием физических воздействий. К примеру, в работах академика В.А. Чантурия с сотрудниками исследуются физические процессы воздействия потоками мощных электромагнитных импульсов [6].

Достижения современной лазерной физики широко используются и в области фундаментальных исследований, и при решении многих прикладных задач. В основе лазерной обработки материалов лежит способность лазерного излучения создавать на малом участке поверхности высокие плотности теплового потока, достаточные для нагрева, плавления или испарения практически любого материала. Это связано с термическим эффектом поглощения излучения непрозрачными твердыми телами. Исследование твердофазных термохимических быстропротекающих реакций и выявление фазовых переходов в них, представляет определенный научный интерес и может привести к созданию новых технологических решений, связанных с оптимизацией производственных технологических процессов добычи, переработки и извлечения благородных и редких металлов [4].

Цель работы состоит в экспериментальном исследовании быстропротекающих процессов и выявление фазовых переходов, происходящих при лазерной обработке минеральных сред, содержащих тонкодисперсные частицы благородных и редких металлов. Объектом данного исследования являются графитистые сланцы - минеральные среды, а именно модельные образцы подготовленные по специальной методике. Предмет исследования — процессы агломерации благородных и редких металлов, происходящие в зоне лазерного воздействия.

В экспериментальной работе использовался иттербиевый волоконный лазер ЛС-06, с длиной волны 1060 нм, непрерывного действия. Режим работы непрерывный, модуляция до 3 кГц. Спектральная ширина 10 нм. Длина волны $\lambda = 1070$ нм. Диаметр расфокусированного луча составлял 5—7 мм. После предварительных

исследований принято решение брать навеску 5 грамм. Исходная дисперсная минеральная среда в рассыпном виде помещалась в графитовые кюветы диаметром 1 см и толщиной 5 мм. Над графитовой подложкой размещалась оптическая головка, благодаря которой создавалась возможность задавать параметры расфокусированного излучения. Лазерное излучение, пройдя по иттербиевому оптоволокну, закрепленному на входе оптической головки, и через оптическую головку, размещенную вертикально и жестко закрепленную на штативе, попадало на исследуемые образцы. Воздействие лазерного излучения мощностью 400 Вт длилось 30 секунд. При плавлении исходный материал принимал форму спеков в виде крупных стекловидных агломератов черного и темно синего цвета.

Вещественный состав направленного изменения свойств образцов изучен с помощью электронной микроскопии. Образы исследованы до и после лазерной обработки. Типичные серии электронных изображений при разных увеличениях, а также данные поэлементного состава минералов, входящих в состав образцов, полученные на растровом электронном микроскопе „LEO EVO 40HV“ (Карл Цейс, Германия) с энергодисперсионным анализатором „INCA-ENERGY“.

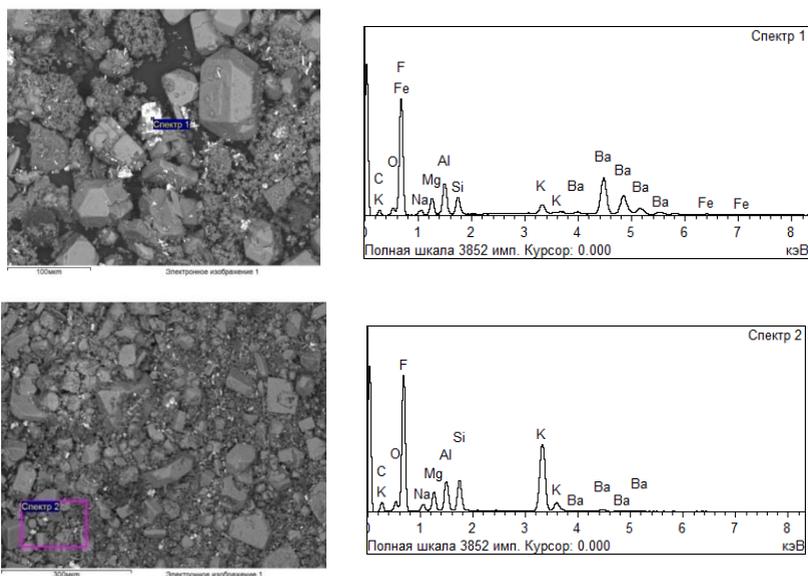


Рисунок 1. Электронные растровые изображения и элементный состав исходных образцов графитистых сланцев

Так же получены растровые изображения объектов исследования и определен элементный состав спеков, полученных при лазерной обработке мощностью 400 Вт.

Выявлено формирование агломерированных кристаллических структур золота, титана, ванадия, хрома и др. металлов (рис. 2), наличие которых не наблюдалось в исходных образцах.

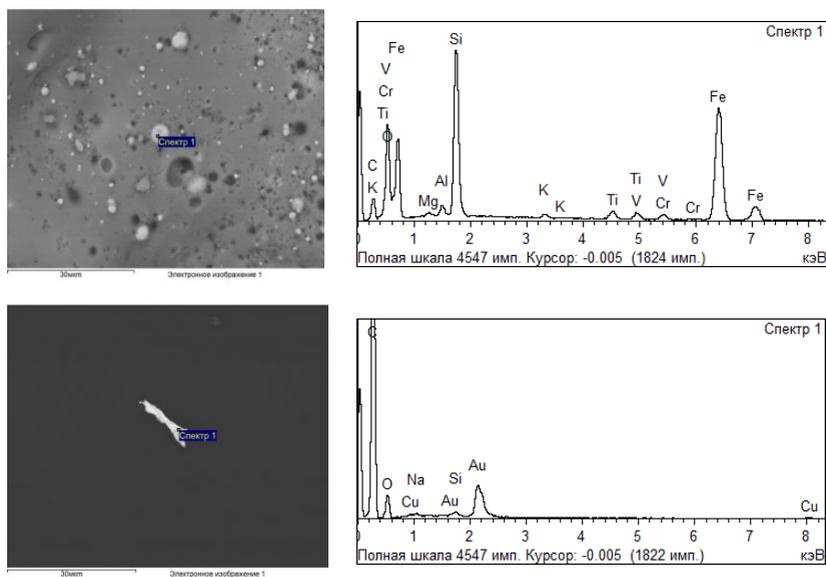


Рисунок 2. Спекы графитистого сланца при мощности излучения 400 Вт

В результате лазерного воздействия на графитистые черные сланцы зарегистрировано образование агломерированных кристаллических структур металлов (золота, титана, ванадия и др. металлов). Ранее теоретическими и экспериментальными исследованиями [2; 3; 5; 7] показана возможность укрупнения частиц различных металлов при взаимодействии лазерного излучения с магнетитами, высокоглинистыми алюмосиликатными образцами, красным щламом. Следовательно, лазерные методы представляют особый интерес в разработке иных технологий для извлечения ультрадисперсных металлов из минерального сырья.

Статья подготовлена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 13-05-00586 и комплексной

программы фундаментальных исследований Федерального агентства научных организаций 42 П ДВО РАН 12-III –А-08-179.

Список литературы:

1. Гурская Л.И. Платинометальное орудение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. — 121 с.
2. Капустина Г.Г. / Физические методы исследования воздействия лазерного излучения на ультрадисперсные минеральные среды. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2012. — № 4. — С. 385—389.
3. Капустина Г.Г., Швец Н.Л., Леоненко Н.А. Исследование нелинейных эффектов при взаимодействии лазерного излучения с горными породами и минеральными средами // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Физика. — 2013. — № 19 — С. 22—31.
4. Леоненко Н.А., Гальцов А.А., Капустина Г.Г., Швец Н.Л. Исследование фрактальных структур, образованных при высококонцентрированном энергетическом воздействии на природные минеральные объекты. // Вестник Амурского государственного университета. — 2009. — Вып. 45. — С. 30—33.
5. Леоненко Н.А., Кузьменко А.П., Силютин И.В., Рассказов И.Ю., Секисов Г.В., Гурман М.А., Капустина Г.Г., Швец Н.Л. Способ извлечения дисперсного золота из золотосодержащего высокоглинистого минерального сырья // патент на изобретение RUS 2413779 07.04.2010
6. Чантурия В.А., Гуляев Ю.В., Лунин В.Д. и др. Вскрытие упорных золотосодержащих руд при воздействии мощных электромагнитных импульсов // ДАН. — 1999. — Т. 366. — № 5. — С. 680—683.
7. Leonenko N.A., Vanina E.A., Kapustina G.G., Veselova E.M. Study of nonlinear effect about laser-induced processes of nanodispersed gold in mineral association // Advanced Materials Research. — 2013. — Т. 772. — С. 355—358.

СЕКЦИЯ 4.

БИОЛОГИЯ

4.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РАЗВИТИЕ АРБУСКУЛЯРНОЙ МИКОРИЗЫ (*GLOMUS FASCICULATUM*) В КОРНЯХ СОРГО (*SORGHUM SUDANENSE*)

Чайковская Людмила Александровна

*д-р с.-х. наук,
главный научный сотрудник Института сельского хозяйства Крыма,
РФ, Республика Крым, г. Симферополь
E-mail: ludachaika@mail.ru*

THE DEVELOPMENT OF *GLOMUS FASCICULATUM* IN ROOTS OF *SORGHUM SUDANENSE*

Ludmila Tchaikovskaya

*doctor of Agricultural Science,
Chief Research Scientist, the Crimea Institute of Agriculture,
Russia, Republic of Crimea, Simferopol*

АННОТАЦИЯ

Исследовано развитие структур *Glomus fasciculatum* в корнях сорго с целью получения инокулюма. Окраска структур арбускулярной микоризы (АМ) в корнях растений и определение частоты встречаемости микоризной инфекции проведено по методикам Крюгер и соавторов. Установлено, что насыщенность структур эндофита в корнях достигала 90 %. В коре корней сорго выявлены хорошо развитые структуры АМ: мицелий, арбускулы и везикулы. Таким образом, подобрано растение-хозяин для культивирования АМ.

ABSTRACT

The development of *Glomus fasciculatum* structures in roots of sorgo to produce inoculum is investigated. The colouring of *Glomus fasciculatum* in the roots of plants and determining the frequency of occurrence of mycorrhizal infection are carried out according to the Kruger and co-authors' methods. It is found that saturation of endophyte structures in roots reached 90%. In the cortex of sorgo roots well-developed structure of *Glomus fasciculatum* is revealed: mycelium, arbuscula and vesicles. Thus, the host plant for cultivation *Glomus fasciculatum* is chosen.

Ключевые слова: арбускулярная микориза; сорго.

Keywords: arbuscular mycorrhiza; sorgo.

Применение АМ — это один из перспективных приемов, способствующий оптимизации питания сельскохозяйственных растений и повышающий их устойчивость к стрессовым факторам. Влияние АМ на растения многогранно: оно проявляется в улучшении минерального, особенно фосфорного питания и увеличении их продуктивности, повышении интенсивности фотосинтеза и устойчивости растений к почвенным патогенам, тяжелым металлам, токсическим солям [9, с. 437; 5, с. 124].

Экологическая ниша АМ — клетки коры корней растений. В связи с этим, не смотря на повсеместное распространение эндофитов, инокуляция растений селекционными штаммами как правило эффективна, особенно на мало окультуренных почвах. Однако сложность практического применения АМ состоит в том, что они являются облигатными симбионтами. Именно это обстоятельство определяет форму инокулюма: его до сих пор получают в симбиозе с растениями. Изначально использовали почвенно-корневые смеси, насыщенные определенными эндофитами. Отсутствие технологичности ограничивало возможности применения этих смесей. Потому одновременно в разных странах проведены исследования по разработке биопрепаратов на основе АМ с использованием различных субстратов, обеспечивающих оптимальное развитие растений [1, с. 108—128; 7, с. 26; 8, с. 1264—1271]. В качестве субстрата используют торф, песок, керамзит, бетонит, перлит, вермикулит в чистом виде или в смеси. Исследователями создан также препарат на основе микоризованных корней растений, заключенных в капсулы альгината [10, с. 614—616]. Основой перечисленных биопрепаратов являются культуры эффективных АМ и растения, в корнях которых происходит размножение эндофитов. В качестве тест-объектов используют чувствительные к микоризации растения, способные формировать хорошо развитую корневую систему в течение короткого

промежутка времени. Микоризованные корни этих растений, ввиду отсутствия специфичности эндофитов, могут применяться в качестве инокулюма для различных сельскохозяйственных культур.

Цель исследования. Учитывая вышеизложенное, нами исследовано развитие структур АМ (на примере *Glomus fasciculatum*) в корнях сорго с целью получения инокулюма для микоризации растений.

Методика исследований. В качестве субстрата для выращивания растений использован простерилизованный вермикулитный песок. Вегетационные опыты проведены в теплице, растения сорго *Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf. выращивали в сосудах объемом 6 литров. Подкормку растений проводили каждые две недели с использованием раствора Прянишникова.

В качестве основы для получения инокулюма АМ использован *Glomus fasciculatum*: *G. fasciculatus* штамм Ново-Зеландский, полученный из коллекции Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии.

Вегетационные опыты проведены согласно указаниям, изложенным в методических рекомендациях [3, с.44; 4, с. 24]. В лабораторных опытах (5-кратная повторность) проведена окраска структур АМ и определена частота встречаемости (F) микоризной инфекции в корнях по методикам Крюгер и соавторов [2, с. 69—80]. Изучение развития структур АМ в корнях проведено с помощью МБС-9.

Результаты и их обсуждение. В лабораторных опытах детально изучено этапы развития структур АМ в корнях сорго. Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что в корнях молодых растений сорго (четвертая неделя культивирования) не выявлено развития структур АМ. Мицелий эндофита *G. fasciculatum* обнаружен в корнях сорго только после пяти недель культивирования растений. Частота встречаемости АМ в корнях в это время составляла 30 % (Таблица).

Таблица 1.

Насыщенность АМ (*Glomus fasciculatum*) и развитие его структур в корнях сорго в условиях вегетационных опытов

Срок культивирования	Развитие структур	F, %
четвертая неделя	не выявлено	-
шестая неделя	молодой мицелий	30
восьмая неделя	хорошо развитый мицелий, арбускулы, молодые везикулы	65
десятая неделя	хорошо развитый мицелий, арбускулы, везикулы	80
двенадцатая неделя	хорошо развитый мицелий, арбускулы, везикулы	92

В конце восьмой недели культивирования растений в коре корней сорго выявлены хорошо развитые мицелий, арбускулы и молодые везикулы; насыщенность структур АМ в коре корня составляет 65 %.

По истечению десятой недели выращивания сорго насыщенность структур эндофита в корнях достигает 80 %, на двенадцатую неделю — 92 %. В коре корней обнаружены хорошо развитые мицелий, арбускулы и сформированные везикулы.

Результаты исследований показали, что уже на седьмую неделю культивирования в корнях сорго развиваются наружный мицелий и арбускулы

G. fasciculatum. На восьмую неделю развития растений сорго в коре корней обнаружены молодые везикулы АМ (рис. 1).

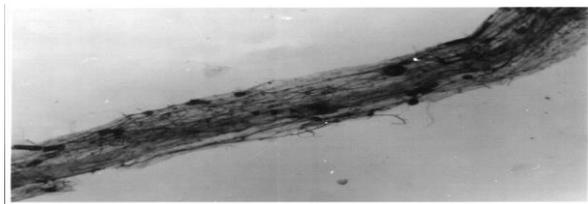


Рисунок 1. Развитие структур *Glomus fasciculatum* в корнях сорго: начало образования везикул; × 20

Позже в корешках растений появляются хорошо развитые везикулы (рис. 2).

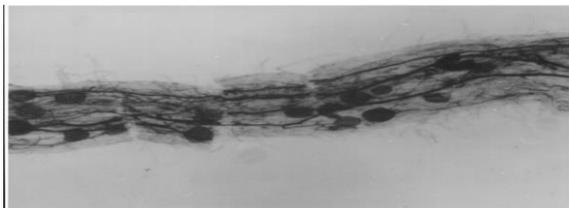


Рисунок 2. Развитие структур *Glomus fasciculatum* в корнях сорго: хорошо развитые везикулы, мицелий; × 20

В конце десятой недели культивирования сорго в корнях присутствуют хорошо развитые структуры АМ (рис. 3).

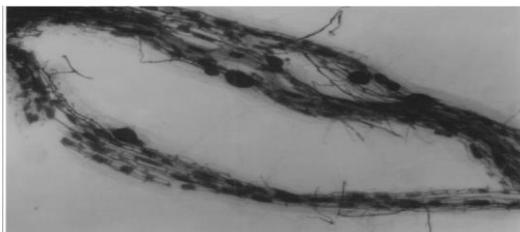


Рисунок 3. Развитие структур *Glomus fasciculatum* в корнях сорго: везикулы, арбускулы, мицелий; × 20

После завершения развития структур АМ и достижения высокой частоты встречаемости микоризной инфекции в корнях у растений срезали наземную часть и освобождали корни из вермикулита. Высушенные корни измельчали. Таким образом мы получили инокулюм на основе *Glomus fasciculatum*.

Использование полученного инокулюма в условиях полевых опытов показало, что предпосевная микоризация семян пшеницы озимой позволяет повысить зерновую продуктивность на 5—8 % при выращивании в условиях орошения на черноземе южном [6, с. 69].

Заключение. Изучение развития структур АМ (*Glomus fasciculatum*) в корнях сорго *Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf. показало, что в конце десятой недели культивирования растений насыщенность эндофита в корнях достигала 80 %, а после двенадцати недель — 92 %. В коре корней сорго выявлены хорошо развитые структуры АМ: мицелий, арбускулы и везикулы. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения сорго в качестве растения-хозяина с целью получения АМ инокулюма.

Список литературы:

1. Базилинская М.В. Биудобрения. Зарубежная информация. М: ВО Агропромиздат, 1989. — С. 108—128.
2. Крюгер Л., Селиванов И., Нозадзе Л. К методике определения обилия грибов в эндофитных микоризах и способах количественной характеристики микосимбиотрофизма в растительных ассоциациях // Ученые записки Пермского государственного педагогического института. Пермь, 1968. — С. 69—80.
3. Лабутова Н.М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов: методические рекомендации. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2000. — 23 с.

4. Методы исследования грибов, образующих с растениями микоризу арбускулярно-везикулярного типа. Под ред. Г.С. Муромцева. СПб: ВНИИСХМ, 1992. — 44 с.
5. Смит С.Э., Рид Д.Дж. Микоризный симбиоз. Пер. с 3-го англ. издания. М: Товарищество научных изданий КМК, 2012. — 776 с.
6. Chaikovskaya L. Effect of endomycorrhiza on the winter wheat productivity in the conditions of Crimea irrigated lands // Proc. 19th European Regional conference of ICID. Brno and Prague, 2001. — P. 69.
7. Dehne H.-W. Production and use of inocula of VA mycorrhizal fungi at inorganic carrier materials // 2nd Europ. Symp. on Mycorrhizae.: Abstr. Prague, 1988. — P. 26.
8. Gianinazzi S., Vosatka M. Inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi for production systems: science meets business // Canadian Journal of Botany. — 2004. — Vol. 82. — P. 1264—1271.
9. Jakobsen I., Legget M.E., Richardson A.E. Rhizosphere microorganisms and Plant phosphorus uptake // Phosphorus: Agriculture and Environment. Madison: American Society of Agronomists, Crop Society of America, Soil Science Society of America, 2005. — P. 437—494.
10. Plenchette C., Strullu D.G. Long-term viability and infectivity of intraradical forms of *Glomus intraradices* vesicles encapsulated in alginate beads // Mycological Researches. — 2003. — Vol. 107. — P. 614—616.

4.2. БОТАНИКА

РЕСУРСЫ ДУБИЛЬНЫХ И ФЛАВОНОИДНЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ибрагимов Алияр Шахмардан оглы

*д-р биол. наук, профессор, руководитель отдела
«Систематика растений» Института биоресурсов
Нахчыванского отделения Национальной академии наук Азербайджана,
Республика Азербайджан, г. Нахчыван
E-mail: aliyaribragimov@mail.ru*

Набиева Фатмаханум Халид кызы

*канд. с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник
отдела «Систематика растений» Института биоресурсов
Нахчыванского отделения Национальной академии наук Азербайджана,
Республика Азербайджан, г. Нахчыван
E-mail: famakhanum_58@mail.ru*

RESOURCES TANNIN AND FLAVONOID PLANTS THE FLORA OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Aliyar Shahmardan Ibragimov

*doctor of Biological Sciences, Head of the Department
"Systematics of plants" of the Institute of Bioresources Nakhchivan
branch of the National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Republic of Azerbaijan, Nakhchivan*

Fatmakhanum Khalid Nabiyeva

*candidate of agricultural sciences,
docent, Leading researcher of the department
"Systematics of plants" of the Institute of Bioresources Nakhchivan
branch of the National Academy of Sciences of Azerbaijan,
Republic of Azerbaijan, Nakhchivan*

АННОТАЦИЯ

Во время полевых исследований выявлено 250 дубильных растений, принадлежащих к 48 семействам и 130 родам. Также выявлено 1548 видов растений, содержащих флаваноиды, которые объединены в 80 семейств и 301 род. Выделены наиболее широко распространенные, имеющие огромные сырьевые запасы растения, перспективны для дальнейшего хозяйственного использования.

ABSTRACT

During the field research 50 tanning plants owned 48 family 130 genus was revealed. Also revealed 1548 species of plants contained flavonoids, which are combined into 80 family and 301 genera. The most widespread, having huge reserves of plants for further economic use were isolated.

Ключевые слова: семейства; род; вид; флора; растения; полезный; дубильный; флавоноидный.

Keywords: family; genus; species; flora; plants; useful; tanning plants; flavonoid.

Нахчыванская Автономная Республика типичная горная страна и имеет сложное геологическое строение. Континентальный, резко континентальный климат и высокая испаряемость в Нахчыване отсутствует в Азербайджане и в целом на всем Кавказе. Здесь сумма эффективных температур превышает 4400—4600° С. Наибольший приток солнечного света и тепла приходится на Приараксинскую зону, составляя 2800—2500 час. Величина суммарной радиации достигает величин порядка 150—160 кал/см² [1, с. 13—198]. Современная флора региона насчитывается более 2835 высших споровых, голосеменных и цветковых растений, относящихся к 170 семействам и 874 родам. 202 вида, относящиеся к 65 семействам, включены в Красную книгу Нахчыванской АР [14, с. 7—21; 15, с. 33—258].

Во флоре Нах. АР имеется множество ценных дубильных растений. Во время ресурсоведческих и геоботанических исследований старались выявить видовой состав, ареалы и запасы дубильных растений края. Около 23,12 % видов являются дубильными растениями: *Rumex alpinus*, *Polygonum carneum*, *Potentilla recta*, *Rheum ribes* [9]. Содержание дубильных веществ в надземных частях *Potentilla recta* составляет (в культуре) 16,80 %, в корнях *Rheum ribes* — 11,0 % и *Rh. turkestanicum* — 12,6 %. Испытания их дубильных экстрактов в производственных условиях показали, что в качестве нового дубильного сырья они пригодны для дубления кож. Полученный при этом кожевенный товар соответствует ГОСТ 1010-63. На основании этого в сел. Джагри

Бабекского района построен цех по производству дубильного экстракта [8, с. 98—102; 9, с. 1—24; 16, с. 1—4].

Дубильные вещества, имеющиеся в различных органах растений, способны превращать шкуру в кожу, пригодную для кожевенной промышленности. Из пирогалловой группы сумач дубильный широко распространен в Ордубадском районе от 1300—2000 м высоты в окрестностях сел. Парага, Бист, Тиви и др. Подводя итоги многолетних исследований по изучению полезных растений края, можно сказать, что богатейшая флора данного региона содержит значительное количество дубильных и танниносодержащих растений, которые с незапамятных времен использовались для дубления различных видов шкур. В настоящее время дубильные и таннинсодержащие растения края представляют большой интерес для расширения сырьевой базы дубильно-экстрактивной промышленности. В Нах. АР насчитывается около 350—400 видов таннинсодержащих растений. Количество таннинов в них сильно варьируется.

Перспективными дубильными видами семейств являются ивовые, березовые, гречишниковые, розовые, гераниевые, сумачовые, кленовые, крушиновые, гребенчуковые, оногровые, свинчатковые, некоторые другие [3, с. 292—293; 4, с. 70—100]. Одними из лучших растений, используемых для получения таннина, являются *Rheum ribes*, *Rh. turkestanicum*, *Potentilla recta*. Это ценнейшие кормовые, дубильные, лекарственные растения. *Rheum ribes* широко распространен в Шахбузском районе в окрестностях сел. Биченак, Коланы, Кюкю, Зырнель, г. Сарыдаг и др., образует заросли на площади более 1800 га. В корнях *Rheum ribes* содержится от 8,6—11,2 до 9,2—11,9 %, *Potentilla recta* — 16,6 % дубильных веществ, применяемых для получения лучших подошв, велюров, лицевых кож, соответствующих требованиям ГОСТ 1010-63. На территории ежегодно можно заготавливать около 10 тыс. тонн растительного дубильного сырья. В результате экспедиционных поисковых работ на территории края обнаружены значительные по площади заросли ревеня смородинового в Шахбузском районе г. Сарыдаг, в окр. сел. Биченак, Коланы, Кюкю, Зырнель. Общая площадь зарослей составляет 1800 га с биологическим запасом корней 29619,72 т. Ежегодная заготовка сырого корня может составить 2369,68 т или 720 т в сухом весе. Установлено, что с каждого гектара природных зарослей можно собрать 4 т сухих корней, получив из них 400 кг высококачественных танинов и 3080 кг дубины корня, а также 720 кг сухих листьев. Поэтому его заготовка с производственной целью в естественных травостоях невозможна. Но при семенном выращи-

вании уже на 2-й и тем более на 3-й год это растение дает вполне удовлетворительный урожай надземной массы достаточно высокой танинности. В результате лабораторных и производственных испытаний дубильных экстрактов, полученных из корней ревеня смородинного и из подземной части лапчатки прямой, установлена их пригодность для использования в кожевенной промышленности и их экономическая рентабельность.

Огромные запасы сырья имеют также виды рода *Tamarix* L. На территории автономной республики виды рода *Tamarix* L. создают густые, местами непроходимые заросли в солончаковых, соленосных пустынях и полупустынях [10, с. 10—13]. Огромные сырьевые запасы сосредоточены в поймах рек и влажных ущельях. Из всех видов гребенщиков, встречающихся в Азербайджане, 5 видов: *Tamarix hohenackeri* Bunge, *T. kotschyi* Bunge, *T. meyeri* Boiss., *T. oktandra* Bunge и *T. ramosissima* Ledeb. Наиболее широко распространенными видами являются г. мейера — *T. meyeri* Boiss., и г. многоцветковой — *T. ramosissima* Ledeb. На Кура-Араксинской низменности они образуют значительные по площади кустарниковые заросли в полосе Прикуринских и Приараксинских тугайных лесов [11]. Местами на полянах среди тугайного леса встречаются небольшие рощи с древовидным гребенщиком, достигающим 4—5 м высоты. В его листьях, коре и ветвях содержатся дубильные вещества в значительных количествах. Изучали запасы сырья гребенщиков методом пробной площадки с размером 10, 50, 100 кв. м на трех повторностях. Выбрали следующие 15 основных ключевых участках: Садаракская равнина, Шарурская равнина, Беюкдюзская равнина, Нахчыванская равнина, пойма р. Нахчыванчай, пойма р. Арпачай, пойма р. Аракс, ущ. Лизбирт, пойма р. Алинджачай, пойма и р. Гилянчай, пойма р. Акулисчай, пойма р. Котамчай, пойма р. Дюглинчай и некоторые мелкие заросли. Нами выявлен участок с преобладанием или участием видов гребенщика из расчета 4598 га, количество кустов на 1 га в пределах 136—700 экземпляров, вес 1 куста 7,5—25 кг, урожайность с 1 га 1,29—12 т. Умножая урожайность на площадь каждого ключевого участка, нашли биологический запас сырья (28175,32 т). Эксплуатационный запас составляет 60 % биологического запаса (168705,19 т). Ежегодный объем возможных заготовок составляет 25 % эксплуатационного запаса (42176,30 т).

Важное место в растительном покрове принадлежит многочисленным лекарственным, эфирномасличным, красильным, каучуконосным, пищевым, медоносным и другим полезным растениям. Особое внимание представляют флавоноидные и красильные растения,

имеющие большое народно-хозяйственное значение [12, с. 390—398; 13, с. 120—160]. Известно, что многие флавоноиды обладают противовоспалительными, сосудоукрепляющими, антигистаминными и защитными от гамма- и рентгеновских лучей свойствами. В автономной республике имеются около 1548 видов флавоноидных растений, которые составляют 50 % общего количества видов этого региона. Они объединены в 80 семейств и 301 род. Богаты флавоноидными видами следующие семейства: *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Ranunculaceae*, *Fabaceae*, *Geraniaceae*, *Gentianaceae*, *Apiaceae* и др. Представители семейства гречишные содержат такие необходимые флавоноиды, как кверцетин, кверцетрин, кемпферол, рутин, гиперозид, авикулярин, мирицетин, рамнозин, витексин, сапонаретин, неоподин и др. [2, с. 30—125; 7, с. 67—85].

Учитывая широкую распространенность и наличие промышленного запаса сырья в природе, на территории рассматриваемого региона мы задалась целью изучить ареалы, запасы, содержание флавоноидов, а также ряд полезных свойств у курчавки шиповатой *Atraphaxis spinosa*. В Нах. АР курчавка шиповатая встречается не только до среднегорного пояса, как указывается во «Флоре Азербайджана» [17, с. 163]. Ареал вида, занимающий около 4848 кв. км (92,4 % всей территории) охватывает местами также верхнегорный пояс в окр. г. Дамирли Джульфинского района Неграмюрды и Гявиксу. С целью составления ареалогической карты и установления приблизительного природного запаса, мы совершили экспедиционные выезды во все 7 административных района Нах. АР. Для определения запаса сырья использовали методы закладки пробных площадок. Проективное покрытие определяли глазомерно. В каждом районе выбирали три ключевых участка, закладывали пробные площадки размером 100 м² в трех повторностях. Разделяли на 10 учетных площадок размером 10 м². Подсчитали число особей, определяли средний вес одного растения и, используя эти данные, нашли урожайность на 10 м², затем 100 м² и, наконец, с 1 га. Урожай с 1 га умножили на всю общую площадь и определили примерный запас надземной части и таким образом нашли эксплуатационный запас. В результате определили, что на 1 га площади встречается в среднем около 400—600 кустов курчавки. Вес сухой надземной части растения составляет от 0,5 до 1,0 кг (в среднем 0,7 кг). Урожайность с 1 га составляет от 60—114 до 420—626 кг. Таким образом, общая итоговая площадь, занятая курчавниками по отдельным районам Нах. АР составляет 28898 га, с биологическим запасом 9854,44 т. На долю эксплуатационного запаса приходится 5917,60 т (60 % биологического

запаса). В результате проведенных фенонаблюдений в стационарах в окр. сел. Коланы Шахбузского района установлено, что после сбора надземной части, благодаря мощной корневой системе, растения быстро отрастают и восстанавливаются. Это имеет исключительно практическое значение при необходимости организации заготовки надземной части этого ценного растения. *A. angustifolia* (*A. ordubadensis*) атропатанский вид встречается очень редко, в Южном Закавказье указывается только для территории Нах. АР. Она растет на равнине и в среднем горном поясе, на сухих щебнисто-каменистых склонах в Ордубадском районе, в окр. сел. Верхняя Аза, г. Уч-Даранги, Акулисы, г. Ордубад, являющейся единственным местом произрастания этого растения в Азербайджане [17, с. 164]. Вид собран нами вблизи Ордубада и между сел. Даста-Ордубад и г. Чагал (г. Сарытапа), где растет также пузырник Комарова — *Colutea comarovii* Takht.

Из корней курчавки шиповатой нами впервые была получена новая коричневая красящая паста и проведены испытания на Бакинской бисквитной фабрике. Эта паста хорошо разводится в самом креме и помадке, дает от светло-бежевого до коричневого цвета, при добавлении красителя от 0,012 % до 0,030 %. В окрашенном креме и помадке отсутствуют посторонние запах и вкус. Расход на тонну кремовых изделий 1—1,5 кг. При хранении крема и помадки в течение 10 дней при температуре +50° С окраска крема не меняется. Дегустационной комиссией фабрики было отмечено, что указанный краситель по своим качествам превосходит имеющиеся до настоящего времени стандарты, применяемые в пищевой промышленности. Полученная новая паста или порошок красящего экстракта также проверены на Бакинской карамельной фабрике при окраске ими драже «Цветной горошек», «Мармелад формовой» и др. продукты. Она дает указанным продуктам цвета от орехового, бежевого до темно-коричневого, требуемого по рецептуре. Вкус окрашенной карамели характерный, без посторонних привкусов и запахов. Расход красителя на тонну карамельных изделий 1,5—3,0 кг. Кроме того, красящий экстракт, полученный из курчавки, окрашивает шерстяную пряжу до 36 цветов и оттенков.

Дорониковые высокотравья в Нах. АР нами впервые были описаны в 1980 г. [6]. Хотя дорониковые высокотравья Нах. АР занимают небольшую площадь и представляют собой малокомпетентный, иногда монодоминантный травостой, однако обладают свойством образовывать целый ряд ассоциаций. Дорониковое высокотравье, состоящее из мезофильных, гидрофильных и близких к ним групп многолетних трав, чаще всего встречается пятнами на яйлагах Сальварты,

Марджанлы, Кечалдаг (2700 м), Агдабан (2900 м), Сарыдере, Батабат, Биченек, Кюкюдаг (2500—2600 м) в окр. озера Ганлыгель, Кырхбулаг, Араджыгдаг, Кемикаасы и др. Образует пятнами высокотравные сообщества *Doroniceta* в пределах 2200—2600 (2800) м над ур. моря. Развивается вокруг горных ручьев, родников, на лужайках, в избыточно и хорошо увлажненных местообитании. Наряду с чистыми *Doronicetum* смешивается с бодьями *Cirsium hydrophilum*, *C. arvense*, *C. obvallatum* и др., с борщевиками *Heraclium trachyloma*, *H. pastinacifolium*, образуя ассоциации: борщевиково-дорониновая *Heraclieto-Doronicetum* и бодяково-дорониновая *Cirsieto-Doronicetum*. Проективное покрытие данного сообщества 90—95 %, а местами 100 %, из них 25 % составляют злаки, 12 % бобовые, 63 % — разнотравье. По 18 произведенным нами описаниям насчитывается 65—70 видов трав, из которых более или менее постоянными являются 40—45 видов. Основную массу травостоя составляют *Senecio othonnae*, *Delphinium flexuosum*, *Hordeum violaceum*, *Poa nemoralis*, *Astrantia maxima*, *Secale sereale*, *Aconogonon alpinum*, *Symphytum asperum*, *Scrophularia nodosa*, *Anthemisis iberica*, *Cardamine uliginosa*, *Caltha polypetala*, *Aconitum nasutum*, *Rumex alpinus*, *Înula helenium*.

Ранее для флоры Нах. АР указывался только аконит носатый в двух пунктах — между сел. Парага-Урмыс и г. Бердюк близ сел. Казанчи. Однако в течение многих лет аконита на г. Бердюк мы не обнаружили. При флористических исследованиях впервые найден второй вид — аконит густоцветковый. Растет он в субальпийском и альпийском поясах, на высоте 1800—3500 м над ур. моря. Ключевые заросли аконитов расположены в горах Араджи, Кола, Думан, Дамирли, Кемикаасы, Капуджик, Шихюрды, г. Соух в ущ. Чынгыллыдара, Сарыдара, Каранлыгдара, Агдара, в окр. сел. Парагачай, Урмыс, Насирваз и др. Установлено, что в настоящее время аконитовые фитоценозы имеют зональный характер. Выделены три формации и шесть ассоциаций с преобладанием аконитов. Высокотравные заросли этих растений достигают в субальпийских поясах 1,5—2,0 м, а в альпийских поясах 90—100 см. Охватывают от 25—30 м² до 10—15 га площади. Проективное покрытие составляет 85—90 %. Основными компонентами травостоя можно считать дороникум, щавель, борщевик, крестовник. Изучено, что общая площадь аконитов в регионе составляет 621 га, с которой можно получить в год 369 т сухой травы и 233 т высушенных клубнекорней.

Впервые нами описана высокотравная формация *Smyrniopsis aucheri* Boiss. и охарактеризовали ее фитоценотические особенности [5, с. 115—119]. Установлено, что общая площадь зарослей

смирновидки Оше равна 759 га с биологическим запасом 3016 т, семян — 910,8 т. В результате детального исследования распространения данного растения нами в 2003—2014 г. выявлены еще 6 крупных местонахождений в Шахбузском районе в окр. сел. Нурсу. Особенно на участке под названием «Навли» зарегистрированы характерные, чистые непроходимые заросли смирновидки Оше с площадью около 250 га. Здесь высота растения 220—250 см. Кроме того, поиски эндемичного вида смирновидки в других районах Нах. АР завершились успешно, так как впервые нами обнаружены заросли этого ценнейшего растения в Джульфинском районе между селениями Арафса-Лякатаг.

Установлено, что надземные части дают прочную окраску желтого цвета и его оттенок. Изучая плоды *Smyrniopsis aucheri*, собранные в окрестностях селения Кюкю Шахбузского района Нах. АР, мы обнаружили в них значительное количество кумаринов [6]. Результаты проведенных исследований показывают, что территория Нахчыванской Автономной Республики богата полезными растениями, где каждый год можно заготовить сотни тонн плодово-ягодных, лекарственных, технических и др. видов сырья для обеспечения нужд промышленности. Однако богатейшие растительные ресурсы автономной республики используются не так рационально.

Список литературы:

1. Азизбекова Ш.А. Геоморфология Нахичеванской АССР. М.: 1961. — 409 с.
2. Алюкина Л.С. Флавоноидоносные и танидоносные растения Казахстана. Алма-Ата: Изд-во «Наука» Казахской ССР, 1977. — 149 с.
3. Вульф Е.А., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Л.: Наука, 1969. — С. 292—294.
4. Гроссгейм А.А. Растительные ресурсы Кавказа. Баку, 1946. — 671 с.
5. Джафаров З.Р., Кулиев А.А., Гурбанов Э.М. и др. Изучение биоактивных веществ смирновидки Оше (*Smyrniopsis aucheri* Boiss.) в условиях Нахичеванской АР // Известия АН Азерб. ССР. — 1985. — № 5. — С. 115—119.
6. Ибрагимов А.Ш. Растительность Нахичеванской АССР и её хозяйственное значение. Баку: Элм, 2005. — 236 с.
7. Ибрагимов А.Ш. Флавоноидоносные растения и их значение распространенные на территории Нахчыванской Автономной Республики // Известия Нахчыванского отделения Национальной академии наук Азербайджана. 2014. № 2.

8. Ибрагимов А.Ш., Набиева Ф.Х. Методика преподавания и сохранения ареалов вида ремень (Rheum L.) // Известия Института Учителя Нахчывана. — 2009. — № 3(19). — С. 98—102.
9. Исмаилов Н.М., Фатуллаев Г.М., Ибрагимов А.Ш. и др. Экономическая эффективность ременя смородинного, лапчатки прямой для создания перерабатывающей и кожевенной промышленности в Нахичеванской АССР // Деп. ВИНТИ. — 1982. — № 2030. — 24 с.
10. Касумов М.А., Ибрагимов А.Ш. Виды рода Tamarix L. новые красильные растения Азербайджана // Известия АН Азерб. ССР. Сер. биол. наук. — 1988. — № 2. — С. 10.
11. Набиева Ф.Х. Флора и опустынивания аридных территорий (Кура-Араксинской и Приараксинской низменности). Нахчыван: Туси, 2010. — 240 с.
12. Новрузов Э.Н. Закономерности распределения флавоноид содержащих растений флоры Азербайджана по семействам и экологическим группам // Труды Ин-та ботаники. — 2004. — Т. XXV. — С. 390—398.
13. Прилипка Л.И. Растительные отношения в Нахичеванской АССР // Труды Ботанического института. — 1939. — Т. VII. — 196 с.
14. Талыбов Т.Г., Ибрагимов А.Ш. Красная книга Нахчыванской Автономной Республики. Нахчыван: Аджами, 2010. — 560 с.
15. Талыбов Т.Г., Ибрагимов А.Ш. Таксономический спектр флоры Нахчыванской Автономной Республики. Нахчыван: Аджами, 2008. — 364 с.
16. Фатуллаев Г.М., Ибрагимов А.Ш., Ибрагимов С.И. Экономическая эффективность выращивания лапчатки прямой в поливных условиях Нахичеванской АССР // Инф. по с/х-ву, АЗНИИТИ. Растениеводство. — 1979. — № 2. — С. 1—4.
17. Флора Азербайджана: тт. I—VIII. Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1950—1961.

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ *ARTEMISIA GURGANICA* (KRASCH.) FILATOVA ИЗ КАЗАХСТАНА

Ишмуратова Маргарита Юлаевна

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

Аткельтерова Раушан

*младший научный сотрудник института прикладной химии,
студентка 4 курса кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана
E-mail: traiana_kz@mail.ru*

Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы

*канд. хим. наук, PhD, директор института прикладной химии,
доцент кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана
E-mail: suleimen_em@enu.kz*

ANATOMICAL STRUCTURE OF *ARTEMISIA GURGANICA* (KRASCH.) FILATOVA FROM KAZAKSTAN

Ishmuratova Margarita Yulaevna

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

Atkelterova Raushan

*junior Researcher of the Institute of Applied Chemistry of ENU,
4th year student of the Chemistry Department of L.N. Gumilev ENU,
Republic of Kazakstan, Astana*

Suleimen Yerlan Melsuly

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

АННОТАЦИЯ

Проведено изучение анатомического строения *Artemisia gurganica*. Установлено, что в качестве характерных признаков надземных органов полыни гурганской можно указать форму и размещение основных клеток эпидермиса, эфирно-масличных железок, вместилищ и простых одноклеточных трихом.

ABSTRACT

The study of anatomy structure of plant material of *Artemisia gurganica* was done. It was found that as the characteristic features of the aerial organs of wormwood can specify the shape and location of the main cells of the epidermis, essential oil glands, receptacles and simple unicellular trichomes.

Ключевые слова: анатомическое строение; *Artemisia gurganica*.

Keywords: anatomical structure; *Artemisia gurganica*.

Artemisia gurganica (Krasch.) Filatova (полынь гурганская), сем. *Asteraceae* — вид, обитающий в глинистых пустынях Западного Казахстана. Ранее из нее был выделен 5,7,3',4'-тетрагидрокси — 6,5'-диметоксифлавонол [6].

A. gurganica — полукустарничек до 40—50 см высотой, эндем Казахстана [5]. Побеги прямостоячие, листорасположение очередное, стебли с войлочным опушением. Листья — верхние простые, округлые или яйцевидные, сидячие; нижние — одно- и дважды перисторассеченные, черешковые. Цветочные корзинки немногочисленные, до 1 см в высоту, цветки обоеполые, колокольчатые. Плод — семянка.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись надземные части (листья, цветочные корзинки и стебли) *A. gurganica*, собранной в фазе бутонизации — цветения в окр. гор Западный Каратау (Мангыстауская область) (2 декада августа 2014 г.).

При исследовании образцов полыни сухое сырье размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [2; 4], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М.

При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [1; 3].

Анатомия. Клетки нижнего эпидермиса округлые, слабо-извилисто-стенные; нижнего эпидермиса — прозенхимные, с прямыми стенками (рис. 1). Устьица аномоцитного типа (окружены 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа,

но преимущественно на нижней. Опушение на листьях не развито. Эфирно-масличные железы верхнего эпидермиса — округлой формы, сидят в углублениях эпидермиса, на нижней стороне — овальной формы. Клетки эпидермиса в области средней жилки мелкие, прямостенные. Вдоль жилки просматриваются схизогенные вместилища с эфирным маслом.

Цветок обоеполюй, венчик узко-конический, поверхность, особенно в верхней части, густо покрыта эфирно-масличными железами; приподнимающимися над поверхностью (рис. 2). Эпидермис состоит из мелких, округлых в очертании клеток с извилистыми стенками.

Листочки обертки цветочной корзинки эллиптические. Внутренние части травянистые, зеленые, узкая наружная кайма — пленчатая (рис. 3). Поверхность пронизана жилками. По травянистой поверхности разбросаны приподнимающиеся над поверхностью эфирно-масличные железы. пленчатый край — войлочно-опушенный длинными простыми трихомами. Эпидермис травянистой части представлен прозенхимными клетками, пленчатой части — мелкими прямостенными клетками.

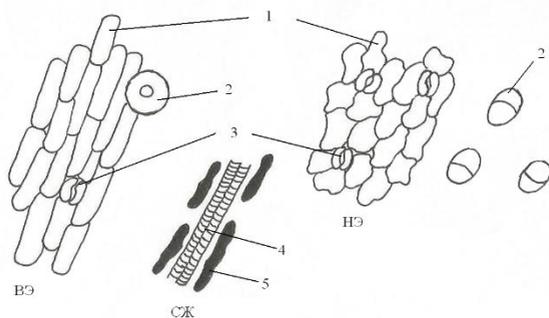


Рисунок 1. Препарат листа *A. gurganica* с поверхности. Ув. 15x10: НЭ — нижний эпидермис, ВЭ — верхний эпидермис, СЖ — средняя жилка, 1 — основные клетки эпидермы, 2 — эфирно-масличные железы, 3 — устьица, 4 — эпидермис над средней жилкой, 5 — схизогенные вместилища

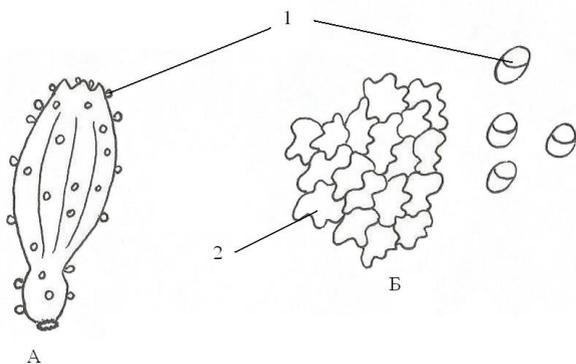


Рисунок 2. Препарат венчика цветка *A. gurganica* с поверхности. Ув. 15x10: А — внешний вид цветка, Б — эпидермис венчика цветка, 1 — эфирно-масличные железы, 2 — основные клетки эпидермиса

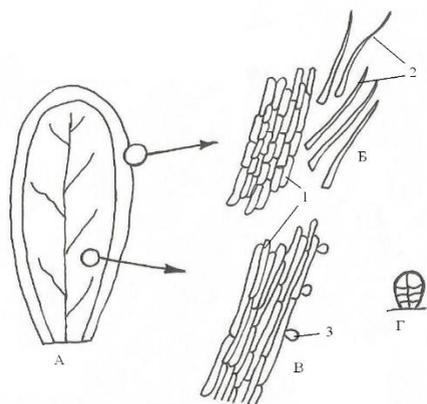


Рисунок 3. Препарат листочка обертки *A. gurganica* с поверхности. Ув. 15x10: А — листочек обертки, Б — эпидермис пленчатой части, В — эпидермис травянистой части, Г — схема строения железы; 1 — основные клетки эпидермиса, 2 — трихомы, 3 — эфирно-масличные железы

Стебель на поперечном срезе округло-многогранный (рис. 4). Периферическая часть покрыта 1-слойным эпидермисом, под ним

в углах находятся участки механической ткани — уголково колленхимы, остальная часть заполнена многослойной хлоренхимой.

Проводящая зона пучкового типа. Пучки крупные, размещены в форме кольца; коллатерального типа (флоэма снаружи, ксилема внутри), закрытые (камбий отсутствует). Каждый пучок снаружи покрыт «шапочкой» из склеренхимы. Внутренняя часть заполнена рыхлыми клетками сердцевинной паренхимы.

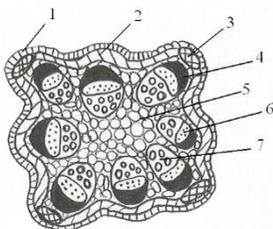


Рисунок 4. Схема поперечного среза стебля *A. gurganica*. Ув. 15x10: 1 — эпидермис, 2 — хлоренхима, 3 — колленхима, 4 — склеренхима, 5 — сердцевинная паренхима, 6 — флоэма, 7 — ксилема

Таким образом, в качестве характерных признаков надземных органов полыни гурганской можно указать форму и размещение основных клеток эпидермиса, эфирно-масличных железок, вместилищ и простых одноклеточных трихом.

Список литературы:

1. Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: МГУ, 1980. — 560 с.
2. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. — 255 с.
3. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига, 2007. — 512 с.
4. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. — 206 с.
5. Флора Казахстана. Т. 9. Алма-Ата: Наука, 1966. — 520 с.
6. Bohm V.A., Stuessy T.F. Flavonoids of the Sunflower Family (Asteraceae): Springer-Verlag, Wien, 2001, — 831 pp.

4.3. ВЕТЕРИНАРИЯ

ДИАГНОСТИКА ДИРОФИЛЯРИОЗА (DIROFILARIA IMMITIS) ГОРОДСКИХ СОБАК

Коколова Людмила Михайловна

*д-р вет. наук, заведующая лабораторией гельминтологии
Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
РФ, г. Якутск
E-mail: kokolova_lm@mail.ru*

Касьянова Сардана Степановна

*аспирант лаборатории гельминтологии,
Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
РФ, г. Якутск*

DIAGNOSTICIAN DIROFILARIAEAE (DIROFILARIA IMMITIS) MUNICIPAL DOGS

Kokolova Luidmila

*doctor of veterinary sciences, manager by the laboratory of helminatology
Yakutskii researche institute of agriculture,
Russia, Yakutsk*

Kasjanova Sardana

*graduate student of laboratory of helminatology,
Yakutskii researche institute of agriculture,
Russia, Yakutsk*

АННОТАЦИЯ

Дирофиляриоз распространен в субтропических в регионах Азии, Австралии, Америки и Южной Европы [1]. В Якутии, в г. Якутске и его окрестностях ранее были зарегистрированы завозные случаи инвазии, а в настоящее время заболевание регистрируется ежегодно и численность заболевших и умерших собак с каждым годом увеличивается.

Целью нашего исследования было изучение методов обнаружения микрофилярий в крови собак и проведения опытов по лечению больных дирофиляриозом собак.

ABSTRACT

Dirofilyarioz is widespread in subtropical in regions of Asia, Australia, America and Southern Europe [1]. In Yakutia, in Yakutsk and its vicinities there were registrirovana brought in cases of an invasion earlier, and now the disease is registered annually and the number of the diseased and dead of dogs increases every year.

Studying of methods of detection of mikrofilyariya in blood of dogs and carrying out experiments on treatment of patients dirofilyariozy dogs was the purpose of our research.

Ключевые слова: дирофиляриоз; собака; инвазия; сердце; кровь; микрофилярия; зооноз.

Keywords: dirofilariidea; canis; invasia; cors; gore; microfilaria; zoonozie.

Дирофиляриоз — трансмиссивное зоонозное инвазионное заболевание, вызываемое нематодами подотряда Filariata Skrjabin, 1915, и характеризующееся сердечными, легочными, почечными, кожными и другими осложнениями. Дирофиляриозом болеют дикie плотоядные, собаки, кошки и человек. Возбудители заболевания — нематоды семейства Onchocercidae (Leiper, 1911, sub.-fam.) Chabaud et Anderson, 1959, виды: *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856); *Dirofilaria (Nochtiella) repens* (Railliet et Henry, 1911); *Dipetalonema (Acanthocheilonema) dracunculoides* (Cobbold, 1870); *Dipetalonema (A.) reconditum* (Grassi, 1890); *Dipetalonema (A.) grassi* (Noe, 1907). У собак паразитируют несколько видов. Вид *Dirofilaria immitis* половозрелые формы нематод обнаруживают в правой половине сердце и легочной артерии; вид *Dirofilaria repens* — в подкожной клетчатке; вид *Dipetalonema dracunculoides* — в полости тела; *Dipetalonema reconditum* — в окологочечной жировой ткани; *Dipetalonema grassi* — как в полости тела, так и в подкожной и межмышечной соединительной ткани. Личиночные формы упомянутых филярий — микрофилярий локализуются в крови собак, за исключением *Dipetalonema grassi*, личинки которых обитают в лимфе соединительнотканых элементов.

С клинической точки зрения вид *Dirofilaria immitis* вызывает тяжелые патологические изменения в сердце, легочной артерии, легких, печени и других органов у собак. Кроме того *Dirofilaria immitis*

и *Dirofilaria repens* являются зоонозами и там где болезнь эндемична, существует риск развития легочных, подкожных и других поражений у человека.

Учитывая, что клинические признаки диروفилариоза собак являются неспецифичными, решающее значение при постановке диагноза имеет лабораторные исследования с целью выявления микрофилярий в крови. Нами в лабораторных условиях применены четыре метода обнаружения микрофилярий в крови собаки: метод тонкого фиксированного мазка с окраской по Романовскому-Гимза; метод толстой раздавленной капли; метод обогащения Кнотта; метод центрифугирования с дистиллированной водой.

Брали кровь для исследования до 5 мл, в качестве антикоагулянта использовали 5 %-ный раствор цитрата натрия в соотношении 1:20, исследуем в день взятие пробы. При исследовании методом тонкого фиксированного мазка с окраской по Романовскому-Гимза взятую пробу крови тщательно перемешиваем, наносим каплю на предметное стекло, с помощью шлифованного стекла делаем тонкий мазок, высушиваем, фиксируем этиловым спиртом 10 минут и окрашиваем по Романовскому-Гимза, окрашенные мазки промываем проточной водой и подсушиваем, затем изучаем под малым увеличением микроскопа, таким образом, микрофилярии обнаружены в 6 (13,3 %) пробах из 45 исследуемых нами мазков. Самый простым и быстро выполнимым методом исследования для нас был исследование толстой раздавленной капли крови. Пробирку со взятой пробой крови также тщательно встряхивали, затем наносили 3 капли на предметное стекло, накрывали покровным стеклом и сразу же исследовали под малым увеличением. Находили подвижных микрофилярий всегда даже при малой микрофиляремии, т. е. единичные (фото 1). Таким образом, мы обнаружили из 45 проб для исследования в 10 пробах. Проведение исследования методом Кнотта по сложнее, к 1 мл добавляем 10 мл 2 %-ного раствора формалина. Смесь центрифугировали 5 минут при скорости 1500 об./мин. Насадочную часть сливаем, оставляя 1 мл и порционно и исследовали по малым увеличением микроскопа. Метод классический и показывает высокую эффективность даже при низкой микрофиляремии, микрофилярии были обнаружены в 10 пробах, но этот метод не дает возможность исследовать жизнеспособность микрофилярий, так как личинки под действием формалина фиксируются и погибают, под микроскопом мы обнаруживали не подвижные и прямые личинки. Четвертый способ исследования метод центрифугирования крови с дистиллированной водой (Ястреб В.Б., 2004) [2], перед исследованием кровь тщательно

перемешивали, в пробирке с объемом 10 мл 1 мл крови и добавляли до 10 мл дистиллированной воды, отстаивали 5 минут, центрифугировали при скорости 2000 об./мин. Надосадочную часть пробы до 1 мл сливали и отставшую часть порционно переносили на предметное стекло и накрывали покровным стеклом, в этом случае личинки оставались подвижными и живыми. В этом случае обнаружили микрофилярии в 10 пробах с интенсивностью от 1—2 до 15—20 личинок в 1 мл крови.

Как показали, наши исследования все методы эффективны для обнаружения микрофилярий в исследуемых пробах крови, однако предпочтительно для нас были методы центрифугирования с дистиллированной водой (Ястреб В.Б., 2004) и толстой раздавленной капли крови, так как в них обнаруженные личинок микрофилярий оставались жизнеспособными, и использовали их в дальнейшем в лабораторных опытах по изучению жизнеспособности микрофилярий. В исследованных из 45 проб в 10 пробах обнаруживали микрофилярии вида *Dirofilaria immitis*.

Нам также известно, что вид *Dirofilaria immitis* вызывает наиболее тяжелые патологические изменения сердца и часто приводит к гибели животных. При вскрытии павших животных, диروفиларий находили в правом желудочке и в полости легочной артерии скопление половозрелых нематод в количестве 15 в первом случае и 35 экз. во втором, на месте локализации паразитов наблюдали тромбоз и гиперемия стенки желудочка (фото 2).

Лечение диروفилариоза должно быть комплексным и основываться на определении интенсивности инвазии, тяжести течения, с учетом сочетания в организме собак с другими заболеваниями. Первую очередь мы проводили ряд комплексных диагностических исследований: клинический, биохимический анализ крови, мочи и фекалий. Анализы крови иногда позволяли обнаруживать сопутствующие патологии в почке или печени, исследование УЗИ обнаружило мочекаменную болезнь почки и в другом случае мочевого пузыря, исследование фекалий показало паразитирование и других видов гельминтов, в данном случае токсакар. Электро- и эхокардиография помогает диагностировать и выявить риск развития тромбоэмболии. Перед лечением диروفилариоза, согласно классификации Raynaud (1992), подразделяли больных собак по симптоматике и течению инвазии на три класса:

класс 1 — субклинические и слабые симптомы болезни было 4 случая;

класс 2 — умеренная степень заболевания — 4 случая;

класс 3 — тяжелая форма болезни (сердечная) — 2 случая.

По данной квалификации мы в опытах были определили три группы.

В первой опытной группе — 4 собаки со слабым субклиническим симптомом болезни. Проведена поддерживающая терапия и специфическое лечение.

Во второй группе — 4 собаки с умеренным степенью заболевания, проведена сложная поддерживающая терапия и специфическое лечение.

В третьей группе — 2 собаки контроль, без проведение специфического лечения, только поддерживающая терапия.

Результаты опытов: в первом случае с слабым симптомом болезни при выявлении в крови единичных микрофилярий. Лечение проведена по схеме: до введения антипаразитарного препарата был задан антигистаминный препарат тавегилом в дозе 0,05 мг/кг, антикоагулянт гепарин подкожно 0,5 мл., затем проведена специфическая терапия антгельминтным препаратом абиктин, перорально в дозе 0,05 мг/кг. Выздоровление наступило 100 %-ный эффект при однократном пероральном применении абиктина в дозе 0,05 мг/кг в сочетании с тавегилом и гепарином.

Во второй группе опытных собак при умеренной степени заболевания, проведение сложной поддерживающей терапии лечения и специфическое лечение было необходимо для профилактики осложнений. При поддерживающей терапии применены препараты: сердечный рибоксин, улучшающие циркуляцию крови трентал, антикоагулянты — в двух случаях аспирин (таблетка) и двух гепарин (инъекция), иммуностимуляторы ронколейкин, а также как гепатопротектор эссенциале форте и специфическое лечение антипаразитарным препаратом абиктин перорально в дозе 0,05 мг/кг. Назначение антикоагулянта при поддерживающей терапии исключает возможность закупорки сосудов микрофиляриями или половозрелыми диروفилляриями возникающих при применении антгельминтных препаратов, применение антигистаминных препаратов снижает риск аллергии, сердечные препараты поддерживают сердечнососудистую систему организм, в частности работу сердце, иммуностимуляторы необходимы для восстановление защитной функции организма. Антигельминтный препарат абиктин, в данном случае был применен трехкратно, задан в дозе 0,05 мг/кг с интервалом в три дня, поддерживающая терапия в течение месяца после проведения трехразовой дегельминтизации.

В контрольной группе собак — с тяжелой формой болезни, была проведена только поддерживающая терапия, дачей препарат тагевил в дозе 0,05 мг/кг и инфузионная терапия (различные солевые и коллоидные растворы), заболевание была с летальным исходом. При вскрытии контрольных животных были обнаружены в правом желудочке и в полости легочной артерии половозрелые нематоды *Dirofilaria immitis* в одном случае 15 экземпляров, во втором 35 экземпляров, многочисленные яйца гельминтов в крови паразитирование многочисленных микрофилярий.

Выводы. Таким образом, на территории г. Якутска и его окрестностях зарегистрирована местная инвазия дирофиляриоза собак, что указывает на необходимость тщательной регистрации и анализа каждого случая выявления заболевания собак, определение района содержания животного, выявление районов с наибольшим риском заражения и распространения данной инвазии, усовершенствование методов диагностики, терапии и профилактики дирофиляриоза городских собак. Необходимо предупредить заболевание, чем вылечить. Профилактика дирофиляриоза в первую очередь заключается в недопущении контакта животного с кровососущими насекомыми. Конечно, Якутия является одним из регионов, где кровососущих насекомых достаточно много, их можно встретить везде и значительном количестве, а борьба с ними не приносит положительных результатов. Поэтому необходима защита животных во время лета комаров, для уничтожения и отпугивание переносчиков дирофилярий можно использовать инсектициды и репелленты, а против личинок в водоемах — ларвициды (фентион, дурсбан), но они обладают сильным токсическим действием для животных и человека, экологически опасны для окружающей нас среды.

Список литературы:

1. Акбаев М.Ш. Паразитология и инвазионные болезни животных. / М.Ш. Акбаев. Уч.средних спец.учеб.заведений. М. Колос, 2001.
2. Ястреб В.Б. Сравнительное изучение методов обнаружения микрофилярий в крови собак. /В.Б. Ястреб. Мат.докл.научн.конф. вып. 5. М. 2005 — с. 443—445.

СЕКЦИЯ 5.

ХИМИЯ

5.1. МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ И ЭФИРНОГО МАСЛА *ARTEMISIA PROCERIFORMIS* KRASCH. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЕГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Омарова Ажерке

*младший научный сотрудник института прикладной химии,
студентка 4 курса кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана
E-mail: jandar-erke@mail.ru*

Ишмуратова Маргарита Юлаевна

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

Искакова Жанар Бактыбаевна

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

Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы

*канд. хим. наук, PhD, директор института прикладной химии,
доцент кафедры химии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана
E-mail: suleimen_em@enu.kz*

BIOLOGICAL ACTIVITY OF EXTRACTS AND ESSENTIAL OIL OF *ARTEMISIA PROCERIFORMIS* KRASCH. ANATOMICAL STRUCTURE OF ITS PLANT MATERIAL

Omarova Akerke

*junior Researcher of the Institute of Applied Chemistry of ENU,
4th year student of the Chemistry Department of L.N. Gumilev ENU,
Republic of Kazakstan, Astana*

Ishmuratova Margarita

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

Iskakova Zhanar

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

Suleimen Yerlan

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

АННОТАЦИЯ

Проведено изучение антирадикальной и цитотоксической активности наработанных экстрактов и эфирного масла *Artemisia proceriformis*, изучено анатомическое строение растения.

ABSTRACT

The study of antiradical and cytotoxic activity of *Artemisia proceriformis* extracts and essential oil and anatomy structure of plant material was done.

Ключевые слова: антирадикальная активность; DPPH; цитотоксическая активность; анатомическое строение; экстракт; эфирное масло; *Artemisia proceriformis*.

Keywords: antiradical activity; DPPH; cytotoxic activity; anatomical structure; extract; essential oil; *Artemisia proceriformis*.

Artemisia proceriformis Krasch. (полынь кустарниковая, сем. *Asteraceae*) — полукустарник, до 80 см высотой; стебли прямостоячие, голые, бурые, в верхней части олиственные. Листья черешковые, в очертании продолговато-яйцевидные, дважды-трижды перисто-рассеченные. Корзинки полушаровидные, 1,5—2 мм шириной, на коротких ножках. Цветки — краевые пестичные, центральные — обоеполые. Плод — семянка. Вид растет в сухих степях и пустынях, на суглинистых почвах, солончаках. В долинах рек. На галечниках и по берегам озер [7]. Встречается в Кустанайской, Павлодарской, Акмолинской, Карагандинской, Актюбинской и Жамбылской областях.

Ранее из нее нами были выделены CO₂-экстракт [9] и эфирное масло [6] и методом хроматомакс-спектрометрии изучены их компонентные составы.

Объектом же исследования являются эфирное масло и сухие экстракты листьев и цветков, в качестве экстрагентов были использованы вода, этанол, этилацетат и хлороформ.

Целью работы явилось изучение антирадикальной активности, хлороформного, этилацетатного и этанольного экстрактов; цитотоксической активности эфирного масла и водного, этанольного, хлороформного и этилацетатного экстрактов растения *A. proceriformis* и исследование анатомического строения растения.

Исходное сырье собирали в окрестностях г. Астаны в первой декаде сентября 2014.

Экстракция. Мелкоизмельченную надземную часть (листья, цветочные корзинки) *A. proceriformis* экстрагировали с соответствующими растворителями на аппарате Сосклета до полного извлечения экстрактивных веществ, что контролировалось визуально по цвету. Извлечение упаривали на роторном испарителе.

Выделение эфирного масла проводили на полупромышленной установке модуль-7У «Альфа-Эфир-Миди» в течение 3-х часов. Выход эфирного масла составил 0,4 % в пересчете на воздушно-сухое сырье.

Исследование антирадикальной активности экстрактов

Методика исследования антирадикальной активности. Для определения ингибирования 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил-радикала к 0,1 мл исследуемого образца в диапазоне концентраций 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1 мг/мл добавляли 3 мл 6×10^{-5} М раствора радикала. Центрифужные пробирки находились в штативе, завернутого в черный полиэтилен. После интенсивного перемешивания растворы оставлялись в темноте и через 30 минут производили измерение оптической плотности при длине волны 520 нм. Значения величины антирадикальной активности (АРА) исследуемых объектов определяли по формуле:

$$\text{АРА (\%)} = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100,$$

где: A_0 — оптическая плотность контрольной пробы;

A_t — оптическая плотность рабочего раствора [8].

Измерение оптической плотности исследуемых экстрактов производили при 520 нм на приборе Сагу 60. Антирадикальную активность исследуемых экстрактов сравнивали с антирадикальной активностью бутилгидроксианизола (ВНА). Значения исследуемых экстрактов антирадикального эффекта, рассчитанные по формуле, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Антирадикальная активность (%) экстрактов при разных концентрациях

№	Исследуемые вещества	Концентрация экстрактов (мг/мл)				
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0
1	Бутилгидроксианизол	80,82	81,23	80,30	83,08	83,88
2	<i>A. proceriformis</i> хлороформный экстракт (Апроc-1)	10,79	15,56	20,67	26,58	31,59
3	<i>A. proceriformis</i> этанольный экстракт (Апроc-2)	35,06	59,43	80,69	81,79	81,08
4	<i>A. proceriformis</i> этилацетатный экстракт (Апроc-3)	32,33	56,42	74,11	73,78	75,78

На основании полученных данных (табл. 1) и графика (рис. 1) видно, что исследованные этанольные и этилацетатные экстракты в концентрации 0,5—1 *A. proceriformis* имеют антирадикальную активность близкую к активности ВНА.

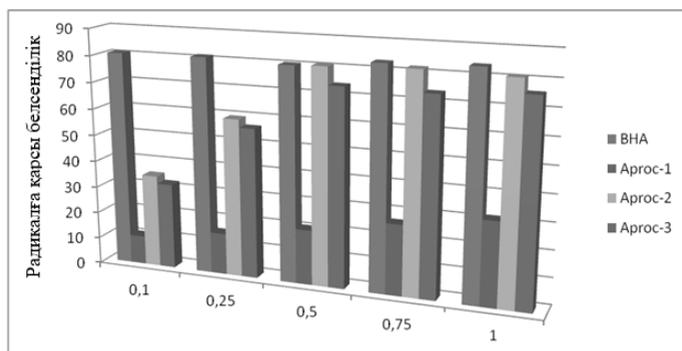


Рисунок 1. Динамика антирадикальной активности при изменении концентрации образцов

Исследование цитотоксической активности

Методика исследования цитотоксической активности [5].

Делительную воронку на 55 мл заполняли искусственной морской водой и добавляли 200 мг яиц *Artemia salina*. Выдерживали в течение 3-х дней при мягкой подаче воздуха пока рачки не вывелись из яиц. Одну сторона трубы покрывали алюминиевой фольгой, и 5 мин спустя, личинок, которые собирались на яркой стороне делительной воронки, вынимали пипеткой Пастера.

20—40 личинок помещали в 990 ml морской воды в каждой из 24 микроплошек. Подсчитывали мертвых личинок под микроскопом. Добавляли по 10 ml раствора диметилсульфоксида на 10 мг/мл образца. В качестве препарата сравнения использовали актиномицин Д или стауроспорин. Для отрицательного контроля добавляли только 10 ml диметилсульфоксида. После 24 ч инкубации и дальнейшем выдерживании микроплошки в течение 24 ч (для обеспечения неподвижности) посчитывали мертвые личинки под микроскопом. Образцы с высокой цитостатической эффективностью (менее 5 % выживших личинок) проверяли снова с концентрациями 50, 10, 5 и 1 mg/ml.

Смертность P определяли по следующей формуле:

$$P = (A - N - B) / Z \times 100,$$

здесь A — количество мертвых личинок после 24 ч;

N — количество мертвых личинок до проведения теста;

B — среднее количество мертвых личинок в отрицательном контроле;

Z — общее количество личинок

Проведено изучение цитотоксической активности эфирного масла *A. proceriformis* (таблицы 2—4).

Таблица 2.

Эфирное масло *A. proceriformis* 10 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А, %	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	20	2	0	25	0	96	0	96	0
2	23	0	0	24	0				
3	24	1	0	26	0				
Ср	22	1	0	25	0				

Таблица 3.

Эфирное масло *A. proceriformis* 5 мг/мл

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	20	2	0	24	0	96	0	96	0
2	23	0	0	27	0				
3	24	1	0	28	0				
Ср	22	1	0	26	0				

Таблица 4.

Эфирное масло *A. proceriformis* 1 мг/мл

Параллель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	20	2	0	24	5	96	0	85	11
2	23	0	0	24	3				
3	24	1	0	21	4				
Ср	22	1	0	23	4				

На основании проведенного эксперимента можно предположить, что эфирное масло *A. proceriformis* во всех испытанных концентрациях проявляют острую летальную токсичность — все личинки погибают.

Также проведено изучение цитотоксической активности водного, хлороформного, этанольного и этилацетатного экстрактов *A. proceriformis* (таблицы 5—16).

На основании проведенного эксперимента можно предположить, что все экстракты *A. proceriformis* во всех исследуемых концентрациях не проявляют цитотоксическую активность.

Таблица 5.

Экстракт *A. proceriformis* (водный) 10 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	25	3	0	96	85	11	0
2	26	1	21	4	0				
3	29	1	19	6	0				
Ср	28	1	22	4	0				

Таблица 6.

Экстракт *A. proceriformis* (водный) 5 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	27	3	0	96	92	4	0
2	26	1	25	2	0				
3	29	1	21	2	0				
Ср	28	1	24	2	0				

Таблица 7.

Экстракт *A. proceriformis* (водный) 1 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	25	1	0	96	93	3	0
2	26	1	25	3	0				
3	29	1	29	2	0				
Ср	28	1	26	2	0				

Таблица 8.

Экстракт *A. proceriformis* (хлороформ) 10 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	28	2	20	6	0	93	71	22	0
2	27	1	19	9	0				
3	30	2	20	9	0				
Ср	28	2	20	8	0				

Таблица 9.

Экстракт *A. proceriformis* (хлороформ) 5 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	28	2	20	7	0	93	76	17	0
2	27	1	22	7	0				
3	30	2	25	6	0				
Ср	28	2	22	7	0				

Таблица 10.

Экстракт *A. proceriformis* (хлороформ) 1 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	28	2	25	4	0	93	86	7	0
2	27	1	21	6	0				
3	30	2	27	4	0				
Ср	28	2	24	4	0				

Таблица 11.

Экстракт *A. proceriformis* (этилацетат) 10 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	16	17	0	96	50	46	0
2	26	1	16	15	0				
3	29	1	14	14	0				
Ср	28	1	15	15	0				

Таблица 12.

Экстракт *A. proceriformis* (этилацетат) 5 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	15	7	0	96	68	28	0
2	26	1	17	8	0				
3	29	1	19	8	0				
Ср	28	1	17	8	0				

Таблица 13.

Экстракт *A. proceriformis* (этилацетат) 1 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	25	6	0	96	79	17	0
2	26	1	23	5	0				
3	29	1	21	8	0				
Ср	28	1	23	6	0				

Таблица 14.

Экстракт *A. proceriformis* (этанол) 10 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	20	8	0	96	79	17	0
2	26	1	23	5	0				
3	29	1	25	5	0				
Ср	28	1	23	6	0				

Таблица 15.

Экстракт *Artemisia proceriformis* (этанол) 5 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	25	8	0	96	80	16	0
2	26	1	21	6	0				
3	29	1	25	4	0				
Ср	28	1	24	6	0				

Таблица 16.

Экстракт *Artemisia proceriformis* (этанол) 1 мг/мл

Парал- лель	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выжив- ших личи- нок в контро- ле	% выжив- ших личи- нок в образце	Смерт- ность, А,%	Нали- чие нейро- токсич- ности, %
	выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
1	30	1	21	3	0	96	88	8	0
2	26	1	27	3	0				
3	29	1	22	4	0				
Ср	28	1	23	3	0				

Анатомическое исследование A. proceriformis Krasch. (сем. Asteraceae)

Материалы и методы. При исследовании *Artemisia proceriformis* Krasch. (полынь кустарниковая) сухие образцы сырья размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [2; 4], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [1; 3].

Анатомия. Клетки верхнего эпидермиса округлые, со слабо извилистыми стенками, нижнего эпидермиса — извилисто-стенные, больше по размеру (рис. 2). Устьица аномоцитного типа (окружены 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа. Эфирно-масличные железы округлой формы, приподнимаются над поверхностью эпидермиса.

Под нижним и верхним эпидермисом просматриваются темно-окрашенные вместилища схизогенного происхождения, овальной формы, в которых отмечено накопление эфирного масла. В некоторых неспециализированных паренхимных клетках наблюдаются капли эфирного масла.

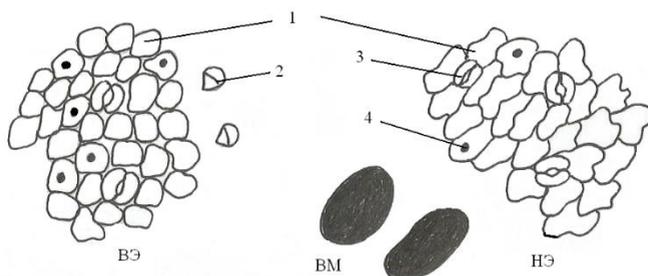
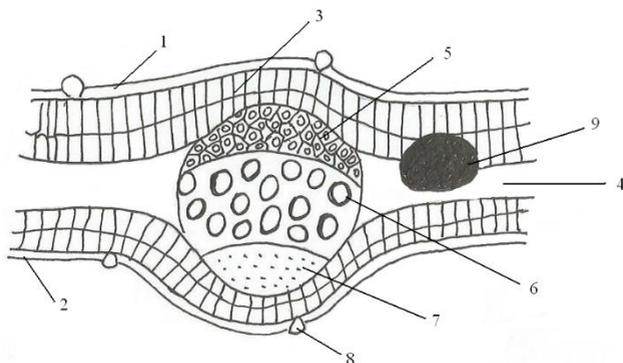


Рисунок 2 - Препарат листа *A. proceriformis* с поверхности. Ув. 10x15: ВЭ — верхний эпидермис, НЭ — нижний эпидермис, ВМ — вместилища с эфирным маслом, 1 — основные клетки эпидермиса, 2 — эфирно-масличные железы, 3 — устьица, 4 — неспециализированные паренхимные клетки с каплями эфирного масла

На поперечном срезе лист амфистоматический (столбчатый мезофил расположен под верхним и нижним эпидермисом) (рис. 3).

Эпидермис мелкоклеточный, покрыт многочисленными эфирно-масличными железками. Столбчатый мезофил двухслойный, губчатый — представлен рыхлыми паренхимными клетками. Проводящая система представлена центральными и боковыми пучками. Пучки коллатеральные, закрытые. Ксилема расположена сверху, флоэма — снизу. Сверху пучки имеют «шапку» из тяжелой склеренхимы.



**Рисунок 3. Поперечный срез листа *A. proceriformis* (схема).
Ув. 10x15: 1 — верхний эпидермис, 2 — нижний эпидермис,
3 — столбчатый мезофил, 4 — губчатый мезофил, 5 —
склеренхима, 6 — ксилема, 7 — флоэма, 8 — эфирно-масличная
железка, 9 — схизогенноеместилище**

Цветки в цветочной корзинке полыни кустарниковой многочисленные, двух типов: центральный обоополье и периферические — пестичные (рис. 4).

Обоопольный цветок — широко-колокольчатый, околоцветник сросшийся, хорошо видны 5 зубчиков в верхней части. Основание цветка — овальное, на нижней стороне виден след от крепления цветка в цветочной корзинке. поверхность покрыта многочисленными эфирно-масличными железками. пестичный цветок узко-трубчатый, эфирно-масличные железки сидячие и многочисленные. Эпидермис обоих типов цветков представлен мелкими прямоугольными клетками с прямыми стенками. Опушение не наблюдается.

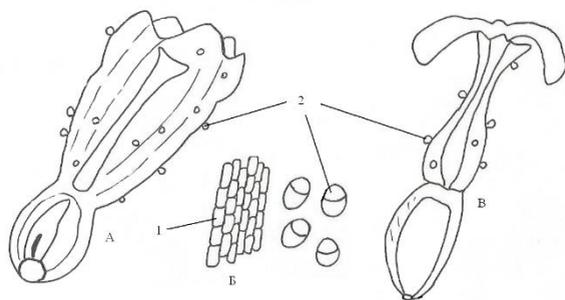


Рисунок 4. Внешний вид обоеполого и пестичного цветка *A. proceriformis*. Ув. 5x10, 10x15: А — обоеполый цветок, Б — эпидермис венчика цветка, В — пестичный цветок, 1 — основные клетки эпидермиса, 2 — эфирно-масличные железы

Листочки обертки наружные — эллиптические; внутренние — широко-эллиптические, У обоих типов центральные части травянистые, по краям — пленчатые (рис. 5).

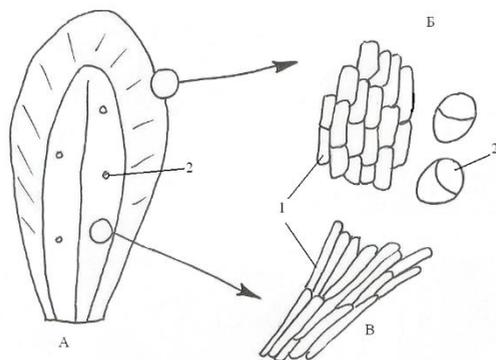


Рисунок 5. Строение эпидермиса листочков обертки *A. proceriformis*. Ув. 5x10, 10x15: А — внешний вид листочка обертки, Б — эпидермис пленчатого края, В — эпидермис травянистой части, 1 — основные клетки эпидермиса, 2 — эфирно-масличные железы

По поверхности листочков обертки разбросаны многочисленные эфирно-масличные железы, приподнимающиеся над поверхностью.

Поверхность густо опушена простыми одноклеточными трихомами, формирующими белое войлочное опушение.

Стебель на поперечном срезе округло-ребристый. По периферии стебель покрыт 1-слойным эпидермисом. Углы занимают участки уголковой колленхимы, зона хлоренхимы имеет кольцевое строение. К ней с внутренней стороны плотно прилегает эндодерма (рис. 6).

Проводящая система пучкового типа. Пучки коллатеральные, закрытые, сверху имеют тяж из склеренхимы. Центральная часть заполнена паренхимными клетками.

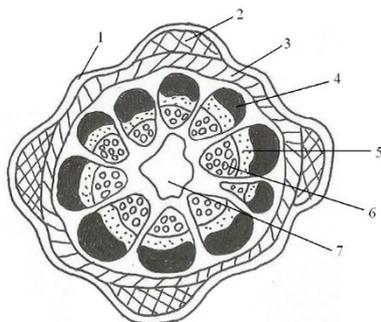


Рисунок 6. Поперечный срез стебля *A. proceriformis*.

Схема. Ув. 5x10: 1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — хлоренхима, 4 — склеренхима, 5 — флоэма, 6 — ксилема, 7 — паренхима

Таким образом, типичными элементами анатомического строения полыни кустарниковидной являются: форма клеток эпидермиса, клетки с каплями эфирного масла, размещение вместилищ и отсутствие опушения.

Список литературы:

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

5. Сүлеймен Е.М. Компоненты *Peucedanum morisonii* Bess. и их антимикробная и цитотоксическая активность // *Химия природ. соедин.*, 2009. — 45(5). — С. 710—711 [*Chemistry of Natural Compounds*, 2009. — Vol. 45- 5. — P. 710—711].
6. Сүлеймен Е.М., Ткачев А.В., Адекенов С.М. Состав эфирного масла некоторых видов полыней // *Химия природ. соедин.*, 2010. — С.115—118 [*Chemistry of Natural Compounds*, — 2010. —Vol. 46-1. — С. 135—139].
7. Флора Казахстана. Т. 9. Алма-Ата: Наука, 1966. — 520 с.
8. Sawant O., Kadam V.J., Ghosh R. In vitro Free Radical Scavenging and Antioxidant Activity of *Adiantum lunulatum* // *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*. — 2009. — № 3(2). — P. 39—44.
9. Suleimen Ye.M., Machmudah S., Ishmuratova M.Y., Sasaki M., Goto M. Composition of supercritical CO₂-extracts of *Artemisia* species from Kazakhstan / VII Международная научно-практическая конференция: сборник материалов Караганды, 2010. — С. 257—263.

5.2. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ДИФФУЗИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ИЗОАМИЛЕНОВ В ИЗОПРЕН НА НЕПОДВИЖНОМ ЖЕЛЕЗОКАЛИЕВОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Уртыков Петр Владимирович

*аспирант, Казанский Приволжский Федеральный Университет,
РФ, г. Казань*

E-mail: urtyakovpv@gmail.com

A DIFFUSION MATHEMATICAL MODEL FOR THE DEHYDROGENATION OF ISOAMYLENES TO ISOPRENE USING A FIXED BED IRON–POTASSIUM CATALYSTS

Urtyakov Petr

*post graduate student, Kazan State University,
Russia, Kazan*

АННОТАЦИЯ

Предложена математическая модель процесса дегидрирования изоамиленов в изопрен на неподвижных промышленных саморегенерирующихся железозалиевых катализаторах, которая учитывает размер и форму зерен катализатора, степень их закоксованности, коэффициент диффузии, скорость и энергию активации прямой (дегидрирование) и обратной (гидрирование) реакции, реакций крекинга и саморегенерации. Математическая модель позволяет адекватно описать физико-химические процессы для различных режимных параметров эксплуатации реактора.

ABSTRACT

A mathematical model of the process of dehydrogenation of isoamylenes in isoprene on fixed-bed industrial self-recovering Iron–Potassium catalysts. Model takes into account the size and shape of the catalyst grains, the degree of coking, the diffusion coefficient, rate and activation energy of direct (dehydrogenation) and reverse (hydrogenation) reaction, cracking reactions

and self-regeneration. The mathematical model adequately describe the physical and chemical processes for the various conditions of operation of the reactor.

Ключевые слова: Дегидрирование изоамиленов; изопрен; математическая модель; диффузия.

Keywords: Mathematical model; dehydrogenation of isoamylenes; isoprene; diffusion.

Введение

Процесс дегидрирования изоамиленов в изопрен в промышленных условиях, как правило, осуществляется в адиабатических реакторах со стационарным слоем катализатора. Для понимания физико-химической сущности процесса дегидрирования, определения условий его промышленной реализации и последующей оптимизации режимов эксплуатации химического реактора необходимо разработать его математическую модель.

В настоящей работе развивается предложенная в [2] диффузионная модель процесса дегидрирования на примере железокалиевого катализатора. Среди вторичных реакций в математической модели выделяются две наиболее существенные: разложение изоамиленов и изопрена с образованием углеводородов, углекислого газа и кокса, и реакция саморегенерации – очищение катализатора от кокса. Это позволило описать распределение физических характеристик и концентраций основных компонент реакционной смеси в реакторе (изоамиленов, изопрена, водорода, продуктов крекинга и углекислого газа), а также определить степень закоксованности катализатора.

Описание физическо-химических процессов

Процесс дегидрирования изоамиленов осуществляется в адиабатических реакторах со стационарным слоем катализатора. Реакция дегидрирования является эндотермической, обратимой и сопровождается увеличением объема вследствие выделения водорода. Дегидрирование изоамиленов проводят в присутствии водяного пара с целью подвода тепла в зону реакции, снижения парциального давления водорода [5] и удаления с поверхности катализатора продуктов олигомеризации путем их газификации [6].

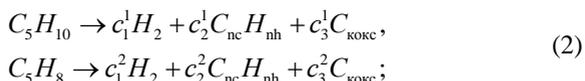
Зернистый слой реактора представляет собой бипористую среду. Эта среда составлена из зерен — гранул катализатора, в свою очередь также имеющих пористую структуру. Реакционные компоненты и тепло за счет диффузионного и теплового потоков поступают

из гранул катализатора в межзерновое поровое пространство, где проходит основной фильтрационный поток.

В математической модели учитываются реакция дегидрирования изоамиленов в изопрен:



крекинг изоамиленов и изопрена



реакция саморегенерации



Через Q , кДж/моль, обозначено количество теплоты, поглощающееся в результате реакции. Здесь $C_{nc}H_{nh}$ — продукты крекинга, химический состав (коэффициенты nc , nh) которых, а также стехиометрические коэффициенты c_i^j , $i=1,2,3$, $j=1,2$ в ходе адаптации модели приняли следующие значения: $nc=2,5$, $nh=4,6$, $c_1^1=1,09$, $c_2^1=1,7$, $c_3^1=0,75$, $c_1^2=0,09$, $c_2^2=1,7$, $c_3^2=0,75$.

Математическая модель

Разрабатываемая в данной работе математическая модель расщепляется на две взаимосвязанные подмодели. Первая из них (внешняя) описывает процессы фильтрации и тепломассопереноса в межзерновом поровом пространстве. Вторая (внутренняя) — диффузию и химические реакции внутри зерен катализатора. Внешняя служит для нахождения вектора массовых концентраций компонент $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$, кг/кг, реакционной смеси, температуры T , К, и давления p , Па, в межзерновом поровом пространстве. Индексами $i = 1..5$ здесь обозначены компоненты в следующем порядке: изоамилены, изопрен, водород, продукты крекинга, углекислый газ. В стационарном случае все эти величины зависят лишь от координаты z , м, вдоль оси реактора. Внутренняя задача служит для нахождения вектора массовых концентраций компонент $\mathbf{X} = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$, кг/кг, внутри гранулы катализатора. Компоненты этого вектора зависят как от положения z гранулы внутри реактора, так и от прос-

транственной координаты r , m , отсчитываемой от центра гранулы к ее поверхности.

Для решения внешней задачи необходимо знать кажущиеся скорости реакции $w(z)$, моль/м³с, обеспечивающие поступление (отбор) в реакционную смесь ее компонент. Кажущиеся скорости определяются через диффузионные потоки компонент из зерна и являются функционалами от вектора $\mathbf{X}(z,r)$. Наоборот, определение $\mathbf{X}(z,r)$ требует знания концентраций $\mathbf{x}(z)$, а также температуры $T(z)$ и давления $p(z)$ на поверхности гранулы, от которых зависят истинные скорости реакции. Температуру и давление, как было оговорено выше, можно считать постоянными внутри гранулы. Указанные взаимосвязи подмоделей и общая структура математической модели представлена на рис. 1.

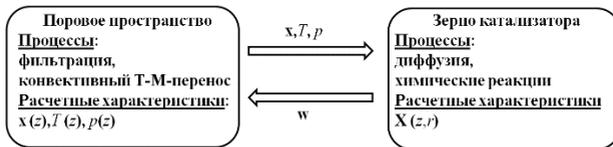


Рисунок 1. Общая структура математической модели

Рассмотрим более подробно внешнюю подмодель. Приняв схему реактора идеального вытеснения, получим для распределения концентраций реагентов вдоль реактора следующие дифференциальные уравнения

$$\frac{G}{S} \frac{dx_i}{dz} = M_i U_i, \quad i = 1..5, \quad (4)$$

с граничными условиями

$$x_i|_{z=0} = x_i^0 \sqrt{b^2 - 4ac}, \quad i = 1..5,$$

где: S — площадь поперечного сечения реактора, м²;

G — массовый расход сырья, кг/с;

M_i — молярная масса i -го газового компонента, кг/моль;

x_i^0 — массовые концентрации компонент на входе в реактор, кг/кг;

U_i , моль/м³с, — производство i -го компонента в единице объема реактора в единицу времени.

Рассмотрим внутреннюю подмодель. Для удобства перейдем к мольным концентрациям C_i , c_i , $i=1..5$ моль/м³, компонент в газе, которые связаны с их массовыми концентрациями X_i , x_i , $i=1..5$ в реакционной смеси внутри зерна и в межзерновом пространстве формулами

$$C_i = \frac{\alpha\rho}{M_i} X_i, \quad c_i = \frac{\alpha\rho}{M_i} x_i$$

где: ρ , кг/м³, — плотность газа.

Распределение компонентов внутри зерна описывается стационарными уравнениями диффузии:

$$\begin{cases} -D_1 L(C_1) = -V^{(A+)} + V^{(A-)} - V^{B1}, \\ -D_2 L(C_2) = V^{(A+)} - V^{(A-)} - V^{B2}, \\ -D_3 L(C_3) = V^{(A+)} - V^{(A-)} + c_1^1 V^{B1} + c_1^2 V^{B2} + 2V^C, \\ -D_4 L(C_4) = c_2^1 V^{B1} + c_2^2 V^{B2}, \quad -D_5 L(C_5) = V^C, \end{cases} \quad (5)$$

где: D_i , м²/с, — эффективный коэффициент диффузии i -го компонента,

L — оператор Лапласа. Фигурирующие в правых частях уравнений (5) истинные скорости реакций $V^{(A+)}$, $V^{(A-)}$, V^{B1} , V^{B2} , V^C , моль/м³с, определяются как количество молей, реагирующих за единицу времени в единице объема гранулы в реакциях дегидрирования (прямой и обратной), крекинга (изоамиленов и изопрена) и саморегенерации.

Для конкретизации задачи зададим зависимости скоростей реакций $V^{(A+)}$, $V^{(A-)}$, V^{B1} , V^{B2} , V^C от концентраций компонентов, температуры T и давления p :

$$\begin{aligned} V^{(A+)} &= \varphi k_+(T) C_1, \quad V^{(A-)} = \varphi k_+(T) \frac{C_2 C_3}{C_a(T, p)}, \\ V^{B1} &= \varphi k_{cr1}(T) C_1, \quad V^{B2} = \varphi k_{cr2}(T) C_2, \\ V^C &= (1 - \psi) k_{reg}(T) C_{нар}. \end{aligned} \quad (6)$$

Функции $k_+(T)$, $k_{cr1}(T)$, $k_{cr2}(T)$, $k_{reg}(T)$, $1/c$, $C_a(T,p)$, моль/м³, определяются по формулам

$$\begin{aligned}
 k_+(T) &= v_+ \exp\left(\frac{E_+(T-T_0)}{RTT_0}\right), \\
 C_a(T,p) &= C_{\text{пар}} \frac{p_-}{p} \exp\left(\frac{E_-(T-T_0)}{RTT_0}\right), \\
 k_{cr1}(T) &= v_{cr1} \exp\left(\frac{E_{cr1}(T-T_0)}{RTT_0}\right), \\
 k_{cr2}(T) &= v_{cr2} \exp\left(\frac{E_{cr2}(T-T_0)}{RTT_0}\right), \\
 k_{reg}(T) &= v_{reg} \exp\left(\frac{E_{reg}(T-T_0)}{RTT_0}\right),
 \end{aligned}$$

где: $R = 8.31$ Дж/моль·К — универсальная газовая постоянная;

p_- , Па, — константа равновесия основной реакции;

v_+ , v_{cr1} , v_{cr2} , v_{reg} , $1/c$, — константы скоростей, а E_+ , E_- , E_{cr1} , E_{cr2} , E_{reg} , Дж/моль, — энергии активации реакций,

$C_{\text{пар}}$, моль/м³, — мольная концентрация паров воды в газовом объеме внутри зерна.

Параметр φ представляет собой долю свободных активных центров, которую при описании промышленных данных мы будем считать установившейся. В этом случае она выражается через концентрации изоамиленов и изопрена:

$$\varphi = \frac{1}{1 + a_1 C_1 + a_2 C_2}, \quad a_i \equiv c_3^i \frac{k_{cr1}}{k_{reg} C_{\text{пар}}}. \quad (7)$$

Система уравнений (5)—(7) представляет собой внутреннюю подмодель, описывающую процессы в гранулах катализатора. Она служит для нахождения распределения в грануле мольных концентраций газовых компонент $C_i(z,r)$ и степени закоксованности катализатора $\varphi(z,r)$.

Оценка работы реактора проводится по коэффициентам ВП, % масс, — выход целевого продукта в расчете на пропущенное сырье

и ВР, % масс, — выход целевого продукта в расчете на разложенное сырье, определяемым по концентрациям изоамиленов и изопрена

$$ВП = \frac{x_2 - x_2^0}{x_1^0} \cdot 100\% , \quad ВР = \frac{x_2 - x_2^0}{x_1^0 - x_1} \cdot 100\% .$$

В работе представлен общий вид модели, однако то, в каких пропорциях участвуют в реакции крекинга изоамилены и изопрен, доподлинно неизвестно. Поэтому, в процессе исследований, для определенности, рассматривались две альтернативные модели, предполагающие преимущественный крекинг изопрена или изоамиленов. Второй вариант модели оказался более предпочтительным ввиду лучшего качества описания, как лабораторных экспериментов, так и результатов эксплуатации промышленных реакторов, с помощью одинакового набора параметров математической модели. Поэтому далее все результаты будут приведены именно для варианта модели, предполагающего отсутствие крекинга изопрена.

Адаптация и тестирование модели

Представленная математическая модель включает одиннадцать адаптационных параметров: D , v_+ , E_+ , p_+ , E_- , v_{cr} , E_{cr} , v_{reg} , E_{reg} , γ , Q . Их нахождение производилось методом подбора с целью наилучшего описания фактических данных для каждого типа катализатора.

В качестве примера описания лабораторных данных рассмотрим испытания катализатора КДО, при которых использовалось 40 см³ фракции катализатора диаметром 2-3 мм. Полученные в результате анализа лабораторных данных значения искомых параметров модели представлены в таблице 1. Здесь G_0 , ч⁻¹, — объемная скорость подачи сырья, связанная с массовым расходом G формулой

$$G_0 = \frac{3600G}{V\rho^*} ,$$

где: V — объем реактора,

$\rho^* = 650 \text{ кг/м}^3$ — плотность сырья при нормальных условиях.

Из представленных данных можно сделать вывод о хорошем качестве описания математической моделью зависимости выходных характеристик от температуры и нагрузки по сырью.

Таблица 1.

Экспериментальные и теоретические данные по активности и селективности

№	<i>M</i>	<i>T</i> , °C	G_0 , ч ⁻¹	ВП _{эксп}	ВП _{теор}	ВР _{эксп}	ВР _{теор}
1	5.2	600	1	49.8	49.68	89.47	89.5
2	5.2	610	1	53.3	53.22	88.7	88.49
3	5.2	615	1	54.5	54.8	87.5	87.9
4	5.2	625	1	57.3	57.54	87	86.6
5	5.2	615	1	54.1	54.8	87.4	87.9
6	5.2	600	1	49.8	49.68	89.47	89.5
7	5.2	600	0.75	52.6	52.64	88.4	88.3
8	5.2	600	0.55	53.6	53.73	87.2	86.45
9	5.2	600	0.75	52.7	52.64	88.5	88.32
10	5.2	600	1	49.8	49.68	89.47	89.5
11	5.2	600	1.25	45.3	46.25	90	90.15
12	5.2	600	1.35	43.9	44.89	92.1	90.34

Для оценки погрешности описания промышленных данных рассмотрим работу реакторов проточного типа на 8, 17 и 50 тонн катализатора, использовавшихся для производства изопрена в ОАО «Нижнекамскнефтехим».

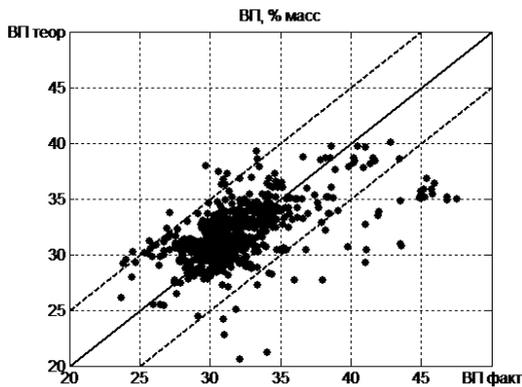


Рисунок 2. Сравнение теоретических и фактических данных по ВП для промышленных реакторов

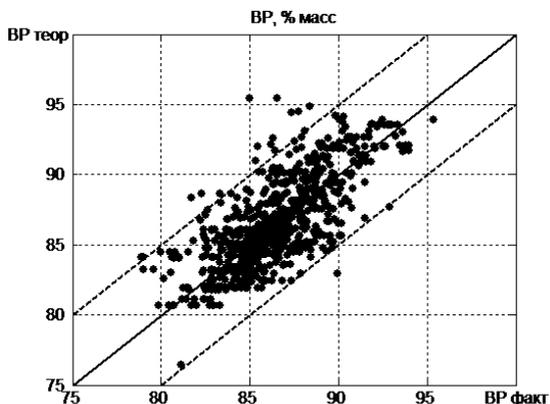


Рисунок 3. Сравнение теоретических и фактических данных по ВР для промышленных реакторов

На рисунках 2, 3 точками изображены пары значений (ВП факт, ВП теор) и (ВР факт, ВР теор) в соответствующей плоскости для реакторов. Идеальному соответствию теории с экспериментом отвечает прямая, проходящая через нуль с единичным наклоном. На рисунке она изображена сплошной линией. Пунктирные линии отвечают отклонению теории от эксперимента на 5 % масс. Как видно из представленных на рис. 2, 3 данных согласие теории с экспериментом оказывается хорошим для всех трех рассмотренных реакторов. Небольшое количество точек, лежащих в нижней части рисунков обусловлено фактическими данными за 1—2 дня, следующими за датами регенерации катализатора в реакторе. Они в принципе не могут быть описаны в рамках данной квазистационарной модели.

Выводы

1. Предложена и адаптирована по лабораторным и промышленным данным математическая модель дегидрирования изоамиленов в реакторах с неподвижным слоем катализатора, учитывающая размер гранул катализатора и степень его закоксованности, эффективный коэффициент диффузии, константы скоростей и энергии активации основной реакции, реакции крекинга и саморегенерации, накопление невымываемого кокса.

2. Предложенная модель способна описать имеющийся обширный фактический материал по эксплуатации промышленных адиабатических реакторов проточного типа с неподвижным слоем катализатора.

3. Установлено, что предположение о преимущественном крекинге изоамиленов позволяет более качественно описать на основе математической модели известные факты.

4. Измеренные в лаборатории скорость реакций дегидрирования и крекинга изоамиленов, положение равновесия и энергии активации прямой и обратной ветви основной реакции можно непосредственно использовать при моделировании работы промышленных реакторов.

Список литературы:

1. Борсков Г.К. Гетерогенный катализ М.: Наука, 1986.
2. Егоров А.Г., Ламберов А.А., Дементьева Е.В., Уртяков П.В. О диффузионной модели процесса дегидрирования изоамиленов в изопрен с использованием железокалиевых катализаторов // Катализ в промышленности. — 2011. — № 5. — С. 54.
3. Ивашкина Е.Н., Францина Е.В., Романовский Р.Е., Долганов И.М., Иванчина Э.Д., Кравцов А.В. Разработка методики увеличения ресурса работы катализатора дегидрирования высших парафинов на основе нестационарной кинетической модели реактора // Катализ в промышленности. — 2012. — № 1. — С. 40.
4. Краснов К.С., Воробьев Н.К., Годнев И.Н. и др. Физическая химия. М.: Высш. шк., 2001.
5. Крылов О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов / О.В. Крылов М.: ИКЦ «Академкнига», 2004.
6. Meima G.R. Catalyst deactivation phenomena in styrene production / R.G. Meima, M. Govind // Applied Catalysis A: General. — 2001. — Vol. 212. — P. 239.

СЕКЦИЯ 6.
НАУКИ О ЗЕМЛЕ

6.1. ГЕОФИЗИКА

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КРЫМА**

Курбасова Галина Сергеевна

*канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник
Крымской астрофизической обсерватории,
РФ, п. Научный, Крым
E-mail: gskurb@gmail.com*

Вольвач Александр Евгеньевич

*д-р физ.-мат. наук, зав. лабораторией радиоастрономии
Крымской астрофизической обсерватории,
РФ, п. Научный, Крым
E-mail: volvach@meta.ua*

**LONG-TERM CHANGES
OF THE GEOMAGNETIC FIELD OF CRIMEA**

Kurbasova Galina

*candidate of Sciences,
Leading Researcher Crimean Astrophysical Observatory,
Russia, Science, Crimea*

Vol'vach Alexander

*Dr. of Sciences, Head. laboratory of Radio Astronomy
Crimean Astrophysical Observatory,
Russia, Science, Crimea*

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждаются результаты анализа среднегодовых характеристик геомагнитного поля в Крыму. Данные для анализа вычислены за период с 1900 по 2014 год с помощью Международной геомагнитной модели IGRF-11. Сделан вывод о возрастании общей напряжённости геомагнитного поля в Крыму со временем в северо-восточном направлении.

ABSTRACT

The paper discusses the results of the analysis of average characteristics of the geomagnetic field in the Crimea. Data for the analysis were calculated for the period from 1900 to 2014 through the International geomagnetic model IGRF-11. It is concluded that an increase in the total intensity of the geomagnetic field in Crimea with time in a northeasterly direction.

Ключевые слова: магнитное поле; Крым.

Keywords: magnetic field; Crimea.

Введение. Возросший за последнее время интерес к изучению магнитного поля Земли объясняется рядом факторов, из которых следует отметить такие как: ускоренное движение магнитных полюсов, убыль напряжённости магнитного поля и вытекающая из этого угроза для жизни на Земле, возможность изучения процессов в ядре Земли с помощью измерений характеристик магнитного поля, многогранную роль магнитного поля в обменных процессах происходящих в солнечно-земных взаимосвязях.

Математическим описанием изменений параметров геомагнитного поля является созданная в настоящее время Международная модель — результат совместных усилий отдельных исследователей и научных организаций по изучению магнитного поля, участвующих в сборе и распространении данных о магнитном поле со спутников и наземных обсерваторий по всему миру.

Для анализа структуры и пространственно-временных изменений геомагнитного поля в 4 крайних точках Крыма и п. Кара-Даг за период 1900—2014 года авторы использовали калькулятор для расчётов магнитного поля в заданном пункте по Международной геомагнитной модели (The International Geomagnetic Reference Field, IGRF-11) [8].

Кроме определения долговременных пространственно-временных изменений характеристик геомагнитного поля в Крыму, исследовалась возможность существования связи изменений характеристик геомагнитного поля с глобальными геодинамическими,

гелиофизическими и атмосферными аномалиями. Наряду с анализом изменений характеристик геомагнитного поля в крайних пунктах полуострова (на севере — п. Перекоп, на юге — п. Кара Мрун, на востоке — п. Фонарь, на западе — п. Сарыч), в анализе использовались характеристики геомагнитного поля п. Кара- Даг [2; 5].

Локальные геомагнитные поля. Включение в анализ характеристик геомагнитного поля п. Кара-Даг вызвано обнаруженными ранее авторами настоящей работы аномалиями локальной инсоляции. Так скорость роста инсоляции п. Кара-Даг по данным 22-х летнего тренда за период 1983—2005 годы, составила $2,69 \text{ кВт}\cdot\text{ч} / \text{м}^2$ за столетие, что более чем в 2 раза превышает темпы роста инсоляции в других районах Крыма. Кроме того, обнаружены противоположные тенденции изменения температуры воздуха на высоте 10 м и температуры земли, что свидетельствуют об аномалиях в локальных геофизических и атмосферных процессах п. Кара- Даг.

Анализ графиков составляющих векторов магнитного поля в 5 точках Крыма определяет общие тенденции изменений для каждой составляющей: горизонтальные и северные компоненты магнитного поля убывают со временем, а восточные, вертикальные компоненты и общее магнитное поле — возрастают. Для анализа использовались данные о многолетних изменениях горизонтальной составляющей и общего магнитного поля в виду отсутствия каких-либо особенностей в изменениях остальных характеристик. На рисунке 1 приведены графики общего геомагнитного поля и горизонтальной составляющей в 5 пунктах Крыма.

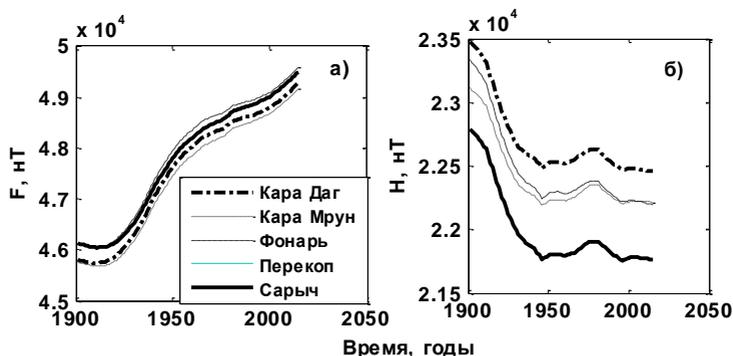


Рисунок 1. Графики характеристик геомагнитного поля в 5 пунктах Крыма: а) — напряжённость общего геомагнитного поля F , б) — горизонтальная составляющая геомагнитного поля H

Графики на рисунке 1, выделенные сплошной линией, относятся к геомагнитному полю в п. Перекоп (крайний северный) и п. Саргыч (крайний южный), расположенным на одной и той же долготе. В этих пунктах наблюдается минимальная (по сравнению с остальными пунктами) горизонтальная составляющая. В то же время, горизонтальная составляющая в п. Кара-Даг превосходит все остальные (см. рис. 1, б)), что, по всей вероятности, связано с особыми локальными геофизическими условиями.

Уже более века продолжается изучение геологии Кара-Дага. В конце XIX в. начинают появляться первые сведения по геологии вулканической группы Кара-Дага. Предположение о том, что она является крупным размытым слоистым вулканом, высказал А.А. Прозоровский-Голицын.

Исследователями структуры Кара-Дага сделан вывод относительно его сложного строения.

Установление когерентных связей. В анализе спектрального состава исходных данных использовался метод спектральных оценок, обладающих высокой разрешающей способностью для ограниченных последовательностей данных [3]. В постановку задачи входило установление когерентности локальных изменений характеристик геомагнитного поля и таких глобальных процессов как вращение Земли, солнечная активность, глобальная температура.

Согласно этому методу, установление взаимной корреляции между двумя (одноканальными) процессами состоит в вычислении функции взаимной (двухканальной) спектральной плотности мощности (СПМ), которая представляет собой дискретно-временное преобразование Фурье взаимной корреляционной функции r_{xy} в виде

$$P_{xy}(f) = T \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} r_{xy}[k] \exp(-j2\pi fkT), \quad (1)$$

где: x и y — одноканальные процессы,

f — частота,

T — интервал времени.

Комплексное безразмерное выражение функции когерентности имеет вид

$$F_{xy}(f) = P_{xy}(f) / \sqrt{P_{xx}(f)} \sqrt{P_{yy}(f)}. \quad (2)$$

Для измерения сходства (как функции частоты) двух сигналов вычисляем квадрат модуля когерентности (КМК) в виде

$$КМК(f) = |F_{xy}(f)|^2 \quad (3)$$

и фазовый спектр когерентности

$$\theta(f) = \arctg \left[\frac{\text{Im}\{F_{xy}(f)\}}{\text{Re}\{F_{xy}(f)\}} \right]. \quad (4)$$

Величина КМК (3) заключена между 0 (для частот, на которых отсутствует когерентность между каналами) и 1 (для частот, на которых каналы полностью когерентны). Фаза когерентности (4) характеризует отставание или опережение по фазе в канале **X** по отношению к каналу **Y** как функцию частоты.

Проведём анализ результатов применения изложенного выше метода для обнаружения когерентных вариаций характеристик локального геомагнитного поля в Крыму и некоторых параметров глобальных геодинамических, гелиофизических и атмосферных процессов. В качестве исходных данных о локальных характеристиках геомагнитного поля выберем п. Кара-Даг. Как следует из анализа графиков на рисунке 1, а), тенденции изменения геомагнитного поля на остальных четырёх пунктах аналогичны.

Одним из главных глобальных геодинамических процессов, влияющих на изменения локальных геофизических и атмосферных характеристик, является вращение Земли вокруг своей оси и её положение на орбите. Для установления когерентных колебаний использовались данные о геомагнитных характеристиках в п. Кара-Даг и среднегодовые величины отклонений длительностей суток от стандартных (86400 сек.) LOD (length of day), публикуемые Международной службой вращения Земли (IERS — International Earth Rotation Service) [7].

Анализ графиков на рисунке 2, б) позволяет предположить о существовании статистической связи между вариациями с периодом 25 лет в данных о горизонтальной составляющей магнитного поля в п. Кара-Даг Н (рис. 1, б) и отклонениями длительностей суток от стандартных LOD (рис. 2, а). Кроме того, установлена когерентность вариаций с периодом 66.7 год в данных LOD и общего магнитного поля F в п. Кара-Даг.

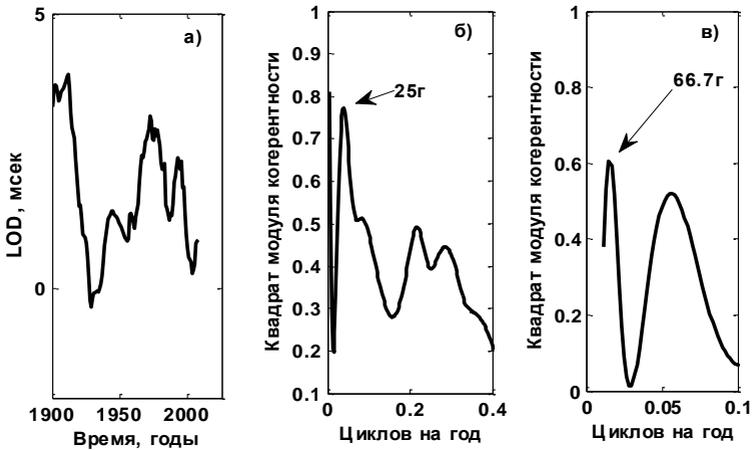


Рисунок 2. Графики: а) — отклонения длительности суток от стандартных LOD; б) — квадрат модуля когерентности LOD и H; в) — квадрат модуля когерентности LOD и F

Современные научные гипотезы не отрицают факт существования синхронных колебаний в локальных и глобальных процессах [1].

Земля непрерывно получает от Солнца почти неизменный поток энергии, обеспечивающий наблюдаемый уровень освещённости и среднюю температуру её поверхности. Однако количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, распределяется неравномерно и зависит, прежде всего, от положения Земли на орбите, скорости её вращения, локальных и региональных условий. Колебания земных условий существенно зависят от солнечной активности.

Под активностью Солнца, прежде всего, понимают рост числа солнечных пятен и процессы его сопровождающие. В цепочке солнечно-земных взаимодействий влияние солнечной активности на внешние и внутри земные процессы проявляется в событиях, период повторения которых составляет в среднем 11 лет. Региональные и локальные условия влияют на результат воздействия солнечной активности. Проведенный нами анализ обнаружил высокую когерентность изменения из года в год напряжённости общего магнитного поля в п. Кара-Даг с изменениями из года в год числа солнечных пятен. На рисунке 3, а) приведен график КМК. Максимальное значение КМК соответствует вариациям с периодом 10.5 лет. Десятилетние вариации обнаружены ранее в экспериментальных данных некоторых геодинамических, геофизических и гелиофизических

процессов [6]. Их когерентность с вариациями в данных о локальном геомагнитном поле Крыма обсуждается впервые.

Связь локальных климатических и геофизических характеристик с многолетними изменениями глобальной температуры Земли в настоящее время является предметом дискуссий. Отсутствие знаний о многолетнем механизме этой связи дополняется гипотезами и анализом эмпирических данных.

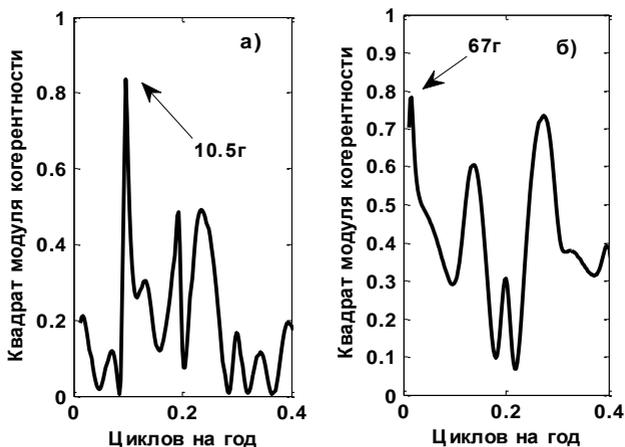


Рисунок 3. Квадрат модуля когерентности данных об изменениях из года в год общего магнитного поля в п. Кара-Даг и а) — числа солнечных пятен [9], б) — среднегодовых глобальных аномалий температуры [10]

Анализ данных за период 1900—2014 годы обнаружил высокую когерентность изменения из года в год напряжённости общего магнитного поля п. Кара-Даг с изменениями из года в год среднегодовых величин глобальных аномалий температуры (см. рис. 3, б) для вариаций с периодом 67 лет. Этот результат согласуется с выводами, опубликованными в работе [4], о едином механизме генерации многолетних вариаций с периодами в диапазоне 65—70 лет в глобальной температуре, изменениях углового момента ядра Земли, скорости вращения Земли. При этом предполагается, что геомагнитное поле может поддерживать этот процесс.

Многолетние локальные изменения общего геомагнитного поля в Крыму (см. рис. 4) определяют общую тенденцию его эволюции: рост

со временем в северо-восточном направлении. Исходные данные для графика вычислены на сетке $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ с последующей интерполяцией.

Выводы.

1. Связь локальных климатических и геофизических характеристик с вращением Земли не подлежит сомнению. Однако её детали для каждого экономически важного пункта Крыма, в силу разнообразия ландшафта, техногенных условий и пр., должны находиться под контролем регулярных наземных и космических наблюдений.

2. Анализ многолетних изменений геомагнитного поля в п. Кара-Даг не прояснил причину аномального роста инсоляции и температуры земли в этом пункте.

В то же время, горизонтальная составляющая п. Кара-Даг превосходит все остальные (см. рис. 1, б)), что, по всей вероятности, связано с особыми локальными геофизическими условиями.

3. Обнаруженные долгопериодические когерентные колебания характеристик локального геомагнитного поля и глобальных изменений длительности суток, солнечной активности, аномалий глобальной температуры подтверждают гипотезу о существовании общего механизма локальных и глобальных колебаний. Изучение многолетних связей локальных и глобальных природных процессов необходимо для построения более точных экологических и климатических прогнозов.

4. Общая напряжённость геомагнитного поля в Крыму за период 1900—2014 годы возрастает в северо-восточном направлении.

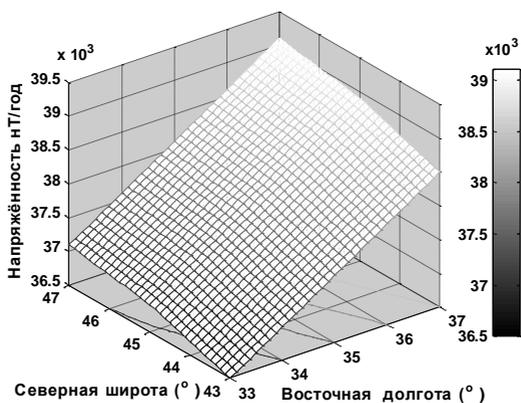


Рисунок 4. Общая напряжённость геомагнитного поля в Крыму за период 1900—2014 годы

Список литературы:

1. Берри Б.Л. Синхронные процессы в оболочках Земли и их космические причины // Вестник МГУ. — 1991. — Сер. 5, — № 1. — С. 20—27.
2. Курбасова Г.С., А.Е. Вольвач Вейвлет-анализ наземных и космических измерений локальной инсоляции // Космическая наука и технология. — 2014. — Т. 20. — № 4. — С. 42—49.
3. Марпл С.Л. мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990. — 584 с.
4. Dickey, Jean O., Steven L. Marcus, Olivier de Viron Air Temperature and Anthropogenic Forcing: Insights from the Solid Earth. //J. Climate. — 2011. — № 24 — P. 569—574.
5. Kurbasova G.S., Volvach A.E. The insolation anomalies on the Crimean peninsula with observations from space // CriMiCo2014, Conference Proceedings Sevastopol: Weber Publishing. — 2014. — Vol. 2. — P. 1085—1086.
6. Kurbasova G.S., Korsun A.A., Rykhlova L.V., Rybalova M.N., Shlikar G.N. Statistical Correlations between 10 Year Variations of Annual Mean Geodynamical, Geophysical, and Heliophysical Data. //Astronomy Reports. — 1997. — Vol. 41, — № 1. — P. 128—134.
7. IERS Web site map, Data Products. — 2014. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://hpiers.obspm.fr/>.
8. NGDC Geomagnetic Calculators. — 2014. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ngdc.noaa.gov>.
9. Table Data: SIDC — Solar Influences Data Center. — 2014. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.sidc.be/silso/datafiles>.
10. Table Data: Global and Hemispheric Monthly Means and Zonal Annual Means. — 2014. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata>.

6.2. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА САХАЛИН

Белянина Яна Павловна

*старший преподаватель кафедры геологии и природопользования
Технического нефтегазового института,
РФ, г. Южно-Сахалинск
E-mail: yana-b@inbox.ru*

ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE LANDSCAPES OF THE SOUTH-EASTERN PART OF SAKHALIN ISLAND

Belyanina Yana

*senior lecturer of the Department of Geology and nature management,
oil & gas technical Institute,
Russia, Yuzhno-Sakhalinsk*

АННОТАЦИЯ

Хозяйственное освоение ландшафтов юго-восточной части острова Сахалин приводит к их изменению, что негативно отражается на состоянии природных комплексов. Пространственно-территориальная структура и многообразии ландшафтов юго-восточной части острова Сахалин связана с особенностями рельефа. Этот фактор влияет и на интенсивность хозяйственной деятельности человека при освоении исследуемой территории. Из общей площади ландшафтов 2626,72 км², нарушенные хозяйственной деятельностью человека земли занимают 251,54 км² (9,57 %). В работе предлагается ряд мероприятий по охране ландшафтов.

ABSTRACT

Economic development of the landscapes of the South-Eastern part of Sakhalin island leads to a change that is detrimental to the condition of natural complexes. Spatial structure and diversity of the landscapes of the South-Eastern part of Sakhalin island associated with topography. This factor affects the intensity of human activity during the development

of the study area. Of the total area of landscape 2626,72 km² disturbed by human economic activity, land covers 251,54 km² (to 9,57 %). The paper proposes a number of measures for the protection of landscapes.

Ключевые слова: ландшафты; антропогенная деятельность; категории земель.

Keywords: landscapes; human activity; land category.

Влияние человеческой деятельности на ландшафты приводит к их изменению. Последствиями таких изменений является обратное воздействие природных комплексов на хозяйственную деятельность человека.

В результате воздействия на ландшафт ухудшается качество природно-территориальных комплексов, изменяется их строение, состояние, сокращаются природные ресурсы ландшафтов, ухудшается экологическая обстановка на данной территории, сокращается количество и качество продукции в ходе деятельности.

Целью данной работы является оценить современное состояние ландшафтов юго-восточной части острова Сахалин и предложить мероприятия по сохранению природных комплексов.

Природные комплексы юго-восточной части острова Сахалин, общей площадью 2626,71 км² отнесены к трем классам: равнинные, горные и предгорные ландшафты. В пределах этих классов выделяются 43 вида ландшафтов, объединенных в 18 родов и 9 типов.

Наиболее распространены и подвержены хозяйственной деятельностью равнинные ландшафты (2082,63 км²), площадь горных ландшафтов составляет 46,53 км², предгорных — 191,93 км².

Изменения в ландшафтах в конечном итоге зависят от естественных факторов, антропогенных воздействий и свойств самого природного комплекса. Естественные факторы характеризуются зональными условиями, периодом их проявлений и амплитудой колебаний; в таких условиях геосистемы находятся в устойчивом состоянии.

К антропогенным факторам относятся: воздействие инженерных сооружений, технология производства, вид использования природного комплекса. Данные факторы могут вызвать необратимые изменения в ландшафте. Антропогенные воздействия делят на пассивные и активные. Пассивными воздействиями считают, когда сооружения не оказывают на ландшафт большого влияния, а обмен веществом и энергией между ними минимален [1, с. 65], (Рисунок 1).



Рисунок 1. Пассивное воздействие на ландшафты

Пассивное воздействие перейдет в активное в случае нарушения равновесия между техногенным фактором и ландшафтом. Например, после строительства техногенного сооружения на склоне могут проявиться смыв почв или оползни. Активное воздействие выражается в изъятии из ландшафта или привнесении в него вещества или энергии. Например, в результате добычи угля открытым способом в карьерах происходит активное изъятие вещества из природы в крупных масштабах [1, с. 65], (Рисунок 2).



Рисунок 2. Угольный карьер п. Новиково

При воздействии человека на ландшафт наибольшему изменению подвергаются компоненты окружающей природной среды (почва, водный режим, растительный и животный мир). Их преобразование вызывает обратимые изменения в геосистеме. Необратимые изменения в природно-территориальном комплексе последуют после нарушения твердого фундамента, рельефа, климата, так как через эти компоненты извне поступает вещество и энергия. Изменение твердого фундамента и мезорельефа формирует новые геосистемы, антропогенного типа (отвалы, карьеры, овраги и др.) (Рисунок 3) и оказывает влияние

на компоненты окружающей природной среды. Антропогенные геосистемы изменяются, но скорость их трансформации превосходит темпы изменений, происходящих в естественных условиях, так как воздействие человека изменило условия поступления или расхода вещества и энергии, что повлияло на интенсивность природных процессов [1, с. 65].



Рисунок 3. Песчано-гравийный карьер пос. Пригородное

На территории равнинных ландшафтов преобладают земли сельскохозяйственного назначения (92,34 км²), земли населенных пунктов (38,28 км²), осуществляется разработка по добыче угля, в период с 2005 по 2009 гг. проводилось строительство завода по сжижению природного газа, строительство полигона ТБО (69,64 км²), земли специального назначения составляют 51,28 км² (Таблица 1).

Таблица 1.

Распределение земель юго-восточной части о. Сахалин по категориям (составлена по данным отчета Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Сахалинской области, 2013 г.)

Категории земель	Площадь, км ²	% от общей площади территории
Общая площадь территории юго-восточной части о. Сахалин	2626,72	100,00
в т. числе:		
земли сельскохозяйственного назначения	92,34	3,51
земли населенных пунктов	38,28	1,45
нарушенные земли (полигоны отходов, карьеры и др.)	69,64	2,65
земли специального назначения	51,28	2,00

природные ландшафты, нетронутые хозяйственной деятельностью человека	2375,18	90,42
в т. числе:		
земли особо охраняемых природных территорий	447,92	17,05
земли рекреационного и историко-культурного наследия	0,79	0,03

Для сохранения уникальных природных ландшафтов на исследуемой территории в настоящее время создана сеть ООПТ: 1 государственный природный биологический заказник, 1 лечебно-оздоровительная местность и курорт; 7 памятников природы. Площадь ООПТ составляет 447,92 км².

С целью рационального природопользования ландшафтов юго-восточной части острова Сахалин предлагаются следующие мероприятия:

1. Провести ландшафтно-функциональное зонирование следующих ООПТ: памятник природы «Озерский Ельник», памятник природы «Озеро Тунайча», памятник природы «Бухта Чайка», а также картирование всех ООПТ района исследования.

2. Усилить меры охраны и контроль за состоянием природных ландшафтов ООПТ района исследования (еженедельно проводить оперативные рейды в целях охраны ценных объектов животного и растительного мира, контроль за движением автотранспорта по территории памятников природы).

3. Осуществлять мониторинг природных комплексов ООПТ в рамках деятельности лабораторий САХНИРО и лаборатории островных экологических проблем ИМГиГ ДВО РАН.

4. Проведение лесоустроительных работ, наблюдений за состоянием лесных ресурсов исследуемой территории, а также работами по лесовосстановлению и пожароустойчивости территории.

5. Проводить контроль за состоянием объектов историко-культурного наследия.

Список литературы:

1. Соболева Н.П., Язиков Е.Г. Ландшафтоведение: учебное пособие Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. — 175 с.

6.3. ГЕОЭКОЛОГИЯ

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В ГОРОДАХ РОССИИ

Гапонов Дмитрий Александрович
канд. геол.-мин. наук, ст. преп. ЮФУ,
РФ, г. Ростов-на-Дону
E-mail: geophysics@land.ru

Курилова Анна Эдуардовна
магистрант ЮФУ,
РФ, г. Ростов-на-Дону
E-mail: a-kurilova91@mail.ru

PROBLEMS OF STUDYING ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT IN CITIES RUSSIA

Gaponov Dmitry
cand. geol.-min. science, senior lecturer SFU,
Russia, Rostov-on-Don

Kurilova Anna
SFU graduate student,
Russia, Rostov-on-Don

АННОТАЦИЯ

В статье приведён аналитический обзор результатов исследований электромагнитных полей на урбанизированных территориях, выполненных в России за последнее время. Выделены некоторые основные проблемы изучения и мониторинга электромагнитной обстановки.

ABSTRACT

This paper presents some results of research of electromagnetic fields in the urbanized territories of Russia in recent years. It also considers some basic problems of studying and monitoring of electromagnetic environment.

Ключевые слова: электромагнитные поля; электромагнитная обстановка; программное обеспечение; специализированное оборудование.

Keywords: electromagnetic fields; electromagnetic environment; software; specialized equipment.

Техногенные электромагнитные поля (ЭМП) различных частот оказывают влияние на здоровье человека и окружающую природную среду. Оно проявляется через нарушение естественных процессов функционирования клеток организма, либо в виде нагрева тканей при протекании в них емкостных или индукционных токов, что может приводить к различным последствиям: от небольших функциональных сдвигов до развития патологий [3; 30].

На конкретной территории электромагнитные поля различного диапазона частот в совокупности формируют электромагнитную обстановку. Её изучение является обязательным при инженерно-экологических изысканиях под строительство, при аттестации рабочих мест, при составлении санитарно-гигиенических паспортов зданий по электромагнитной безопасности [6; 13; 18—23; 27]. Исследования проводят расчётными методами, либо путём измерения нормируемых параметров: напряжённости электрической и магнитной составляющих ЭМП, магнитной индукции, плотности потока энергии. Наблюдаются как уровни высокочастотных электромагнитных полей, создаваемых радиопередающими устройствами, так и низкочастотных полей, источниками которых являются линии электропередач, электротранспорт, бытовые приборы и другие источники. Особое внимание уделяют полям базовых станций сотовой связи и полю промышленной частоты (50 Гц). Следует заметить, что низкочастотные ЭМП генерируются и автомобильным транспортом [7]. Установлены максимальные значения напряжённости поля вдоль оживлённых автодорог: по электрической составляющей она достигает 6 В/м, а по магнитной — 2,97 А/м при интенсивности потока 58 авто/мин.

Проблемами изучения электромагнитной обстановки в России занимаются уже более 20 лет. За это время появились такие понятия как «электромагнитная экология», «электромагнитная безопасность», «электромагнитное загрязнение». Выделены четыре вида мониторинга ЭМП [14]: электромагнитный мониторинг для оценки санитарно-гигиенического состояния окружающей среды, геоэкологический электромагнитный мониторинг, социально ориентированный

электромагнитный мониторинг и оперативный электромагнитный мониторинг.

Исследования техногенных ЭМП априори приурочены к городским территориям. Процесс урбанизации связан с развитием телекоммуникационных сетей, с ростом класса напряжения электросетей, плотности размещения распределительных сетей, дальности электропередач, что в свою очередь приводит к усилению воздействия ЭМП на человека и окружающую среду. Поэтому и с электромагнитным загрязнением в первую очередь столкнулись в мегаполисах. В настоящее время одной из передовых организаций, занимающихся данной проблемой в Москве, является Центр электромагнитной безопасности. На его базе постоянно ведутся различные исследования ЭМП и к настоящему времени измерения в диапазоне промышленной частоты 50 Гц и радиочастотном диапазоне 300 кГц — 3 ГГц выполнены более чем на 1500 источниках в Москве и 220 базовых станциях сотовой связи в московском регионе [8]. На территории Ленинградской области, наряду с территориальным Управлением Роспотребнадзора, осуществляющим контроль за электромагнитной обстановкой и публикующим собранные данные в ежегодных докладах [15], собственные исследования проводят в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете [16].

Расчётный метод, по сравнению с натурными наблюдениями, является относительно простым и дешёвым способом изучения ЭМП от линейных источников. Сотрудниками Сибирского федерального университета в [17] показана методика расчёта напряжённости электрического и магнитного полей на примере ЛЭП высокого напряжения (220 кВ), проходящей через жилой массив «Зелёная роща» г. Красноярск. Полученные результаты проверены полевыми измерениями. Отклонение в значениях не превышало 5 %.

Процесс изучения электромагнитной обстановки часто сопровождается разработкой нового оборудования и программного обеспечения. Например, в Тольяттинском государственном университете разработана компьютерная программа “Electro-City-Test”, с использованием которой построены карты электромагнитных полей по результатам серии наблюдений на территории городов Самара, Тольятти, Жигулевск [4].

Исследования, проведённые в г. Владивосток [1], показали несовпадение результатов натуральных наблюдений и расчётного прогнозирования электромагнитного загрязнения, выполненного с помощью программного комплекса анализа электромагнитной обстановки (ПК АЭМО), разработанного Самарским отраслевым НИИ

Радио. Причинами такого результата явились: несовершенство измерительных приборов и сложность рельефа города. Поэтому в Дальневосточном федеральном университете (ДВФУ) ведётся разработка геоинформационных систем, позволяющих учитывать рельеф местности при расчёте защитных зон для передающих радиотехнических объектов, работающих в стандартах GSM/DCS/UMTS/LTE. В частности, система реализована при строительстве кампуса ДВФУ на о. Русский [28].

Экспериментальные исследования по выявлению максимальных значений напряжённости электрической и магнитной составляющих в зоне влияния электросетей напряжения 220 и 500 кВ проведены в г. Братск. С помощью аппаратно-программного комплекса «ПРИЗНАК-10М» решена проблема измерения электромагнитного поля эллиптической поляризации [29].

В Ульяновском государственном техническом университете в среде Borland Delphi разработан специальный программный пакет для обработки данных мониторинга ЭМП. На созданную с помощью программы MapInfo Professional векторную карту г. Ульяновск нанесены результаты измерений автономными мобильными измерительными терминалами уровней ЭМП от сетей сотовой связи стандарта GSM [10].

На ряде энергетических и промышленных объектов Республики Татарстан проведены тестовые мониторинговые исследования электромагнитной обстановки с помощью мобильного экспериментального комплекса, который, согласно ожиданиям разработчиков, должен превзойти существующие аналоги по большинству параметров и характеристик [2].

Своеобразный картографический анализ проведён в лаборатории урбэкологии Саратовского государственного университета [25]. С помощью программы MapInfo Professional построена карта расположения всех наиболее значимых источников ЭМП М 1 : 2000. Анализ показал, что значительное количество жилых домов старой застройки, приуроченных к центральной части города, попадает в защитные зоны различных источников ЭМП.

Примером изучения электромагнитной обстановки на территориях жилых и застраиваемых районов, прилегающих к передающим местам развёртывания радиотехнических средств военно-морского флота и противовоздушной обороны, являются исследования проведённые в Севастополе ещё в 1990 г. [26]. В ходе обследования были выявлены области облучения жилой застройки и принят ряд мер, направленных на изменение ситуации. В частности работа 4 из 9 объектов

войск ПВО была ограничена, а управлению архитектуры и градостроительства дано указание вести проектирование с учётом санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки вблизи военных объектов.

Следует отметить, что наблюдения за ЭМП проводятся не только в жилых и промышленных районах, но и в рекреационных зонах. Так в Перми изучение электромагнитной обстановки проведено при комплексном исследовании экологического состояния особо охраняемой природой территории «Черняевский лес», представляющей собой лесопарковый массив в черте города, общей площадью 689,9 га [9].

Вопросам изучения ЭМП посвящены как диссертационные исследования, так и студенческие научные работы. Например, студентами Международного университета природы, общества и человека «Дубна» выполнены измерения магнитной индукции в диапазоне частот от 5 Гц до 400 кГц по сети 100×100 м в отдельных районах городов Кимры (Тверская обл.) и Дубна (Московская обл.) [5§ 11]. Установлено, что примерно пятая часть обследованной территории в г. Кимры характеризуется превышениями допустимых уровней ЭМП, в то время как в г. Дубна электромагнитный смог на улицах ощущается довольно слабо, а превышения допустимых значений связаны с локальными источниками.

В Ростове-на-Дону в 2014 году нами проведено изучение электромагнитной обстановки на территории жилой зоны Советского района — самого крупного района города. Объектом исследования стали ЭМП, создаваемые ЛЭП напряжением до 110 кВ. Превышения нормативных требований по электрической составляющей ЭМП наблюдались лишь в нескольких точках на ул. Малиновского, ул. Ерёмко, ул. Андрея Сладкова и ул. Сдружества и приурочены к высоковольтным линиям 110 кВ.

В заключении отметим некоторые основные проблемы, возникающие при изучении электромагнитной обстановки.

Как известно, выделяют четыре вида облучения в зависимости от места пребывания человека: профессиональное, непрофессиональное, бытовое и лечебное. Электромагнитная безопасность населения реализуется путём защиты временем, расстоянием, экранированием [12]. Однако некоторые исследователи отмечают, что многочисленные инструкции и санитарные нормы [6; 18—23], порой носящие ведомственный характер, имеют двоякое толкование. В результате чего складывается неблагоприятная практика расположения радиопередающих источников в непосредственной близости, либо

на крышах социально-значимых объектов и территории жилой застройки. В этой связи целесообразным становится создание национальной программы по электромагнитной безопасности. Попытка создания подобного регионального закона была предпринята в Санкт-Петербурге, но он так и не был подписан.

Воздействие ЭМП не приводит к быстрым негативным последствиям, поэтому изучению электромагнитной обстановки уделяется всё ещё мало внимания. Применяемые приборы и программное обеспечение для измерения и картографирования параметров ЭМП дорогостоящие. В итоге, проводимые исследования выполняются при финансовой поддержке органов власти, грантов либо других фондов, но, как правило, имеют инициативный характер.

Государственная система мониторинга электромагнитной обстановки в настоящее время в России отсутствует. Систематические наблюдения проводятся лишь на отдельных объектах, реже на относительно небольших территориях. Тем не менее, принципиально существует возможность создания муниципальных и региональных систем мониторинга с помощью web-технологий, предоставляющих доступ к данным в режиме on-line [24].

Список литературы:

1. Агеева А.А. Исследование электромагнитной обстановки от передающих объектов в г. Владивостоке с использованием геоинформационных систем // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2011. — № 9 (122). — С. 244—246.
2. Белашов В.Ю., Асадуллин А.И. Мобильный экспериментальный комплекс для исследования электромагнитных полей естественных и искусственных источников в диапазоне 5 кГц — 3 ГГц // Труды XXIV Всероссийской научной конференции «Распространение радиоволн». Иркутск, — 2014. — Т. 1. — С. 91—94.
3. Бердников Р.С., Струмяляк А.В. Обзор подходов к нормированию воздействия электромагнитного поля на человека // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. — 2014. — Т. 1. — С. 46—49.
4. Васильев А.В. Мониторинг и снижение негативного воздействия электромагнитных полей в условиях Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. — 2014. — Т. 16, — № 4-1. — С. 250—255.
5. Веселова Я.А., Жигалин А.Д., Архипова Е.В. Анализ электромагнитной обстановки в г. Кимры // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения Пятого молодежного экологического Конгресса «Северная Пальмира». СПб, 2013. — С. 40—43.

6. ГН 2.1.8/2.2.4. 2262-07. Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях. Информационно-издательский центр Минздрава России, 2008. — 24 с.
7. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю., Теряева Е.П. Развитие системы экологического мониторинга инфразвуковых низкочастотных полей на застроенных территориях // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2012. — № 4. — С. 70—76 / [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://unistroy.spb.ru/index_2012_04/9_mipki_4.pdf (дата обращения: 03.01.2015).
8. Григорьев О.А., Меньщиков В.Ф. Электромагнитная обстановка в мегаполисе — современные тренды формирования и нерешенные проблемы экологии и здравоохранения // Сб. мат. науч.-практ. конф. «Нерешённые экологические проблемы Москвы и Подмосковья». М.: Медиа-ПРЕСС, 2012. — С. 283—296.
9. Двинских С.А., Максимович Н.Г., Зуева Т.В., Ларченко О.В. Характеристика экологического состояния абиотических компонентов ООПТ «Черняевский лесопарк» // Географический вестник. — 2013. — № 4 (27). — С. 65—78.
10. Дементьев В.Е., Елягин С.В. Мониторинг электромагнитного загрязнения // Высокие технологии, исследования, промышленность. Т. 2: сборник трудов Девятой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2010. — С. 129—134.
11. Дмитрук Н.И., Жигалин А.Д., Архипова Е.В. Анализ электромагнитного загрязнения на территории г. Дубна // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения Пятого молодежного экологического Конгресса «Северная Пальмира». СПб, 2013. — С. 44—47.
12. Лактионова Е.С. Проблемы экранирования от электромагнитного излучения // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. — 2014. — № 2. — С. 13 / [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21807162> (дата обращения: 06.01.2015).
13. Любимова Н.С., Волков А.Б., Мартемьянов В.А. Электромагнитная безопасность зданий // Технические науки — от теории к практике. — 2013. — № 28. — С. 158—169.
14. Маслов М.Ю., Сподобаев Ю.М., Сподобаев М.Ю. Современные проблемы электромагнитной экологии // Электросвязь. — 2014. — № 10. — С. 39—42.
15. Материалы к государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ленинградской области в 2013 году». СПб, 2014. — 194 с.

16. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Нечепоренко Э.Ю., Калинина Н.И. Электромагнитная обстановка на судах при эксплуатации современных средств морской радиоэлектроники и судовых энергетических установках // Актуальные проблемы транспортной медицины. — 2010. — № 3(21). — С. 28—32.
17. Пилюгин Г.А., Петухов Р.А. Анализ электромагнитных полей на примере жилого массива «Зелёная роща» г. Красноярск // Современные наукоёмкие технологии. — 2013. — № 8-2. — С. 335—337.
18. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW&n=111251&req=doc> (дата обращения: 11.01.2015).
19. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 — Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=74425> (дата обращения: 11.01.2015).
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=163543> (дата обращения: 11.01.2015).
21. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=106022> (дата обращения: 11.01.2015).
22. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_86870/?frame=1 (дата обращения: 11.01.2015).
23. СанПиН 2971-84. Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW&n=102214&req=doc> (дата обращения: 11.01.2015).
24. Сивков В.С., Сподобаев М.Ю. Геоинформационная система как интеграционная платформа электромагнитного мониторинга // Информационные технологии. — 2011. — Т. 9, — № 2. — С. 57—62.
25. Сомов А.Ю., Макаров В.З., Пролеткин И.В., Чумаченко А.Н. Проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды // Санитарный врач. — 2011. — № 2. — С. 36—38.

26. Сорочкин А.И., Яньшин Л.А. Опыт комплексной оценки и нормализации электромагнитной обстановки в крупном гарнизоне // Военно-медицинский журнал. — 2009. — № 6. — С. 56—59.
27. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. Госстрой России. М., 1997. — 41 с.
28. Стаценко Л.Г., Агеева А.А. Исследование электромагнитной обстановки от передающих объектов в кампусе ДВФУ на о. Русский // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2013. — № 9 (146). — С. 166—170.
29. Струмяляк А.В. Анализ электромагнитных полей промышленной частоты в электрических сетях / Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. — 2012. — Т. 3. — С. 85—98.
30. Электромагнитные поля в биосфере (в двух томах). Т. II. Биологическое действие электромагнитных полей / Под ред. Н.В. Красногорской. М.: Наука, 1984. — 329 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

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

Сборник статей по материалам
XXVI международной научно-практической конференции

№ 1 (25)
Январь 2015 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 20.01.15. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 13.. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 9
E-mail: mail@sibac.info

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