



ЕСТЕСТВЕННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

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

№ 4 (28)
Апрель 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.

Ларионов Максим Викторович — д-р биол. наук, проф. кафедры биологии и экологии Балашовского института (филиала) Саратовского государственного университета, член-корреспондент Российской Академии Естествознания, г. Балашов.

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

Рыкевич 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;

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

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

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

Е 86 Естественные и математические науки в современном мире /
Сб. ст. по материалам XXIX междунар. науч.-практ. конф. № 4 (28).
Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. 204 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.

ISSN 2309-3560

© НП «СибАК», 2015

Оглавление

Секция 1. Математика	8
1.1. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление	8
УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ РАЗНОСТНО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ (РДС) ПО ЧАСТИ ПЕРЕМЕННЫХ Жунусова Айгуль Турысбековна	8
1.2. Геометрия и топология	14
ПОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ \mathcal{H} -РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА Будылкин Андрей Александрович	14
ВВЕДЕНИЕ АФФИННЫХ И НОРМАЛЬНЫХ СВЯЗНОСТЕЙ НА ГИПЕРПОЛОСЕ $H_m(\Delta)$ Попов Юрий Иванович	28
1.3. Теория вероятностей и математическая статистика	38
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ Бунтова Елена Вячеславовна Никитина Наталья Дмитриевна	38
1.4. Дискретная математика и математическая кибернетика	49
КООПЕРАТИВНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ИГРЫ С ОГРАНИЧЕННЫМИ РЕСУРСАМИ У ИГРОКОВ Скитович Владимир Викторович	49

Секция 2. Информационные технологии	55
2.1. Системный анализ, управление и обработка информации	55
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВУЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВА ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ Бронов Сергей Александрович Лоцицкая Екатерина Викторовна	55
ВРЕМЯ ГЛОНАСС: ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ ДАННЫХ С1 Курбасова Галина Сергеевна Вольвач Александр Евгеньевич	62
ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИРОВАННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СУБОПТИМАЛЬНЫХ ПЛАНОВ РАБОТЫ ЭКИПАЖА Орловский Николай Михайлович	70
2.2. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами	77
ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ФАКЕЛА В ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ КОТЛАХ Муравлев Вячеслав Константинович Жунисбеков Берик Шабданбекулы	77
2.3. Управление в социальных и экономических системах	84
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОННАЯ ПУТЕВКА» Сенченко Павел Васильевич Матвеев Кирилл Андреевич	84
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ЭЛЕКТРОННАЯ ПУТЕВКА» В РАМКАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГОРОДА ТОМСКА Сенченко Павел Васильевич Матвеев Кирилл Андреевич	91

<p>ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРИБРЕТЕНИЯ ПУТЕВОК В РАМКАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГОРОДА ТОМСКА Сенченко Павел Васильевич Матвеев Кирилл Андреевич</p>	99
<p>2.4. Теоретические основы информатики</p>	110
<p>МОДЕЛЬ СОГЛАСОВАНИЯ РЕПЛИК В КОНЕЧНОМ СЧЕТЕ В БАЗАХ ДАННЫХ NOSQL Цвященко Евгений Васильевич</p>	110
<p>Секция 3. Физика</p>	116
<p>3.1. Лазерная физика</p>	116
<p>УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СВЕРТКОЙ КОДИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ Русанова Инна Александровна</p>	116
<p>Секция 4. Биология</p>	123
<p>4.1. Биологические аспекты сельского хозяйства</p>	123
<p>СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ЛАВАНДЫ И УКРОПА ПРИ ХРАНЕНИИ Богатюк Наталия Петровна Тимашева Лидия Алексеевна Пехова Ольга Антоновна Данилова Ирина Львовна</p>	123
<p>4.2. Генетика</p>	131
<p>АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛЛЕЛЕЙ ГЕНА БИОТРАНСФОРМАЦИИ КСЕНОБИОТИКОВ NQO1 ПРИ ВЫСОКИХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ Абдульминаева Залифа Булатовна Воробьева Елена Владимировна</p>	131

4.3. Общая биология	135
СТРУКТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ <i>LINOSYRIS VILIOSA</i> (L.) DC. К УСЛОВИЯМ КАЛМЫКИИ	135
Дорджиева Виктория Ильинична Очирова Кеема Сергеевна Чимидова Елена Николаевна Аюшева Елена Чапаевна	
4.4. Физиология	142
БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ИНДИВИДОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ КАЧЕСТВА МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	142
Дорджиева Дельгер Басанговна Пантина Евгения Евгеньевна	
4.5. Экология и природопользование	147
НЕКОТОРЫЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ВИРГИНСКОГО В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ОШ	147
Абсатаров Равшанбек Ракманалиевич	
КСЕНОБИОТИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЗАГОРОДНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНАХ НА ЗАПАДЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	152
Ларионов Николай Викторович Ларионов Максим Викторович	
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННО-АКТИВНОЙ ЗОНЫ Г. КУРСКА	162
Сердюков Сергей Юрьевич	
Секция 5. Химия	168
5.1. Высокомолекулярные соединения	168
ОДНОКОМПОНЕНТНАЯ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНАЯ МАСТИКА С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОСТОЙКОСТЬЮ	168
Саракуз Олег Николаевич Горяйнов Георгий Иванович	

5.2. Физическая химия	176
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХЦЕЗИЕВОГО ЙОДИДА ВИСМУТА Надиров Ермурат Галымбекович Иманбекова Тохтабуби Джумадиловна Есенгабылова Нургалипа Жансеркеновна	176
Секция 6. Науки о Земле	186
6.1. Геология и минералогия	186
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВЗЯНСКОЙ ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНОЙ РУДОНОСНОЙ ФОРМАЦИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ Ларионов Николай Николаевич	186
6.2. Геоэкология	197
НЕКОТОРЫЕ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ЗАГРАДИТЕЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИМ В.П. ГРИБА Сергутин Максим Владимирович	197

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИКА

1.1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ РАЗНОСТНО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ (РДС) ПО ЧАСТИ ПЕРЕМЕННЫХ

Жунусова Айгуль Турысбековна

*магистр, Назарбаев Интеллектуальная школа,
Республика Казахстан, г. Талдыкорган*

E-mail: aigul-z@mail.ru

STABILITY OF DIFFERENCE DYNAMICAL SYSTEM (DDS) FOR RELATIVELY PARTICLE VARIABLE

Zhunussova Aigul

*master, Nazarbayev Intellectual School,
Republic of Kazakhstan, Taldykorgan*

АННОТАЦИЯ

В этой работе метод исследования устойчивости движения относительно части переменных для линейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений распространяется на системы разностных уравнений. Получены критерии устойчивости и асимптотической устойчивости по части переменных.

ABSTRACT

In this article the method it is considered is stability of difference dynamical system for relatively particle variable for linear systems of ordinary differential equations apply to the system of difference equations. In has been received criterion of stability and asymptotic stability of particle variable.

Ключевые слова: разностно-динамические системы по части переменных; устойчивость; асимптотическая устойчивость.

Keywords: difference dynamical system for relatively particle variable; stability; asymptotic stability.

Сама постановка задачи об устойчивости движения относительно части переменных принадлежит А.М. Ляпунову [1].

При исследовании одного из критических случаев Ляпунов отметил, что «можно рассматривать более общую задачу: об устойчивости того же движения, но по отношению не ко всем, а только к некоторым из величин». Однако сам Ляпунов данной задачей не занимался. На это замечание А.М. Ляпунова обратил внимание И.Г. Малкин [2], указавший (без доказательств) в примечаниях к теоремам Ляпунова некоторые условия их переноса на случай устойчивости по части переменных.

С 1901 года устойчивостью по отношению к части переменных для дифференциальных уравнений начал заниматься В.В. Румянцев [3], в 1957 году он напечатал статью по аналогу теорем второго метода Ляпунова для устойчивости по части переменных. Он со своими учениками разработал методы исследования задачи по части переменных.

В работе Озиранера А.С., Румянцева В.В. дан достаточно полный обзор состояния проблемы, сложившегося к началу 70-х годов. За прошедшее после этого время количество работ, посвященных задаче устойчивости по части переменных, увеличилось в несколько раз; значительно расширился круг вопросов, решаемых в рамках данной проблемы.

Поставленной В.В. Румянцевым, А.С. Озиранер [3] задаче устойчивости по части переменных (а не по всем переменным, определяющим состояние системы) к настоящему времени посвящено большое число работ.

Разностно динамические системы широко используются в математике, так как они, с одной стороны могут являться естественной математической моделью для описания дискретных

процессов (например, в комбинаторике), а с другой стороны, они являются дискретным приближением непрерывных систем.

В этой работе метод исследования устойчивости движения относительно части переменных для линейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений, предложенный в работе [4], распространяется на линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами вида

$$x_{n+1} = Ax_n, \quad n \in \{0, N\}, \quad (1)$$

где: $x_n - m$ — мерный вектор,

A — постоянная $m \times m$ -матрица.

Представим вектор x так:

$$x_n = (y_n, z_n), \quad y_n = (y_{in}) = \begin{pmatrix} x_{1in} \\ \vdots \\ x_{kin} \end{pmatrix}, \quad z_n = (z_{nj}) = \begin{pmatrix} x_{k+1nj} \\ \vdots \\ x_{k+pnj} \end{pmatrix}, \quad k > 0, \quad p > 0.$$

Тогда РДС (1) можно записать следующим образом:

$$y_{n+1} = Py_n + Qz_n, \quad z_{n+1} = Ly_n + Mz_n, \quad (2)$$

в которой P, Q, L и M - постоянные соответственно $(k \times k), (k \times p), (p \times k), (p \times p)$ -матрицы.

Исследуем устойчивость решения $x_n = 0$ РДС (1) относительно переменных $y = (x_{in}), i = \overline{1, k}$. В дальнейшем такую устойчивость условимся называть коротко y_n — устойчивостью. Пусть $x(n_0, x_0, n)$ — некоторые нетривиальные решения РДС (1) такие, что $x(n_0, x_0, n_0) = x_0$, где n_0, x_0 — начальные данные.

Определение. Решение $x = 0$ РДС (1) называется y_n — устойчивым, если для любого достаточно малого $\varepsilon > 0$ и любого $n_0 \geq 0$ найдется $\delta = \delta(\varepsilon, n_0) > 0$ такое, что $\|y(n_0, x_0, n)\| < \varepsilon$ при $\forall n > n_0$, как только $\|x_0\| < \delta$.

Аналогично определяются другие виды y_n — устойчивости решения $x = 0$ РДС (1) (или, что тоже, решения $y = 0, z = 0$ РДС (2)). РДС (2) может быть сведено к вопросу об асимптотической

устойчивости по всем переменным нулевого решения некоторой специально выбранной линейной автономной РДС, размерность которой может быть меньше размерности исходной РДС (2). Для этого введем новые переменные

$$\xi_n = Bz_n, \xi_n = (\xi_{in}), i = \overline{1, k}. \quad (3)$$

Считаем, что первые k_1 переменных $\xi_{1n}, \xi_{2n}, \dots, \xi_{k_1 n}$ ($k_1 \leq k$) линейно независимы.

При таком введении новых переменных возможны два случая. Первый случай-РДС (2) приводится к виду

$$y_{n+1} = Ay_n + B_0 \xi_n, \xi_{n+1} = C_0 y_n + D_0 \xi_n, \quad (4)$$

здесь $\xi_n - k_1$ — мерный вектор, B_0, C_0, D_0 — постоянные соответственно $(k \times k_1), (k_1 \times k), (k_1 \times k_1)$ — матрицы, в качестве ξ_n из переменных (3) взяты только линейно независимые.

Второй случай — РДС (2) не приводится к ξ_n виду, т. е. имеет вид

$$y_{n+1} = Ay_n + B_0 \xi_n, \xi_{n+1} = C_0 y_n + D_0 \xi_n + \xi_n^*, \quad (5)$$

$$\xi_n^* = D_1 z_n, z_{n+1} = Cy_n + Dz_n,$$

где: $\xi_n^* - k_1$ — мерный вектор,

D_1 — постоянная $(k_1 \times p)$ — мерная матрица.

В этом случае еще раз введем новые переменные ξ_n^* , и будем считать, что первые k_2 — переменные $\xi_{1n}^*, \xi_{2n}^*, \dots, \xi_{k_2 n}^*$ ($k_2 \leq k_1$) линейно независимы. Тогда исходная РДС (2) может быть сведена к виду (4) или (5). Продолжая эти рассуждения, аналогично работе [4] можно показать, что РДС (2) всегда можно привести к ξ_n -виду, причем порядок полученной РДС ξ_n -вида не будет превосходить порядок исходной РДС (2), и собственные числа РДС ξ_n -вида будут лежать среди собственных чисел РДС (2).

Ясно, что сведение исходной РДС (2) к РДС ξ_n -вида имеет смысл только тогда, когда размерность РДС ξ_n -вида меньше размерности исходной РДС (2). С помощью аналогичных [4] рассуждений приходим к выводу, что для того, чтобы размерность РДС ξ_n -вида была меньше размерности исходной РДС (2), необходимо и достаточно, чтобы выполнялось неравенство

$$\text{rang} k_q < q,$$

где: q — число введения новых переменных,

k_q — матрица вида

$$k_q = (B', D'B', \dots, D'^{q-1}B')$$

$B'D'$ — транспонированные матрицы B, D .

В основу критерия асимптотической y -устойчивости решения $y=0, z=0$ РДС (2) положим приведение этой РДС к ξ_n -виду. Тогда поведение переменных $y = (x_i), i = \overline{1, k}$ относительно, которых исследуется устойчивость решения $y=0, z=0$ РДС (2), полностью определяется РДС ξ_n -вида для РДС (2).

В силу приведенных выше рассуждений справедлива следующая теорема.

Теорема 1. Для асимптотической y -устойчивости решения $y=0, z=0$ РДС (2) необходимо и достаточно, чтобы все собственные числа РДС ξ_n -вида были по модулю меньше единицы. Как следствие этой теоремы получаем следующее утверждение.

Теорема 2. Предположим, что РДС (2) имеет k собственных чисел, модули которых меньше единицы (остальные собственные числа могут быть по модулю больше или равны единице), тогда для асимптотической y -устойчивости решения $y=0, z=0$ РДС (2) необходимо и достаточно, чтобы РДС имела вид

$$y(n+1) = Ay(n), z(n+1) = Cy(n) + Dz(n), \quad (6)$$

и все корни уравнения $|A - \lambda E| = 0$ были по модулю меньше единицы.

Доказательство. Необходимость. Допустим противное: что РДС (2) не имеет вида (6). Тогда размерность РДС ξ_n -вида для РДС (2) больше k . Поскольку собственные числа РДС ξ_n принадлежат множеству собственных чисел РДС (2) необходимо имеет вид (6).

Достаточность теоремы очевидна. Предположим что (6) выполнено. Тогда РДС (2) может принять вид (4) или (5). С помощью введения новых переменных РДС (2) всегда можно привести к ξ_n -виду. Тогда поведение переменных $y = (x_i), i = \overline{1, k}$ относительно, которых исследуется устойчивость решения $y = 0, z = 0$ РДС (2), полностью определяется РДС ξ_n -вида для РДС (2).

Список литературы:

1. Ляпунов А.М. Исследование одного из особенных случаев задачи об устойчивости движения. // Собр.соч. т. 2. М.; Л.: Изд-во АН ССР, 1956. — с. 272—331.
2. Малкин И.Г. Об устойчивости движения в смысле Ляпунова //Мат. сб. — 1949. — Т. 3(61), — № 1. — С. 63—100.
3. Румянцев В.В., Озиранер А.С. Устойчивость и стабилизация движения по отношению к части переменных. Москва «Наука», главная редакция физико-математической литературы. 1987.
4. Румянцев В.В. Об устойчивости движения по отношению к части переменных.// Вестник МГУ. Сер. мат., механик., физ., астрон., хим. — 1957 — № 4, — с. 9—16.

1.2. ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ

ПОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ \mathcal{H} -РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА

Будылкин Андрей Александрович

*аспирант Балтийского федерального университета имени И. Канта,
РФ, г. Калининград*

E-mail: AndreyBudylnkin@rambler.ru

FIELDS OF GEOMETRIC OBJECTS \mathcal{H} -DISTRIBUTION OF PROJECTIVE SPACE

Budylnkin Andrey

*graduate student of Baltic federal university of I. Kant,
Russia, Kaliningrad*

АННОТАЦИЯ

Дано задание \mathcal{H} -распределения в P_n [7]. Рассмотрены поля геометрических объектов в дифференциальной окрестности 1-го порядка [3], [4]. Построены нормализации в смысле Нордена [5] и квазинормали [6] основных структурных подрасслоений \mathcal{H} -распределения, в дифференциальной окрестности 1-го, 2-го порядка. Изучение \mathcal{H} -распределений актуально, так как эти образы являются обобщениями специальных классов регулярных гиперполос [2] [8], гиперповерхностей и гиперполосных распределений[9]. Работа выполнена методом Лаптева Г.Ф. [3] Индексы:

$\overline{I, J, K, \dots} = \overline{0, n; l}, J, K, \dots = \overline{1, n; \sigma, \rho, \tau, \dots} = \overline{1, n - 1}; i, j, k, \dots = \overline{1, m}; \alpha, \beta, \gamma, \dots = \overline{m + 1, n - 1}.$

ABSTRACT

Given a presentation of \mathcal{H} -distribution of P_n [7]. Considered fields of geometric objects in the differential neighborhood of the 1st order [3], [4]. Built normalizations[5] in the sense of Norden and kvazinormali[6] of the main structural subbundles, in the differential neighborhood of the 1st,

2nd order. Study of \mathcal{H} -distributions is important, because these images are generalizations of the special classes of regular hyperbands [2] and hyperband distribution [9]. Work performed by G.F. Laptev [3] Indices:

$\overline{I, J, \overline{K}, \dots} = \overline{0, n; I, J, K, \dots} = \overline{1, n; \sigma, \rho, \tau, \dots} = \overline{1, n-1; i, j, k, \dots} = \overline{1, m; \alpha, \beta, \gamma, \dots} = \overline{m+1, n-1}$.

Ключевые слова: распределение; тензор; квазитензор; нормализация; квазинормаль; геометрический объект.

Keywords: distribution; tensor; kvazitensor; normalization; quasinormal; geometric object.

§ 1. Задание \mathcal{H} -распределения в n -мерном проективном пространстве

Определение. Скомпонированным гиперплоскостным распределением (\mathcal{H} -распределением) [7] называется гиперплоскостное H -распределение, в каждом центре X которого зафиксированы две плоскости $L_m(X)$, $L_{n-m-1}(X)$ такие, что выполняются соотношения:

$$[L_m(X), L_{n-m-1}(X)] = H_{n-1}(X), L_m(X) \cap L_{n-m-1}(X) = X.$$

Присоединим к образующему элементу \mathcal{H} -распределения проективный репер $R_0 = \{A_0, A_1\}$ следующим образом: $X \equiv A_0, \{A_i\} \subset \Lambda(A_0)$, $A_\alpha \in L(A_0)$, $A_n \notin H_{n-1}$.

В репере R_0 H -распределение задается следующим образом:

$$\begin{aligned} \omega_i^n &= \Lambda_{iK}^n \omega_0^K, \omega_\alpha^n = \Lambda_{\alpha K}^n \omega_0^K, \omega_i^\alpha = \Lambda_{iK}^\alpha \omega_0^K, \omega_\alpha^i = \Lambda_{\alpha K}^i \omega_0^K, \\ \nabla \Lambda_{iK}^n + \Lambda_{iK}^n \omega_0^0 - \delta_K^n \omega_i^0 &= \Lambda_{iKL}^n \omega^L, \nabla \Lambda_{iK}^\alpha + \Lambda_{iK}^\alpha \omega_0^0 + \Lambda_{iK}^n \omega_\alpha^n - \delta_K^\alpha \omega_i^0 = \\ & \Lambda_{iKL}^\alpha \omega^L, (1) \\ \nabla \Lambda_{\alpha K}^n + \Lambda_{\alpha K}^n \omega_0^0 - \delta_K^n \omega_\alpha^0 &= \Lambda_{\alpha KL}^n \omega^L, \nabla \Lambda_{\alpha K}^i + \Lambda_{\alpha K}^i \omega_0^0 + \Lambda_{\alpha K}^n \omega_\alpha^i \\ & - \delta_K^i \omega_\alpha^0 = \Lambda_{\alpha KL}^i \omega^L. \end{aligned}$$

Функции, стоящие в правых частях равенств, вообще говоря, являются несимметричными по нижним индексам.

Совокупности функций $\Gamma_1 = \{\Lambda_{\alpha K}^i, \Lambda_{\alpha K}^n, \Lambda_{iK}^\alpha, \Lambda_{iK}^n\}$, $\Gamma_2 = \{\Gamma_1, \Lambda_{\alpha KL}^i, \Lambda_{\alpha KL}^n, \Lambda_{iKL}^\alpha, \Lambda_{iKL}^n\}$ образуют фундаментальные объекты [2] 1-го и 2-го порядка \mathcal{H} -распределения. Продолжения уравнений (1) вводят в рассмотрение фундаментальные объекты более высоких порядков $\Gamma_1 \subset \Gamma_2 \subset \Gamma_3 \subset \Gamma_4$. Имеет место теорема существования H -распределения [1]:

Теорема 1. В n -мерном проективном пространстве в репере R_0 гиперплоскостное скомпонированное распределение задается с произволом $(2m+1)(n-m-1)+t$ функций от n аргументов.

§ 2. Построение полей геометрических объектов \mathcal{H} -распределения в дифференциальной окрестности первого порядка

В дальнейшем будем рассматривать \mathcal{H} -распределение, для которого в каждом центре A_0 плоскость L_{n-m-1} сопряжена с плоскостью Λ_m относительно главного фундаментального тензора, т. е. выполняются условия

$$\Lambda_{i\alpha}^n = 0; \Lambda_{\alpha i}^n = 0. \quad (2)$$

В этом случае компоненты тензора $\Lambda_{\sigma\rho}^n$ будут иметь следующее строение:

$$\|\Lambda_{\sigma\rho}^n\| = \begin{vmatrix} \Lambda_{ij}^n & 0 \\ 0 & \Lambda_{\alpha\beta}^n \end{vmatrix}.$$

Мы рассматриваем регулярное \mathcal{H} -распределение [8], для которого тензор $\Lambda_{\sigma\rho}^n$ невырожденный, т.е. $\det\|\Lambda_{\sigma\rho}^n\| \neq 0$. (3)

Следовательно, в силу (3) для тензора первого порядка введём обращённый ему тензор $\{\Lambda_n^{\rho\sigma}\}$ [3], удовлетворяющий следующим соотношениям и уравнениям:

$$\Lambda_{\sigma\rho}^n \Lambda_n^{\rho\tau} = \delta_{\sigma}^{\tau}, \Lambda_{\rho\sigma}^n \Lambda_n^{\tau\rho} = \delta_{\sigma}^{\tau}, \nabla \Lambda_n^{\sigma\rho} - \Lambda_n^{\sigma\rho} \omega_0^0 = \Lambda_{nK}^{\sigma\rho} \omega^K.$$

Аналогично, для соответствующих главных фундаментальных тензоров Λ - , L -, подрасслоений $\{\Lambda_{ij}^n\}, \{\Lambda_{\alpha\beta}^n\}$ вводим обращённые им соответствующие тензоры $\{\Lambda_n^{ij}\}, \{\Lambda_n^{\alpha\beta}\}$, такие, что

$$\begin{aligned} \Lambda_{ij}^n \Lambda_n^{jk} &= \delta_i^k, \Lambda_{\alpha\beta}^n \Lambda_n^{\beta\gamma} = \delta_{\alpha}^{\gamma}, \nabla \Lambda_n^{ij} - \Lambda_n^{ij} \omega_0^0 = \Lambda_{nK}^{ij} \omega^K, \nabla \Lambda_n^{\alpha\beta} - \Lambda_n^{\alpha\beta} \omega_0^0 \\ &= \Lambda_{nK}^{\alpha\beta} \omega^K. \end{aligned}$$

Следуя работе Остиану Н.М. [6] вводим соответствия Бомпьяни-Пантази между нормальными 1-го и 2-го рода соответственно N -, Λ -, L - подрасслоений:

$$v_\sigma = -\Lambda_{\sigma\rho}^n v_n^\rho - t_\sigma, v_n^\sigma = -\Lambda_n^{\sigma\rho} v_\rho + t_n^\sigma, (4)$$

$$v_i = -\Lambda_{ij}^n v_n^j - t_i, v_n^i = -\Lambda_n^{ij} v_j + t_n^i, (5)$$

$$v_\alpha = -\Lambda_{\alpha\beta}^n v_n^\beta - t_\alpha, v_n^\alpha = -\Lambda_n^{\alpha\beta} v_\beta + t_n^\alpha, (6)$$

где

$$\begin{aligned} t_\sigma &\stackrel{\text{def}}{=} \Lambda_{\sigma n}^n, \nabla t_\sigma^0 - \Lambda_{\sigma\rho}^n \omega_n^\rho - \omega_\sigma^0 = t_{\sigma K}^0 \omega^K, \\ t_n^\sigma &= -\Lambda_n^{\sigma\rho} t_\rho, \nabla t_n^\sigma + \Lambda_n^{\sigma\rho} \omega_\rho^0 + \omega_n^\sigma = t_{nK}^\sigma \omega^K, \\ t_i &\stackrel{\text{def}}{=} \Lambda_{in}^n, \nabla t_i^0 - \Lambda_{ij}^n \omega_n^j - \omega_i^0 = t_{iK}^0 \omega^K, t_n^i = -\Lambda_n^{ij} t_j, \nabla t_n^i + \Lambda_n^{ij} \omega_j^0 + \omega_n^i \\ &= t_{nK}^i \omega^K, \\ t_\alpha &\stackrel{\text{def}}{=} \Lambda_{\alpha n}^n, \nabla t_\alpha^0 - \Lambda_{\alpha\beta}^n \omega_n^\beta - \omega_\alpha^0 = t_{\alpha K}^0 \omega^K, \\ t_n^\alpha &= -\Lambda_n^{\alpha\beta} t_\beta, \nabla t_n^\alpha + \Lambda_n^{\alpha\beta} \omega_\beta^0 + \omega_n^\alpha = t_{nK}^\alpha \omega^K, \\ t_i &= -\Lambda_{ij}^n t_n^j, t_\alpha = -\Lambda_{\alpha\beta}^n t_n^\beta, t_\sigma = -\Lambda_{\sigma\rho}^n t_n^\rho. \end{aligned}$$

С учетом условий (2) уравнения (1) примут вид:

$$\begin{aligned} \nabla \Lambda_{\alpha\beta}^i + \Lambda_{\alpha\beta}^i \omega_0^0 + \Lambda_{\alpha\beta}^n \omega_n^i &= \Lambda_{\alpha\beta K}^i \omega_0^K, \nabla \Lambda_{\alpha j}^i + \Lambda_{\alpha j}^i \omega_0^0 - \delta_j^i \omega_\alpha^0 = \Lambda_{\alpha j K}^i \omega_0^K, \\ \nabla \Lambda_{\alpha n}^i + \Lambda_{\alpha n}^i \omega_0^0 + \Lambda_{\alpha n}^n \omega_n^i - \Lambda_{\alpha\beta}^i \omega_n^\beta - \Lambda_{\alpha j}^i \omega_n^j &= \Lambda_{\alpha n K}^i \omega_0^K, \\ \nabla \Lambda_{\alpha\beta}^n + \Lambda_{\alpha\beta}^n \omega_0^0 &= \Lambda_{\alpha\beta K}^n \omega_0^K, \\ \nabla \Lambda_{\alpha n}^n + \Lambda_{\alpha n}^n \omega_0^0 - \Lambda_{\alpha\beta}^n \omega_n^\beta - \omega_\alpha^0 &= \Lambda_{\alpha n K}^n \omega_0^K, \nabla \Lambda_{ij}^\alpha + \Lambda_{ij}^\alpha \omega_0^0 + \Lambda_{ij}^n \omega_n^\alpha = \\ &= \Lambda_{ij K}^\alpha \omega_0^K, (7) \\ \nabla \Lambda_{in}^\alpha + \Lambda_{in}^\alpha \omega_0^0 + \Lambda_{in}^n \omega_n^\alpha - \Lambda_{ij}^\alpha \omega_n^j - \Lambda_{i\beta}^\alpha \omega_n^\beta &= \Lambda_{in K}^\alpha \omega_0^K, \\ \nabla \Lambda_{i\beta}^\alpha + \Lambda_{i\beta}^\alpha \omega_0^0 - \delta_\beta^\alpha \omega_i^0 &= \Lambda_{i\beta K}^\alpha \omega_0^K, \\ \nabla \Lambda_{ij}^n + \Lambda_{ij}^n \omega_0^0 = \Lambda_{ijk}^n \omega_0^K, \nabla \Lambda_{in}^n + \Lambda_{in}^n \omega_0^0 - \Lambda_{ij}^n \omega_n^j - \omega_i^0 &= \Lambda_{in K}^n \omega_0^K. \end{aligned}$$

Введём нормализацию в смысле Нордена [5] для Λ -подрасслоения.

Определение. Λ -подрасслоение назовем нормализованным в смысле Нордена, если к нему инвариантным образом присоединены поля нормалей первого рода N_{n-m} и нормалей второго рода N_{m-1} :

$$\nabla v_n^i + \omega_n^i = v_{nK}^i \omega^K, (a) \quad \nabla v_i^0 + \omega_i^0 = v_{iK}^0 \omega^K, (b) \quad (8)$$

причём в каждом центре A_0 нормаль первого рода $N_{n-m} = [A_0, A_\omega, X_n]$ проходит через плоскость $L_{n-m-1} \subset H(A_0)$.

Условие инвариантности нормали N_{n-m} , где $X_n = A_n + v_n^i A_i + v_n^\alpha A_\alpha$, приводит к соотношению (8а). Если потребовать, чтобы прямая $h=[A_0, X_n]$ была инвариантной, то кроме (8а) получим условие

$$\nabla v_n^\alpha + \omega_n^\alpha = v_{nK}^\alpha \omega_0^K. \quad (9)$$

Уравнения (9) выполняются, если охват объекта $\{v_n^\alpha\}$ осуществить с помощью квазитензора $\{\lambda_n^\alpha\}$: $\lambda_n^\alpha \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{m} \Lambda_{ij}^\alpha \Lambda_n^{ji}$. В дальнейшем считаем, что прямая $h=[A_0, X_n]$, где $X_n = A_n + v_n^i A_i + \lambda_n^\alpha A_\alpha$, инвариантна. Нормаль второго рода N_{m-1} плоскости $\Lambda(A_0)$ задаётся точками $M_i = A_i + v_i^0 A_0$, где функции $\{v_i^0\}$ удовлетворяют уравнениям (8б). Если охваты квазитензоров осуществить по формулам

$$v_n^i = \lambda_n^i, \lambda_n^i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n-m-1} \Lambda_{\alpha\beta}^i \Lambda_n^{\beta\alpha}, v_i = \lambda_i, \lambda_i \stackrel{\text{def}}{=} -\Lambda_{ij}^n \lambda_n^j - t_i, \quad ,$$

где $\nabla \lambda_n^i + \omega_n^i = \lambda_{nK}^i \omega^K$, $\nabla \lambda_i^0 + \omega_i^0 = \lambda_{iK}^0 \omega^K$, то к Λ -подрасслоению в дифференциальной окрестности первого порядка внутренним образом присоединяется нормализация в смысле Нордена (λ_n^i, λ_i) .

Рассмотрим функции $\vartheta_i = -\frac{1}{n-m-1} \Lambda_{i\alpha}^\alpha$, удовлетворяющие уравнениям

$\nabla \vartheta_i^0 + \omega_i^0 = \vartheta_{iK}^0 \omega^K$. Эти уравнения определяют поле нормалей второго рода для Λ -подрасслоения. В силу биекции (5) полю нормалей второго рода соответствует поле нормалей первого рода Λ -подрасслоения в дифференциальной окрестности первого порядка:

$$\vartheta_n^i = -\Lambda_n^{ij} \vartheta_j + t_n^i, \nabla \vartheta_n^i + \omega_n^i = \vartheta_{nK}^i \omega^K.$$

Введём нормализацию в смысле Нордена [5] для L -подрасслоения.

Определение. *L-подрасслоение назовем нормализованным в смысле Нордена [5], если к нему инвариантным образом присоединены поля нормалей первого рода N_{m+1} и нормалей второго рода N_{n-m-2} :*

$$\nabla v_n^\alpha + \omega_n^\alpha = v_{nK}^\alpha \omega^K, \nabla v_\alpha^0 + \omega_\alpha^0 = v_{\alpha K}^0 \omega^K,$$

причём в каждом центре A_0 нормаль первого рода $N_{m+1}=[A_0, A_i, X_n]$ проходит через плоскость $L_m \subset H(A_0)$.

В силу биекции (6) полю нормалей 1-го рода $\{\lambda_n^\alpha\}$ ($\nabla\lambda_n^\alpha + \omega_n^\alpha = \lambda_{nK}^\alpha \omega^K$) соответствует поле нормалей 2-го рода L-подрасслоения:

$$\lambda_\alpha = -\Lambda_{\alpha\beta}^n \lambda_n^\beta - t_\alpha, \nabla\lambda_\alpha^0 + \omega_\alpha^0 = \lambda_{\alpha K}^0 \omega^K.$$

Функции $\varphi_\alpha = -\frac{1}{m} \Lambda_{\alpha i}^i$ удовлетворяют уравнениям

$$\nabla\varphi_\alpha^0 + \omega_\alpha^0 = \varphi_{\alpha K}^0 \omega^K. (*)$$

Следовательно, квазитензор $\{\varphi_\alpha\}$ в каждом центре A_0 определяет нормаль второго рода для L-подрасслоения. В силу биекции (6) полю нормалей 2-го рода (*) соответствует поле нормалей 1-го рода L-подрасслоения в дифференциальной окрестности первого порядка:

$$\varphi_n^\alpha = -\Lambda_n^{\alpha\beta} \varphi_\beta + t_n^\alpha, \nabla\varphi_n^\alpha + \omega_n^\alpha = \varphi_{nK}^\alpha \omega^K.$$

Теорема 2. В дифференциальной окрестности первого порядка H -распределение внутренним образом порождает нормализации $(\vartheta_n^i, \vartheta_i), (\lambda_n^i, \lambda_i)$ L -подрасслоения и нормализации $(\varphi_n^\alpha, \varphi_\alpha), (\lambda_n^\alpha, \lambda_\alpha)$, L -подрасслоения в смысле Нордена.

Квазитензоры $\{\lambda_n^i\}, \{\vartheta_n^i\}$ функционально независимы, поэтому они определяют пучок нормалей первого рода L -подрасслоения и по биекции (5) пучок нормалей 2-го рода:

$$s_n^i(\varepsilon) = \lambda_n^i + \varepsilon(\vartheta_n^i - \lambda_n^i), s_i(\varepsilon) = \lambda_i + \varepsilon(\vartheta_i - \lambda_i). \quad (10)$$

Аналогично, для L- подрасслоения получим пучок нормалей 1-го рода и по биекции (6) получим пучок нормалей 2-го рода

$$q_n^\alpha(\varepsilon) = \lambda_n^\alpha + \varepsilon(\varphi_n^\alpha - \lambda_n^\alpha), q_\alpha(\varepsilon) = \lambda_\alpha + \varepsilon(\varphi_\alpha - \lambda_\alpha). \quad (11)$$

Совокупности функций $\{\lambda_n^\sigma\} \stackrel{\text{def}}{=} \{\lambda_n^i, \lambda_n^\alpha\}$, $\{\vartheta_n^\sigma\} \stackrel{\text{def}}{=} \{\vartheta_n^i, \vartheta_n^\alpha\}$, определяют поля нормалей 1-го рода H -подрасслоения:

$$\nabla \lambda_n^\sigma + \omega_n^\sigma = \lambda_{nK}^\sigma \omega^K, \quad \nabla \vartheta_n^\sigma + \omega_n^\sigma = \vartheta_{nK}^\sigma \omega^K, \quad (12)$$

Поля (12) в силу биекции (4) порождают поля нормалей второго рода H -подрасслоения:

$$\nabla \lambda_\sigma^0 + \omega_\sigma^0 = \lambda_{\sigma K}^0 \omega^K, \quad \nabla \vartheta_\sigma^0 + \omega_\sigma^0 = \vartheta_{\sigma K}^0 \omega^K. \quad (13)$$

Построенные поля (13) порождают пучки нормалей 1-го и 2-го рода H -подрасслоения:

$$s_n^\sigma(\varepsilon) = \lambda_n^\sigma + \varepsilon(\vartheta_n^\sigma - \lambda_n^\sigma), \quad q_\sigma(\varepsilon) = \lambda_\sigma + \varepsilon(\vartheta_\sigma - \lambda_\sigma). \quad (14)$$

Теорема 3. В дифференциальной окрестности первого порядка \mathcal{H} -распределение внутренним образом порождает в каждом центре A_0 пучки нормалей 1-го и 2-го рода (10), (11), (14) соответственно L -, L -, H -подрасслоений.

§ 3. Квазитензоры и квазинормали \mathcal{H} -распределения в дифференциальной окрестности первого порядка

Согласно [4], систему величин $\{K_\sigma\}$ назовём квазинормалью \mathcal{H} -распределения, если при преобразованиях стационарной подгруппы элемента распределения имеем один из следующих законов преобразования $\{K_\sigma\}$:

$$\begin{aligned} \nabla_\delta K_\sigma + K_\sigma \pi_0^0 &= \lambda \alpha_{\sigma\rho}^n \pi_n^\rho + \mu \pi_\sigma^0, \\ \nabla_\delta K_\sigma + K_\sigma \pi_0^0 &= \lambda \Lambda_{\sigma\rho}^n \pi_n^\rho + \mu \pi_\sigma^0, \\ \nabla_\delta K_\sigma + K_\sigma \pi_0^0 &= \lambda \Lambda_{\rho\sigma}^n \pi_n^\rho + \mu \pi_\sigma^0, \end{aligned} \quad (15)$$

где λ, μ — постоянные числа, не равные нулю.

I. Квазинормали и нормали, ассоциированные с L -подрасслоением

Учитывая уравнения (7),(*), построим следующие квазинормали в дифференциальной окрестности первого порядка.

$$K_\alpha^{(1)} = t_\alpha, \quad \nabla_\delta K_\alpha^{(1)} + K_\alpha^{(1)} \pi_0^0 = \Lambda_{\alpha\beta}^n \pi_n^\beta + \pi_\alpha^0;$$

$$\begin{aligned}
K_\alpha^{(2)} &= \frac{1}{2} \left(t_\alpha - \lambda_\alpha \right), \nabla_\delta K_\alpha^{(2)} + K_\alpha^{(2)} \pi_0^0 = \frac{1}{2} \Lambda_{\alpha\beta}^n \pi_n^\beta + \pi_\alpha^0; \quad (16) \\
K_\alpha^{(3)} &= \lambda_\alpha - \Lambda_{\alpha\beta}^n \lambda_n^\beta, \nabla_\delta K_\alpha^{(3)} + K_\alpha^{(3)} \pi_0^0 = \Lambda_{\alpha\beta}^n \pi_n^\beta - \pi_\alpha^0; \\
K_\alpha^{(4)} &= t_\alpha - \Lambda_{\alpha\beta}^n \lambda_n^\beta, \nabla_\delta K_\alpha^{(4)} + K_\alpha^{(4)} \pi_0^0 = 2\Lambda_{\alpha\beta}^n \pi_n^\beta + \pi_\alpha^0.
\end{aligned}$$

Один из способов получения инвариантных нормалей $\{v_n^\sigma\}, \{v_\sigma\}$

1-го и 2-го родов \mathcal{H} -распределения заключается в нахождении общих нормалей (в общем случае единственных) двух квазинормалей. Например, для L-подрасслоения имеем следующие построения в дифференциальной окрестности первого порядка. Пара $(K_\alpha^{(1)}, K_\alpha^{(3)})$ определяет инвариантные нормали

$$\begin{aligned}
l_n^\alpha &= -\frac{1}{2} \Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(3)} + K_\beta^{(1)}), \nabla l_n^\alpha + \omega_n^\alpha = l_{nK}^\alpha \omega^K, \\
l_\alpha &= \frac{1}{2} (K_\alpha^{(3)} - K_\alpha^{(1)}), \nabla l_\alpha^0 + \omega_\alpha^0 = l_{\alpha K}^0 \omega^K.
\end{aligned}$$

В дальнейшем это соответствие будем обозначать следующим образом:

- а. $(K_\alpha^{(1)}, K_\alpha^{(3)}) \rightarrow \{L_n^\alpha = -\frac{1}{2} \Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(3)} + K_\beta^{(1)}), l_\alpha = \frac{1}{2} (K_\alpha^{(3)} - K_\alpha^{(1)})\},$
- б. $(K_\alpha^{(1)}, K_\alpha^{(2)}) \rightarrow \{H_n^\alpha = 2\Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(2)} - K_\beta^{(1)}), h_\alpha = K_\alpha^{(1)} - 2K_\alpha^{(2)}\},$
- в. $(K_\alpha^{(1)}, K_\alpha^{(4)}) \rightarrow \{N_n^\alpha = \Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(1)} - K_\beta^{(4)}), n_\alpha = K_\alpha^{(4)} - 2K_\alpha^{(1)}\},$
- г. $(K_\alpha^{(2)}, K_\alpha^{(4)}) \rightarrow \{P_n^\alpha = \frac{2}{3} \Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(2)} - K_\beta^{(4)}), p_\alpha = \frac{1}{3} (K_\alpha^{(4)} - 4K_\alpha^{(2)})\},$
- д. $(K_\alpha^{(3)}, K_\alpha^{(4)}) \rightarrow \{\Xi_n^\alpha = -\frac{1}{3} \Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(3)} + K_\beta^{(4)}), \xi_\alpha = \frac{1}{3} (2K_\alpha^{(3)} - K_\alpha^{(4)})\},$
- е. $(K_\alpha^{(2)}, K_\alpha^{(3)}) \rightarrow \{\Psi_n^\alpha = -\frac{2}{3} \Lambda_n^{\alpha\beta} (K_\beta^{(2)} + K_\beta^{(3)}), \psi_\alpha = \frac{1}{3} (K_\alpha^{(3)} - 2K_\alpha^{(2)})\}.$

Теорема 4. В дифференциальной окрестности 1-го порядка \mathcal{H} -распределение внутренним инвариантным образом порождает шесть нормализаций

$(L_n^\alpha; l_\alpha), (H_n^\alpha; h_\alpha), (N_n^\alpha; n_\alpha), (P_n^\alpha; p_\alpha), (\Xi_n^\alpha; \xi_\alpha), (\Psi_n^\alpha; \psi_\alpha)$
 L -под-расслоения.

II. Нормализации, ассоциированные с Λ -подрасслоением \mathcal{H} -распределения

В силу уравнений (7) получаем следующие дифференциальные уравнения квазинормалей Λ -подрасслоения в дифференциальной окрестности 1-го порядка:

$$\begin{aligned} Q_i^{(1)} &= t_i, \nabla_\delta Q_i^{(1)} + Q_i^{(1)} \pi_0^0 = \Lambda_{ij}^n \pi_n^j + \pi_i^0, \\ Q_i^{(2)} &= \frac{1}{2} (t_i - \lambda_i), \nabla_\delta Q_i^{(2)} + Q_i^{(2)} \pi_0^0 = \frac{1}{2} \Lambda_{ij}^n \pi_n^j + \pi_i^0, \\ Q_i^{(3)} &= \lambda_i - \Lambda_{ij}^n \lambda_n^j, \nabla_\delta Q_i^{(3)} + Q_i^{(3)} \pi_0^0 = \Lambda_{ij}^n \pi_n^j - \pi_i^0, \\ Q_i^{(4)} &= t_i - \Lambda_{ij}^n \lambda_n^j, \nabla_\delta Q_i^{(4)} + Q_i^{(4)} \pi_0^0 = 2 \Lambda_{ij}^n \pi_n^j + \pi_i^0. \end{aligned} \quad (17)$$

Квазинормали (17) порождают следующие пары нормалей 1-го и 2-го рода Λ -подрасслоения в дифференциальной окрестности 1-го порядка:

- а. $(Q_i^{(1)}, Q_i^{(3)}) \rightarrow \left\{ L_n^i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2} \Lambda_n^{ij} (Q_j^{(3)} + Q_j^{(1)}), l_i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2} (Q_i^{(3)} - Q_i^{(1)}) \right\}$,
- б. $(Q_i^{(1)}, Q_i^{(2)}) \rightarrow \left\{ H_n^i \stackrel{\text{def}}{=} 2 \Lambda_n^{ij} (Q_j^{(2)} - Q_j^{(1)}), h_i \stackrel{\text{def}}{=} Q_i^{(1)} - 2 Q_i^{(2)} \right\}$,
- в. $(Q_i^{(1)}, Q_i^{(4)}) \rightarrow \left\{ N_n^i \stackrel{\text{def}}{=} \Lambda_n^{ij} (Q_j^{(1)} - Q_j^{(4)}), n_i \stackrel{\text{def}}{=} Q_i^{(4)} - 2 Q_i^{(1)} \right\}$,
- г. $(Q_i^{(2)}, Q_i^{(4)}) \rightarrow \left\{ P_n^i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{2}{3} \Lambda_n^{ij} (Q_j^{(2)} - Q_j^{(4)}), p_i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{3} (Q_i^{(4)} - 4 Q_i^{(2)}) \right\}$,
- д. $(Q_i^{(3)}, Q_i^{(4)}) \rightarrow \left\{ \Xi_n^i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{3} \Lambda_n^{ij} (Q_j^{(3)} + Q_j^{(4)}), \xi_i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{3} (2 Q_i^{(3)} - Q_i^{(4)}) \right\}$,
- е. $(Q_i^{(2)}, Q_i^{(3)}) \rightarrow \left\{ \Psi_n^i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{2}{3} \Lambda_n^{ij} (Q_j^{(2)} + Q_j^{(3)}), \psi_i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{3} (Q_i^{(3)} - 2 Q_i^{(2)}) \right\}$.

Итак, справедлива

Теорема 5. В дифференциальной окрестности 1-го порядка \mathcal{H} -распределение внутренним инвариантным образом порождает шесть нормализаций

$(L_n^i; l_i), (H_n^i; h_i), (N_n^i; n_i), (P_n^i; p_i), (\Xi_n^i; \xi_i), (\Psi_n^i; \psi_i)$

Λ -подрасслоения.

§ 4. Построение квазинормалей и нормалей основных структурных подрасслоений в дифференциальной окрестности второго порядка

I. Так как Λ -подрасслоение невырождено, тогда

$$\det \|\Lambda_{ij}^n\| = \Lambda_0 \neq 0. \quad (18)$$

Дифференцируя (18), получим

$$d \ln \Lambda_0 = 2 \omega_i^j - m(\omega_n^n + \omega_0^0) + \Lambda_K \omega^K, \quad (19)$$

где $\Lambda_K = \Lambda_n^{ji} \Lambda_{ijk}^n$.

Продолжение уравнения (19) с учетом (7) приводит к уравнениям

$$d\Lambda_K + \Lambda_K \omega_0^0 - \Lambda_L \omega_K^L + (m+2)(\delta_K^i \omega_i^0 - \Lambda_{jK}^n \omega_n^j) + m(\delta_K^\alpha \omega_\alpha^0 - \Lambda_{\alpha K}^n \omega_n^\alpha) \equiv 0. \quad (20)$$

Отсюда при $K=i$, в частности, получаем уравнение

$$d\Lambda_i + \Lambda_i \omega_0^0 - \Lambda_j \omega_i^j - (m+2)(\Lambda_{ji}^n \omega_n^j - \omega_i^0) \equiv 0,$$

которое при фиксации центра Λ_0 \mathcal{H} -распределения примет вид

$$\nabla_\delta \Lambda_i + \Lambda_i \pi_0^0 + (m+2)(\pi_i^0 - \Lambda_{ji}^n \pi_n^j) = 0, \quad (21)$$

Таким образом, совокупность функций

$$Q_i^{(5)} = \frac{1}{m+2} \Lambda_i, \nabla_\delta Q_i^{(5)} + Q_i^{(5)} \pi_0^0 = \Lambda_{ji}^n \pi_n^j - \pi_i^0$$

определяет в дифференциальной окрестности второго порядка квазинормаль, ассоциированную с Λ -подрасслоением. Полагая $K=\alpha$, из (20) получаем

$$d\Lambda_\alpha + \Lambda_\alpha \omega_0^0 - \Lambda_\beta \omega_\alpha^\beta - m\Lambda_{\beta\alpha}^n \omega_n^\beta + m\omega_\alpha^0 = \Lambda_{\alpha K} \omega^K. \quad (22)$$

Введём в рассмотрение функции

$$K_\alpha^{(5)} = \frac{1}{m} \Lambda_\alpha, \quad (23)$$

которые в силу (22) при фиксации центра A_0 \mathcal{H} -распределения удовлетворяет уравнениям

$$\nabla_\delta K_\alpha^{(5)} + K_\alpha^{(5)} \pi_0^0 = \Lambda_{\beta\alpha}^n \pi_n^\beta - \pi_\alpha^0. \quad (24)$$

Из (24) следует, что совокупность функций $\{K_\alpha^{(5)}\}$ есть квазинормаль 2-го порядка L-подрасслоения.

II. Аналогично п.1, учитывая, что L-подрасслоение невырождено, т. е.

$$\det \|\Lambda_{\alpha\beta}^n\| \stackrel{\text{def}}{=} L_0 \neq 0, \quad (25)$$

и дифференцируя (25), получим

$$d \ln L_0 = 2\omega_\alpha^\alpha - (n - m - 1)(\omega_n^n + \omega_0^0) + L_K \omega^K, \quad (26)$$

где $L_K = \Lambda_n^{\beta\alpha} \Lambda_{\alpha\beta K}^n$.

Продолжая уравнения (26) с учетом (7), получим

$$\nabla L_K^0 + (n - m - 3)(\delta_K^\alpha \omega_\alpha^0 - \Lambda_{\beta K}^n \omega_n^\beta) + (n - m - 1)(\delta_K^i \omega_i^0 - \Lambda_{iK}^n \omega_n^i) \equiv 0. \quad (27)$$

Из (27) при $K=i, K=\alpha$ находим

$$\nabla L_i^0 + (n - m - 1)(\omega_i^0 - \Lambda_{ji}^n \omega_n^j) = L_{iK} \omega^K, \quad (28)$$

$$\nabla L_\alpha^0 + (n - m - 3)(\omega_\alpha^0 - \Lambda_{\beta\alpha}^n \omega_n^\beta) = L_{\alpha K} \omega^K. \quad (29)$$

Функции

$$Q_i^{(6)} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n-m-1} L_i, \quad K_\alpha^{(6)} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{n-m-3} L_\alpha \quad (30)$$

при фиксации точки Λ (центра \mathcal{H} -распределения) в силу соответственно (28),(29) удовлетворяют уравнениям

$$\nabla_{\delta} Q_i^{(6)} + Q_i^{(6)} \pi_0^0 = A_{ji}^n \pi_n^j - \pi_j^0, \quad (31)$$

$$\nabla_{\delta} K_{\alpha}^{(6)} + K_{\alpha}^{(6)} \pi_0^0 = A_{\beta\alpha}^n \pi_n^{\beta} - \pi_{\alpha}^0. \quad (32)$$

Согласно определению (15) из (31), (32) следует, что совокупности функций $\{Q_i^{(6)}\}, \{K_{\alpha}^{(6)}\}$ образуют квазинормали в дифференциальной окрестности 2-го порядка, ассоциированные соответственно с Λ - и L - подрасслоениями.

III. Используя квазинормали (17) и (21), (31), вводим нормализации Λ - подрасслоения, при условии, что тензор неголономности $r_{ij}^n = \frac{1}{2}(A_{ij}^n - A_{ji}^n)$ равен 0.

$$\begin{aligned} (Q_i^{(1)}, Q_i^{(5)}) &\rightarrow \left\{ Q_n^i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2}(Q_i^{(1)} - Q_i^{(5)}) a_n^{ij}, q_i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2}(Q_i^{(1)} - Q_i^{(5)}) \right\}, \\ (Q_i^{(1)}, Q_i^{(6)}) &\rightarrow \left\{ S_n^i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2}(Q_i^{(1)} - Q_i^{(6)}) a_n^{ij}, s_i \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2}(Q_i^{(1)} - Q_i^{(6)}) \right\}. \end{aligned} \quad (33)$$

С помощью квазинормалей (17), (21), (28) находим в дифференциальной окрестности 2-го порядка поля нормалей 2-го рода внутренним образом присоединенных к Λ -подрасслоению:

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= \frac{1}{3}(Q_i^{(5)} - 2Q_i^{(2)}), h_i = \frac{1}{3}(2Q_i^{(5)} - Q_i^{(4)}), \\ z_i &= \frac{1}{3}(Q_i^{(6)} - Q_i^{(2)}), \xi_i = \frac{1}{3}(2Q_i^{(6)} - Q_i^{(4)}), \\ \vartheta_i &= \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}Q_i^{(5)} - Q_i^{(2)}\right), y_i = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}Q_i^{(6)} - Q_i^{(2)}\right). \end{aligned} \quad (34)$$

Функции (34) удовлетворяют уравнению типа $\nabla v_i^0 + \omega_i^0 = v_{iK}^0 \omega^K$

По биекции Бомпьяни-Пантази (5) для нормалей (34) 2-го рода получаем соответственно нормали 1-го рода Λ — подрасслоения:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n^i &= -\Lambda_n^{ij} \varepsilon_j + t_n^i, \quad \mathcal{H}_n^i = -\Lambda_n^{ij} h_j + t_n^i, \\ \mathcal{Z}_n^i &= -\Lambda_n^{ij} z_j + t_n^i, \quad \mathcal{X}_n^i = -\Lambda_n^{ij} \xi_j + t_n^i, \end{aligned}$$

$$\mathcal{G}_n^i = -\Lambda_n^{ij} \mathcal{G}_j + t_n^i, \mathcal{Y}_n^i = -\Lambda_n^{ij} \mathcal{Y}_j + t_n^i.$$

Теорема 6. *Н-распределение в дифференциальной окрестности 2-го порядка внутренним образом порождает два поля нормализаций (Q_n^i, q_i) , (S_n^i, s_i) L-подрасслоения, если тензор неголономности равен нулю т.е. $r_{ij}^n = 0$, и шесть полей нормализаций в смысле Нордена (E_n^i, ε_i) , (H_n^i, h_i) , (Z_n^i, z_i) , (Ξ_n^i, ξ_i) $(\mathcal{G}_n^i, \mathcal{G}_i)$, $(\mathcal{Y}_n^i, \mathcal{Y}_i)$, если $r_{ij}^n \neq 0$.*

IV. Если тензор неголономности L-подрасслоения $r_{\alpha\beta}^n = \frac{1}{2}(A_{\alpha\beta}^n - A_{\beta\alpha}^n)$ равен 0, то можно, используя квазинормали $K_\alpha^{(1)}$, $K_\alpha^{(5)}$, $K_\alpha^{(6)}$, построить нормализации (K_n^α, k_α) , (S_n^α, s_α) L-подрасслоения в дифференциальной окрестности 2-го порядка:

$$\begin{aligned} (K_\alpha^{(1)}, K_\alpha^{(5)}) &\rightarrow \left\{ K_n^\alpha \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2}(K_\beta^{(1)} - K_\beta^{(5)})a_n^{\alpha\beta}, k_\alpha \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2}(K_\alpha^{(1)} - K_\alpha^{(5)}) \right\}, \\ (K_\alpha^{(1)}, K_\alpha^{(6)}) &\rightarrow \left\{ S_n^\alpha \stackrel{\text{def}}{=} -\frac{1}{2}(K_\beta^{(1)} - K_\beta^{(6)})a_n^{\alpha\beta}, s_\alpha \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{2}(K_\alpha^{(1)} - K_\alpha^{(6)}) \right\}. \end{aligned}$$

Если тензор неголономности L-подрасслоения $r_{\alpha\beta}^n \neq 0$, то нормальям 2-го рода

$$\begin{aligned} \varepsilon_\alpha &= \frac{1}{3}(K_\alpha^{(5)} - 2K_\alpha^{(2)}), h_\alpha = \frac{1}{3}(2K_\alpha^{(5)} - K_\alpha^{(4)}), \\ z_\alpha &= \frac{1}{3}(K_\alpha^{(6)} - K_\alpha^{(2)}), \xi_\alpha = \frac{1}{3}(2K_\alpha^{(6)} - K_\alpha^{(4)}), \\ \mathcal{G}_\alpha &= \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}K_\alpha^{(5)} - K_\alpha^{(2)}\right), \mathcal{Y}_\alpha = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}K_\alpha^{(6)} - K_\alpha^{(2)}\right), \end{aligned} \quad (35)$$

в биекции Бомпьяни-Пантази (6), соответствуют нормали 1-го рода L-подрасслоения в дифференциальной окрестности 2-го порядка:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_n^\alpha &= -\Lambda_n^{\alpha\beta} \varepsilon_\beta + t_n^\alpha, H_n^\alpha = -\Lambda_n^{\alpha\beta} h_\beta + t_n^\alpha, \\ Z_n^\alpha &= -\Lambda_n^{\alpha\beta} z_\beta + t_n^\alpha, \Xi_n^\alpha = -\Lambda_n^{\alpha\beta} \xi_\beta + t_n^\alpha, \\ \mathcal{G}_n^\alpha &= -\Lambda_n^{\alpha\beta} \mathcal{G}_\beta + t_n^\alpha, \mathcal{Y}_n^\alpha = -\Lambda_n^{\alpha\beta} \mathcal{Y}_\beta + t_n^\alpha. \end{aligned}$$

Функции (35) удовлетворяют уравнению типа $\nabla v_\alpha^0 + \omega_\alpha^0 = v_{\alpha K}^0 \omega^K$.

Теорема 7. В дифференциальной окрестности 2-го порядка H -распределение внутренним образом порождает две нормализации L -подрасслоения (K_n^α, k_α) , (S_n^α, s_α) , если тензор неголономности L -подрасслоения равен нулю, и шесть нормализаций в смысле Нордена $(\varepsilon_n^\alpha, \varepsilon_\alpha)$, (H_n^α, h_α) , (Z_n^α, z_α) , $(\Xi_n^\alpha, \xi_\alpha)$, (G_n^α, g_α) , (Y_n^α, y_α) , если $r_{\alpha\beta}^n \neq 0$.

Список литературы:

1. Будылкин А.А. Естественные и математические науки в современном мире. г. Новосибирск, — 2015, — № 2(26), — с. 24—33.
2. Вагнер В.В. Теория поля локальных гиперполос. Тр. Семинара по векторному и тензорному анализу — 1950. — Вып. 8. — С. 197—272.
3. Лаптев Г.Ф. Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциально-геометрических исследований. Тр. Моск. мат. об-ва. — 1953. — Т. 2. — С. 275—382.
4. Лаптев Г.Ф., Остиану Н.М. Распределения m -мерных линейных элементов в пространстве проективной связности. Тр. Геометрического семинара. ВИНТИ. — 1971, — Т. 3, — с. 49—94.
5. Норден А.П. Пространства аффинной связности. М.: Наука, 1976. — 432 с.
6. Остиану Н.М. Распределение гиперплоскостных элементов в проективном пространстве. Тр. Геометрического семинара. ВИНТИ. — 1973, — Т. 4, — с. 7—70.
7. Попов Ю.И. Основы теории трехсоставных распределений проективного пространства. Монография. Санкт-Петербург. Из-во С-Петербургского университета, 1972. — 172 с.
8. Попов Ю.В., Столяров А.В. Специальные классы регулярных гиперполос проективного пространства. К-д, 2011. Учебное пособие, из-е 2-ое, БФУ им. Иммануила Канта, — 122 стр.
9. Столяров А.В. Проективно-дифференциальная геометрия регулярного гиперполосного распределения m -мерных линейных элементов. В кн.: Проблемы геометрии (Итоги науки и техн. ВИНТИ АН СССР), М., — 1975, — Т. 7, — с. 117—151.

ВВЕДЕНИЕ АФФИННЫХ И НОРМАЛЬНЫХ СВЯЗНОСТЕЙ НА ГИПЕРПОЛОСЕ $H_m(\Delta)$

Попов Юрий Иванович

канд. физ.-мат. наук, профессор Балтийского федерального университета имени И. Канта,

РФ, г. Калининград,

E-mail: AndreyBudylnkin@rambler.ru

INTRODUCTION AFFINITY AND NORMAL CONNECTION ON HYPERBANDS $H_m(\Delta)$

Popov Yuri

candidate of Science, professor of Baltic federal university of I. Kant, Russia, Kaliningrad

АННОТАЦИЯ

Данная статья является продолжением работы [5], в которой рассматривается геометрия специального класса регулярных гиперполос $H_m(\Delta)$ проективного пространства P_n . Вводятся аффинные (касательные) и нормальные (центропроективные) связности на гиперполосе. Найдены тензоры кривизны (кручения) этих связностей. Работа выполнена методом Г.Ф. Лаптева [1]. Во всей работе индексы принимают значения

$\bar{I}, \bar{J}, \bar{K}, \dots = \bar{0}, \bar{n}; l, J, K, \dots = \bar{1}, \bar{n}; p, q, s, \dots = \bar{1}, \bar{r}; i, j, k, \dots = \bar{1}, \bar{m}; a, b, c, \dots = \bar{r} + \bar{1}, \bar{m};$

$\alpha, \beta, \gamma, \dots = \bar{m} + \bar{1}, \bar{n} - \bar{1}; i, j, k, \dots = (a, p); \hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\gamma}, \dots = \bar{m} + \bar{1}, \bar{n};$

$\hat{\sigma}, \hat{\rho}, \hat{\tau}, \dots = \bar{r} + \bar{1}, \bar{n}; \xi, \psi, \eta, \dots = (p, \alpha).$

ABSTRACT

This article is a continuation of [5], which deals with the geometry of a special class of regular hyperbands projective space. We introduce affine (tangential) and normal (Centroprojective) connections on hyperstrip. Found curvature tensors (torsion) of these connections. Work performed by G.F. Laptev [1]. Throughout the paper the indices take values $\bar{I}, \bar{J}, \bar{K}, \dots = \bar{0}, \bar{n}; l, J, K, \dots = \bar{1}, \bar{n}; p, q, s, \dots = \bar{1}, \bar{r}; i, j, k, \dots = \bar{1}, \bar{m}; a, b, c, \dots = \bar{r} + \bar{1}, \bar{m};$

$\alpha, \beta, \gamma, \dots = \bar{m} + \bar{1}, \bar{n} - \bar{1}; i, j, k, \dots = (a, p); \hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\gamma}, \dots = \bar{m} + \bar{1}, \bar{n};$

$\hat{\sigma}, \hat{\rho}, \hat{\tau}, \dots = \bar{r} + \bar{1}, \bar{n}; \xi, \psi, \eta, \dots = (p, \alpha).$

Ключевые слова: гиперполоса; аффинная связность; нормальная связность.

Keywords: hyperbands; affinity connection; normal connection.

§ 1. Касательная и нормальная связности гиперполосы $H_m(\Delta)$

1. Следуя работе [1] формулы инфинитезимального перемещения репера $\{A_{\bar{J}}\}$ запишем в виде

$$dA_{\bar{J}} = \theta_{\bar{J}}^{\bar{K}} A_{\bar{K}}, \quad D\theta_{\bar{J}}^{\bar{K}} = \theta_{\bar{J}}^{\bar{L}} \wedge \theta_{\bar{L}}^{\bar{K}}. \quad (1)$$

Так как реперы $\{A_{\bar{J}}\}$ и $\{\lambda A_{\bar{J}}\}$ в проективном пространстве P_n отождествляются, то для проективной группы $GP(n, R)$ существенна лишь разница

$$\omega_{\bar{J}}^{\bar{K}} = \theta_{\bar{J}}^{\bar{K}} - \delta_{\bar{J}}^{\bar{K}} \theta_0^0, \quad (2)$$

где \bar{J} и \bar{K} одновременно не равны нулю; очевидно, что $\omega_0^0 = 0$.

Для форм $\omega_{\bar{L}}^{\bar{K}}$ из (1), (2) вытекают следующие структурные уравнения [2]:

$$\begin{cases} D\omega_0^J = \omega_0^K \wedge \omega_K^J, & D\omega_K^0 = \omega_K^L \wedge \omega_L^0, \\ D\omega_K^J = \omega_K^L \wedge \omega_L^J + (\delta_K^J \omega_L^0 + \delta_K^0 \omega_L^J) \wedge \omega_0^L. \end{cases} \quad (3)$$

2. Известно [5], что гиперполоса $H_m(\Delta) \subset P_n$ задается уравнениями

$$\begin{aligned} \omega_0^n &= 0, \omega_0^\alpha = 0, \omega_\alpha^n = 0, \omega_p^n = \lambda_{pq}^n \omega_0^q, \omega_\alpha^n = \lambda_{ab}^n \omega_0^b, \\ \omega_\alpha^a &= \lambda_{ab}^\alpha \omega_0^b, \omega_p^\alpha = \lambda_{pq}^\alpha \omega_0^q, \omega_p^\alpha = \lambda_{pi}^\alpha \omega_0^i, \omega_a^p = \lambda_{ai}^p \omega_0^i, \\ \omega_\alpha^p &= \lambda_{ai}^p \omega_0^i, \omega_\alpha^a = \lambda_{ai}^\alpha \omega_0^i, \omega_n^\alpha = \lambda_{ni}^\alpha \omega_0^i, \omega_n^\alpha = \lambda_{ni}^\alpha \omega_0^i. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \nabla \lambda_{pq}^n + \lambda_{pq}^n \omega_0^0 &= \lambda_{pqi}^n \omega_0^i, \nabla \lambda_{ab}^n + \lambda_{ab}^n \omega_0^0 = \lambda_{abi}^n \omega_0^i, \nabla \lambda_{ab}^\alpha + \lambda_{ab}^\alpha \omega_0^0 \\ &= \lambda_{abi}^\alpha \omega_0^i, \\ \nabla \lambda_{pq}^\alpha + \lambda_{pq}^\alpha \omega_0^0 &= \lambda_{pqi}^\alpha \omega_0^i, \nabla \lambda_{pi}^\alpha + \lambda_{pi}^\alpha \omega_0^0 - \delta_i^\alpha \omega_0^p = \lambda_{pij}^\alpha \omega_0^j, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\nabla \lambda_{ai}^p + \lambda_{ai}^p \omega_0^0 - \delta_i^p \omega_\alpha^0 &= \lambda_{aij}^p \omega_0^j, \nabla \lambda_{ai}^\alpha + \lambda_{ai}^\alpha \omega_0^0 - \delta_i^\alpha \omega_\alpha^0 = \lambda_{aij}^\alpha \omega_0^j, \\
& (5) \\
\nabla \lambda_{ai}^p + \lambda_{ai}^p \omega_0^0 - \delta_i^p \omega_a^0 + \lambda_{ab}^n \delta_i^b \omega_n^p & \\
= \lambda_{aij}^p \omega_0^j, \nabla \lambda_{ni}^\alpha + \lambda_{ni}^\alpha \omega_0^0 - \delta_i^\alpha \omega_n^0 - \lambda_{pi}^\alpha \omega_n^p & \\
= \lambda_{nij}^\alpha \omega_0^j, \nabla \lambda_{ni}^\alpha + \lambda_{ni}^\alpha \omega_0^0 - \delta_i^\alpha \omega_n^0 - \lambda_i^\alpha \omega_n^0 - \lambda_{pq}^\alpha \delta_i^q \omega_n^p & \\
= \lambda_{nij}^\alpha \omega_0^j. &
\end{aligned}$$

Пусть гиперполоса $H_m(\Delta)$ [5], заданная уравнениями (4), (5), оснащена в смысле Нордена [3], то есть оснащена полями нормалей N_{n-m} 1-го рода и полями нормалей N_{m-1} 2-го рода. Адаптируем репер R^1 [5] полям нормалей 1-го и 2-го рода, т. е. точки $\{A_p\} \subset N_{r-1}(A_0)$, $\{A_\alpha\} \subset N_{s-1}(A_0)$, $\{A_n\} \subset N_{n-m-2}$, $A_n \in h(\Delta)$.

В этом случае формы $\omega_p^0, \omega_a^0, \omega_n^p, \omega_n^0, \omega_\alpha^0$ становятся главными:

$$\omega_p^0 = \lambda_{pi}^0 \omega^i, \omega_a^0 = \lambda_{ai}^0 \omega^i, \omega_n^p = \lambda_{ni}^p \omega^i, \omega_n^0 = \lambda_{ni}^0 \omega^i, \omega_\alpha^0 = \lambda_{ai}^0 \omega^i, \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned}
\nabla \lambda_{pi}^0 + \lambda_{pi}^0 \omega_0^0 &= \lambda_{pij}^0 \omega_0^j, \nabla \lambda_{ai}^0 + \lambda_{ai}^0 \omega_0^0 = \lambda_{aij}^0 \omega_0^j, \nabla \lambda_{ni}^p + \lambda_{ni}^p \omega_0^0 = \lambda_{nij}^p \omega_0^j, \\
\nabla \lambda_{ni}^0 + \lambda_{ni}^0 \omega_0^0 &= \lambda_{nij}^0 \omega_0^j, \nabla \lambda_{ai}^\alpha + \lambda_{ai}^\alpha \omega_0^0 = \lambda_{aij}^\alpha \omega_0^j. \quad (7)
\end{aligned}$$

Таким образом, уравнения (4)—(7) являются уравнениями нормализованной по Нордену гиперполосы $H_m(\Delta)$ в дифференциальной окрестности 3-го порядка. Кроме того, из (6) следует, что

$$\omega_i^0 = \lambda_{ij}^0 \omega^j, \omega_\sigma^0 = \lambda_{\sigma j}^0 \omega^j, \omega_\xi^0 = \lambda_{\xi j}^0 \omega^j, \quad (8)$$

и из формул (4) и (6) находим, что

$$\omega_n^i = \lambda_{nj}^i \omega^j, \omega_i^\alpha = \lambda_{ij}^\alpha \omega^j \quad (9)$$

где $\lambda_{ap}^\alpha = 0$ и $\lambda_{pa}^\alpha = 0$ в силу сопряженности плоскостей Λ и L [5].

Из задания гиперполосы (4)—(7) следует, что при фиксации точки $A_0 \stackrel{\text{def}}{=} x$ базисной поверхности $V_m \subset H_m$ касательные плоскости $T_m(x), \Lambda_r(x), L_s(x)$ и нормальные плоскости $N_{n-m}(x), N_{n-r}(x), N_{n-s}(x), \Delta(x)$ остаются неподвижными. Тогда в силу [3], [6] на базе $V_m \stackrel{\text{def}}{=} V$ возникают нормальные $N_{n-m}(V), N_{n-r}(V), N_{n-s}(V), \Delta(V)$ и касательные расслоения $T_m(V), \Lambda_r(V), L_s(V)$ плоскостей. В силу (3), (6), (7), (8), (9) структурные уравнения касательного (аффинного) расслоения $T_m(V_m)$ гиперполосы $H_m(\Delta)$ принимают вид

$$d\omega^i = \omega_0^j \wedge \omega_j^i, \quad d\omega_j^i = \omega_j^k \wedge \omega_k^i + \Omega_j^i, \quad (10)$$

где

$$\Omega_j^i = (\lambda_{j[k}^\alpha \lambda_{|\alpha|l]}^i + \lambda_{j[k}^n \lambda_{|n|l]}^i + \lambda_{j[k}^0 \delta_{l]}^i - \delta_i^j \lambda_{[kl]}^0) \omega^k \wedge \omega^l = R_{jkl}^i \omega^k \wedge \omega^l, \quad (11)$$

$$R_{jkl}^i = \lambda_{j[k}^\alpha \lambda_{|\alpha|l]}^i + \lambda_{j[k}^n \lambda_{|n|l]}^i + \lambda_{j[k}^0 \delta_{l]}^i - \delta_i^j \lambda_{[kl]}^0. \quad (12)$$

Согласно теореме Картана-Лаптева [7], [1] следует, что в касательном расслоении $T_m(V_m)$ гиперполосы $H_m(\Delta)$, нормализованной по Нордену, определяется аффинная связность γ без кручения. Впервые эту связность ввел и подробно исследовал А.П. Норден [3]. Формы ω_j^i будут ее формами связности, а формы Ω_j^i — ее формами кривизны, а R_{jkl}^i — тензор кривизны связности γ .

Теорема 1. *В дифференциальной окрестности 3-го порядка на нормализованной по Нордену гиперполосе $H_m(\Delta) \subset P_n$ в ее касательном расслоении $T_m(V)$ определяется аффинная связность γ без кручения с 2-формами Ω_j^i (11) кривизны, тензор кривизны которой имеет строение (12).*

3. Структурные уравнения нормального расслоения $N_{n-m}(V)$ (расслоения нормалей 1-го рода гиперполосы) с учетом (3), (8), (9) можно представить в виде:

$$D\omega^i = \omega^j \wedge \omega_j^i, \quad D\omega_\alpha^\beta = \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^\beta + (\lambda_{\alpha[i}^k \lambda_{|k|j]}^\beta - \delta_\alpha^\beta \lambda_{[ij]}^0) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_\alpha^\gamma \wedge \omega_\gamma^\beta + \Omega_\alpha^\beta,$$

$$\begin{aligned}
D\omega_\alpha^n &= \omega_\alpha^k \wedge \omega_k^n = \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^n \omega^i \wedge \omega^j = \Omega_\alpha^n, \\
D\omega_n^\alpha &= \omega_n^\gamma \wedge \omega_\gamma^\alpha + \lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^\alpha \omega^i \wedge \omega^j = \omega_n^\gamma \wedge \omega_\gamma^\alpha + \Omega_n^\alpha, \\
D\omega_n^n &= \omega_n^k \wedge \omega_k^n = (\lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^n - \lambda_{[ij]}^0) \omega^i \wedge \omega^j = \Omega_n^n, \\
D\omega_\alpha^0 &= \omega_\alpha^\beta \wedge \omega_\beta^0 + \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^0 \omega^i \wedge \omega^j = \omega_\alpha^\beta \wedge \omega_\beta^0 + \Omega_\alpha^0, \quad (13) \\
D\omega_n^0 &= \omega_n^\alpha \wedge \omega_\alpha^0 + (\lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^0 + \lambda_{n[i] |k|j}^\alpha \lambda_{|\alpha|j}^0) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_n^\alpha \wedge \omega_\alpha^0 + \Omega_n^0,
\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
\Omega_\alpha^\beta &= \left(\lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^\beta - \delta_\alpha^\beta \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_\alpha^n = \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^n \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_n^\alpha &= \lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^\alpha \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_n^n &= (\lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^n - \lambda_{[ij]}^0) \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_\alpha^0 = \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \quad (14) \\
\Omega_n^0 &= (\lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^0 + \lambda_{n[i] |k|j}^\alpha \lambda_{|\alpha|j}^0) \omega^i \wedge \omega^j, \\
R_{\alpha ij}^\beta &= \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^\beta - \delta_\alpha^\beta \lambda_{[ij]}^0, \quad R_{\alpha ij}^0 = \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^0, \\
R_{nij}^\alpha &= \lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^\alpha, \quad R_{nij}^n = \lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^n, \quad (15) \\
R_{\alpha ij}^n &= \lambda_{\alpha[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^n, \quad R_{nij}^0 = \lambda_{n[i] |k|j}^k \lambda_{|k|j}^0 + \lambda_{n[i] |k|j}^\alpha \lambda_{|\alpha|j}^0.
\end{aligned}$$

Согласно работам [4], [6], получаем, что в нормальном расслоении возникает центропроективная связность γ^\perp с формами связности $\{\omega_{\tilde{\alpha}}^0, \omega_{\tilde{\alpha}}^\beta\}$ и 2-формами $\{\Omega_{\tilde{\alpha}}^0, \Omega_{\tilde{\alpha}}^\beta\}$ кривизны, [6] компоненты тензора кривизны $\{R_{\tilde{\alpha} ij}^0, R_{\tilde{\alpha} ij}^\beta\}$, которой имеют строение (15). Связность γ^\perp будем называть нормальной проективной связностью оснащенной гиперполосы $H_m(\Delta)$.

Таким образом, имеет место

Теорема 2. *В дифференциальной окрестности 3-го порядка на базисной поверхности $V_m = V$ гиперполосы $H_m(\Delta) \subset P_n$ определяется нормальная связность γ^\perp в расслоении ее нормалей 1-го рода $N_{n-m}(V)$. Компоненты тензора кривизны связности γ^\perp имеют строение (15), а 2-формы кривизны соответственно (14).*

§ 2. Задание аффинных и нормальных связностей, индуцируемых

Λ - L , $-\Delta$ — подрасслоениями

1. Структурные уравнения касательного Λ -подрасслоения имеют вид:

$$D\omega^i = \omega^j \wedge \omega_j^i, \quad (16)$$

$$D\omega_0^p = \omega_0^q \wedge \omega_q^p + \omega_0^a \wedge \omega_a^p = \omega_0^q \wedge \omega_q^p + \delta_{[i}^a \lambda_{|a|j]}^p \omega^i \wedge \omega^j = \omega_0^q \wedge \omega_q^p + R_{ij}^p \omega^i \wedge \omega^j, \quad (17)$$

$$D\omega_q^p = \omega_q^t \wedge \omega_t^p + (\lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q + \lambda_{p[i}^n \lambda_{|n|j]}^q + \lambda_{p[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_q^t \wedge \omega_t^p + \Omega_q^p,$$

где совокупность величин

$$R_{ij}^p = \delta_{[i}^a \lambda_{|a|j]}^p \quad (18)$$

образует тензор кручения $\{R_{ij}^p\}$, а 2-формы кривизны Ω_q^p имеют структуру:

$$\Omega_q^p = (\lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q + \lambda_{p[i}^n \lambda_{|n|j]}^q + \lambda_{p[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0) \omega^i \wedge \omega^j. \quad (19)$$

Следуя работам [4], [6], утверждаем, что в слоях касательного Λ -подрасслоения индуцируется аффинная связность η [3] с кручением $\{R_{ij}^p\}$ (18), компоненты тензора кривизны $\{R_{qij}^p\}$, которой имеют вид:

$$R_{qij}^p = \lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q + \lambda_{p[i}^n \lambda_{|n|j]}^q + \lambda_{p[i}^a \lambda_{|a|j]}^q + \lambda_{p[i}^\alpha \lambda_{|\alpha|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0. \quad (20)$$

В результате справедлива

Теорема 3. *Гиперполюса $H_m(\Delta)$ в касательном Λ -подрасслоении в дифференциальной окрестности 3-го порядка индуцирует внутреннюю аффинную связность η с кручением (18) и с 2-формами кривизны $\{\Omega_p^q\}$ (19), тензор кривизны $\{R_{p ij}^q\}$ которой имеет структуру (20).*

2. Структурные уравнения нормального расслоения $N_{n-r}(V)$ (расслоение нормалей 1-го рода Λ -подрасслоения) имеют вид:

$$\begin{aligned}
D\omega^i &= \omega_0^j \wedge \omega_j^i, \\
D\omega_\sigma^0 &= \omega_\sigma^\tau \wedge \omega_\tau^0 + \left(\lambda_{\sigma[i}^p \lambda_{|p|j]}^0 + \lambda_{ab}^n \delta_\sigma^a \delta_{[i}^b \lambda_{|n|j]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_\sigma^\tau \wedge \omega_\tau^0 + \\
&\quad R_{\sigma ij}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \\
D\omega_n^0 &= \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + \left(\lambda_{n[i}^p \lambda_{|p|j]}^0 + \lambda_{n[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + \\
&\quad R_{nij}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \\
D\omega_\sigma^\tau &= \omega_\sigma^\rho \wedge \omega_\rho^\tau + \left(\lambda_{\sigma[i}^p \lambda_{|p|j]}^\tau + \lambda_{ab}^n \delta_\sigma^a \delta_{[i}^b \lambda_{|n|j]}^\tau + \lambda_{\sigma[i}^0 \delta_{j]}^\tau + \delta_\sigma^\tau \lambda_{a[i}^0 \delta_{j]}^a + \right. \\
&\quad \left. + \delta_\sigma^\tau \lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^p \right) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_\sigma^\rho \wedge \omega_\rho^\tau + R_{\sigma ij}^\tau \omega^i \wedge \omega^j, \quad (21) \\
D\omega_n^\tau &= \left(\lambda_{ab}^n \lambda_{n[i}^a \delta_{j]}^b + \lambda_{pq}^n \lambda_{n[i}^p \delta_{j]}^q - \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j = R_{nij}^\tau \omega^i \wedge \omega^j, \\
D\omega_n^\sigma &= \omega_n^{\hat{\tau}} \wedge \omega_{\hat{\tau}}^\sigma + \left(\lambda_{n[i}^p \lambda_{|p|j]}^\sigma + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^\sigma \right) \omega^i \wedge \omega^j = \omega_n^{\hat{\tau}} \wedge \omega_{\hat{\tau}}^\sigma + \\
&\quad R_{nij}^\sigma \omega^i \wedge \omega^j, \\
D\omega_\sigma^n &= \omega_\sigma^{\hat{\tau}} \wedge \omega_{\hat{\tau}}^n + \lambda_{pq}^n \lambda_{\sigma[i}^p \delta_{j]}^q \omega^i \wedge \omega^j = \omega_\sigma^{\hat{\tau}} \wedge \omega_{\hat{\tau}}^n + R_{\sigma ij}^n \omega^i \wedge \omega^j,
\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
\Omega_\sigma^0 &= R_{\sigma ij}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_n^0 = R_{nij}^0 \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_\sigma^\tau &= R_{\sigma ij}^\tau \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_n^\tau = R_{nij}^\tau \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_n^\sigma &= R_{\sigma ij}^\sigma \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_\sigma^n = R_{\sigma ij}^n \omega^i \wedge \omega^j,
\end{aligned} \quad (22)$$

2-формы кривизны, а компоненты тензора кривизны $\{R_{\hat{\sigma}ij}^\tau, R_{\hat{\sigma}ij}^0\}$ имеют строение:

$$\begin{aligned}
R_{\sigma ij}^0 &= \lambda_{\sigma[i}^p \lambda_{|p|j]}^0 + \lambda_{ab}^n \delta_\sigma^a \delta_{[i}^b \lambda_{|n|j]}^0, \quad R_{nij}^0 = \lambda_{n[i}^p \lambda_{|p|j]}^0 + \lambda_{n[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^0, \\
R_{\sigma ij}^\tau &= \lambda_{\sigma[i}^p \lambda_{|p|j]}^\tau + \lambda_{ab}^n \delta_\sigma^a \delta_{[i}^b \lambda_{|n|j]}^\tau + \lambda_{\sigma[i}^0 \delta_{j]}^\tau + \delta_\sigma^\tau \lambda_{a[i}^0 \delta_{j]}^a + \delta_\sigma^\tau \lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^p, \\
R_{nij}^\tau &= \lambda_{ab}^n \lambda_{n[i}^a \delta_{j]}^b + \lambda_{pq}^n \lambda_{n[i}^p \delta_{j]}^q - \lambda_{[ij]}^0, \quad R_{nij}^\sigma = \lambda_{n[i}^p \lambda_{|p|j]}^\sigma + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^\sigma, \quad (23) \\
R_{\sigma ij}^n &= \lambda_{pq}^n \lambda_{\sigma[i}^p \delta_{j]}^q.
\end{aligned}$$

Резюмируя, получим предложение

Теорема 4. *Гиперполюса $H_m(\Delta)$ в нормальном расслоении $N_{n-r}(V)$ (в расслоении нормалей 1-го рода A — подрасслоения) в дифференциальной окрестности 3-го порядка порождает внутренним образом нормальную связность η^\perp со слоевыми формами связности $(\omega_\sigma^0, \omega_{\hat{\sigma}}^{\hat{\tau}})$ и 2-формами кривизны $(\Omega_\sigma^0, \Omega_{\hat{\sigma}}^{\hat{\tau}})$ (22). Компоненты тензора кривизны $\{R_{\hat{\sigma}ij}^\tau, R_{\hat{\sigma}ij}^0\}$ имеют вид (23).*

3. Структурные уравнения касательного L -подрасслоения представим таким образом:

$$D\omega^i = \omega_0^j \wedge \omega^i, \quad (24)$$

$$D\omega_0^a = \omega_0^c \wedge \omega_c^a + (\delta_{[i}^p \lambda_{|p|j]}^a) \omega^i \wedge \omega^j, D\omega_b^a = \omega_a^c \wedge \omega_c^b + R_{bij}^a \omega^i \wedge \omega^j,$$

где компоненты тензора кручения

$$R_{ij}^a = \delta_{[i}^p \lambda_{|p|j]}^a, \quad (25)$$

а тензор кривизны $\{R_{aij}^b\}$ имеет строение:

$$R_{aij}^b = \lambda_{a[i}^0 \delta_{j]}^b + \lambda_{a[i}^n \lambda_{|n|j]}^b + \lambda_{a[i}^\xi \lambda_{|\xi|j]}^b - \delta_a^b \lambda_{[ij]}^0. \quad (26)$$

Теорема 5. *В дифференциальной окрестности 3-го порядка в касательном L -подраслоения гиперлопосы $H_m(\Delta) \subset P_n$ индуцируется аффинная связность η с кручением (25) и с 2-формами кривизны*

$\Omega_a^b = R_{aij}^b \omega^i \wedge \omega^j$, тензор кривизны которой имеет вид R_{aij}^b (26).

4. Структурные уравнения нормального расслоения $N_{n-s}(V)$ (расслоение нормалей 1-го рода L -подрасслоения) можно представить в виде:

$$D\omega^i = \omega_0^j \wedge \omega^i, D\omega_\xi^0 = \omega_\xi^\psi \wedge \omega_\psi^0 + \left(\lambda_{\xi[i}^a \lambda_{|a|j]}^0 + \lambda_{pq}^n \delta_\xi^p \delta_{[i}^q \lambda_{|n|j]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j,$$

$$D\omega_n^0 = \omega_n^a \wedge \omega_a^0 + \left(\lambda_{n[i}^\xi \lambda_{|\xi|j]}^0 + \lambda_{n[i}^a \lambda_{|a|j]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j,$$

$$D\omega_\xi^\eta = \omega_\xi^\psi \wedge \omega_\psi^\eta + \left(\lambda_{\xi[i}^0 \delta_{j]}^\eta + \lambda_{\xi[i}^a \lambda_{|a|j]}^\eta + \lambda_{pq}^n \delta_\xi^p \delta_{[i}^q \lambda_{|n|j]}^\eta - \delta_\xi^\eta \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j \quad (27)$$

$$D\omega_n^\eta = \left(\lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^\eta - \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, D\omega_n^\xi = \omega_n^\psi \wedge \omega_\psi^\xi + \left(\lambda_{n[i}^a \lambda_{|a|j]}^\xi + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^\xi \right) \omega^i \wedge \omega^j,$$

$$D\omega_\xi^n = \omega_\xi^\psi \wedge \omega_\psi^n + \lambda_{ab}^n \lambda_{\xi[i}^a \delta_{j]}^b \omega^i \wedge \omega^j,$$

где

$$\begin{aligned}
\Omega_{\xi}^0 &= \left(\lambda_{\xi[i] \alpha[j]}^a \lambda_{|a|j}^0 + \lambda_{pq}^n \delta_{\xi}^p \delta_{[i] \alpha[n]j}^q \right) \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_n^0 = \left(\lambda_{n[i] \alpha[\xi]j}^{\xi} + \right. \\
&\quad \left. \lambda_{n[i] \alpha|a|j}^a \right) \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_n^n &= \left(\lambda_{n[i] \alpha[k]j}^k - \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_{\xi}^n = \lambda_{ab}^n \lambda_{\xi[i] \delta_j^b}^a \omega^i \wedge \omega^j, \quad (28) \\
\Omega_{\xi}^{\eta} &= \left(\lambda_{\xi[i] \delta_j^{\eta}}^0 + \lambda_{\xi[i] \alpha|a|j}^a \lambda_{|a|j}^{\eta} + \lambda_{pq}^n \delta_{\xi}^p \delta_{[i] \alpha[n]j}^q - \delta_{\xi}^{\eta} \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_n^{\xi} &= \left(\lambda_{n[i] \alpha|a|j}^a \lambda_{|a|j}^{\xi} + \lambda_{n[i] \delta_j^{\xi}}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j
\end{aligned}$$

являются 2-формами кривизны, а компоненты тензора кривизны имеют такую структуру:

$$\begin{aligned}
R_{\xi ij}^0 &= \lambda_{\xi[i] \alpha|a|j}^a + \lambda_{pq}^n \delta_{\xi}^p \delta_{[i] \alpha[n]j}^q, \quad R_{nij}^0 = \lambda_{n[i] \alpha[\xi]j}^{\xi} + \lambda_{n[i] \alpha|a|j}^a, \\
R_{\xi ij}^{\eta} &= \lambda_{\xi[i] \delta_j^{\eta}}^0 + \lambda_{\xi[i] \alpha|a|j}^a \lambda_{|a|j}^{\eta} + \lambda_{pq}^n \delta_{\xi}^p \delta_{[i] \alpha[n]j}^q - \delta_{\xi}^{\eta} \lambda_{[ij]}^0, \quad R_{nij}^{\eta} = \\
&\quad \lambda_{n[i] \alpha[k]j}^k - \lambda_{[ij]}^0, \quad (30) \\
R_{nij}^{\xi} &= \lambda_{n[i] \alpha|a|j}^a \lambda_{|a|j}^{\xi} + \lambda_{n[i] \delta_j^{\xi}}^0, \quad R_{\xi ij}^n = \lambda_{ab}^n \lambda_{\xi[i] \delta_j^b}^a.
\end{aligned}$$

В результате справедлива

Теорема 6. *В нормальном расслоении $N_{n-s}(V)$ гиперполюса $H_m(\Delta)$ порождает в дифференциальной окрестности 3-го порядка внутренним образом нормальную связность η^{\perp} со словесными формами связности $(\omega_{\xi}^0, \omega_{\xi}^{\eta})$ и 2-формами кривизны $(\Omega_{\xi}^0, \Omega_{\xi}^{\eta})$. Компоненты тензора кривизны имеют строение (30).*

5. Структурные уравнения нормального Δ — подрасслоения можно представить в виде:

$$\begin{aligned}
\omega^i &= \omega^j \wedge \omega_j^i, \quad D\omega_n^0 = \omega_n^n \wedge \omega_n^0 + \Omega_n^0, \quad D\omega_p^0 = \omega_p^{\xi} \wedge \omega_{\xi}^0 + \Omega_p^0, \quad D\omega_p^q = \\
&\quad \omega_p^{\xi} \wedge \omega_{\xi}^q + \Omega_p^q, \quad D\omega_n^n = \Omega_n^n, \quad D\omega_n^p = \omega_n^{\xi} \wedge \omega_{\xi}^p + \Omega_n^p, \quad D\omega_p^n = \omega_p^{\xi} \wedge \omega_{\xi}^n + \Omega_p^n, \\
\text{где} \\
\Omega_n^0 &= \left(\lambda_{n[i] \alpha[k]j}^k + \lambda_{n[i] \alpha|a|j}^a \right) \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_p^0 = \left(\lambda_{p[i] \alpha[\sigma]j}^{\sigma} + \lambda_{p[i] \alpha|n]j}^n \right) \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_p^q &= \left(\lambda_{p[i] \alpha[\sigma]j}^{\sigma} + \lambda_{p[i] \alpha|n]j}^n - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0 + \lambda_{p[i] \delta_j^q}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, \quad (30) \\
\Omega_n^n &= \left(\lambda_{n[i] \alpha[k]j}^k - \lambda_{[ij]}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, \quad \Omega_n^p = \left(\lambda_{n[i] \alpha[\sigma]j}^{\sigma} + \lambda_{n[i] \delta_j^p}^0 \right) \omega^i \wedge \omega^j, \\
\Omega_p^n &= \left(\lambda_{p[i] \alpha|a|j}^a \right) \omega^i \wedge \omega^j.
\end{aligned}$$

являются 2-формами кривизны, а компоненты тензора $\{R_{\hat{p}ij}^{\hat{q}}, R_{\hat{p}ij}^0\}$ кривизны имеют такое строение:

$$\begin{aligned} R_{nij}^0 &= \lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^0 + \lambda_{n[i}^\alpha \lambda_{|\alpha|j]}^0, R_{pij}^0 = \lambda_{p[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^0 + \lambda_{p[i}^n \lambda_{|n|j]}^0, \\ R_{pij}^q &= \lambda_{p[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^q + \lambda_{p[i}^n \lambda_{|n|j]}^q - \delta_p^q \lambda_{[ij]}^0 + \lambda_{p[i}^0 \delta_{j]}^q, R_{nij}^n = \lambda_{n[i}^k \lambda_{|k|j]}^n - \lambda_{[ij]}^0, \\ R_{nij}^p &= \lambda_{n[i}^\sigma \lambda_{|\sigma|j]}^p + \lambda_{n[i}^0 \delta_{j]}^p, R_{pij}^n = \lambda_{p[i}^\alpha \lambda_{|\alpha|j]}^n. \end{aligned} \quad (31)$$

Таким образом, имеет место

Теорема 7. *В дифференциальной окрестности 3-го порядка гиперполоса $H_m(\Delta)$ порождает внутренним образом в Δ -подрасслоении нормальную связность δ^\perp , 2-формы кривизны и компоненты тензора кривизны которой $\{R_{\hat{p}ij}^0, R_{\hat{p}ij}^{\hat{q}}\}$ имеют соответственно вид (30) и (31).*

Список литературы:

1. Лаптев Г.Ф. Дифференциальная геометрия погруженных многообразий. Теоретико-групповой метод дифференциальных геометрических исследований // Тр. Моск. мат. об-ва. — 1953 — т. 2. — с. 275—382.
2. Лумисте Ю.Г. Проективные связности в канонических расслоениях многообразий плоскостей. Матем. сб. — 1973, 91(133), — № 2(6), — с. 211—233.
3. Норден А.П. Пространства афинной связности. М., 1976.
4. Остиану Н.М., Рыжков В.В., Швейкин П.И. Очерк научных исследований Германа Федоровича Лаптева. Труды Геометрич. семинара. ВИНТИ АН СССР, — 1973, — т. 4, — с. 7—70.
5. Попов Ю.И. Нормализации, ассоциированные с гиперполосой $H_m(\Delta)$. VII Международная научно-практическая конференция «Современные концепции научных исследований» (часть 2), г. Москва, 30—31 октября — 2014, — № 7, — стр. 45—49.
6. Чакмазян А.В. Нормальная связность в геометрии подмногообразий, Монография, Ереван, 1990. — 116 с.
7. Cartan E. Les espaces à connexion projective//Тр. Семинара по векторному и тензорному анализу / МГУ. М., — 1937. — Вып. 4 — с. 147—159.

1.3. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

Бунтова Елена Вячеславовна

*канд. пед. наук, доцент, ФГБОУ ВПО Самарская государственная
сельскохозяйственная Академия,
РФ, г. Самара
E-mail: lena-buntova1@yandex.ru*

Никитина Наталья Дмитриевна

*студент 2 курса агрономического факультета, ФГБОУ ВПО
Самарская государственная сельскохозяйственная Академия,
РФ, г. Самара
E-mail: natalyanikitinaa01@mail.ru*

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELS IN LAND MANAGEMENT

Buntov Elena

*associate Professor, candidate of pedagogical Sciences,
FGBOU VPO Samara state agricultural Academy,
Russia, Samara*

Nikitina Natalia

*student 2 courses of the faculty of agronomy,
FGBOU VPO Samara state agricultural Academy,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

Цель работы — применение экономико-математических методов в процессе принятия решений при составлении проектов по использованию земельных производственных ресурсов. В работе рассмотрено построение модели на основе статистического анализа,

которую используют для определения оптимального решения проблемы с помощью одного из методов линейного программирования.

ABSTRACT

The aim of this work is the application of economic-mathematical methods in the decision making process in the preparation of projects for the productive use of land resources. The paper discusses the construction of the model based on statistical analysis, which is used to determine the optimal solution by using one of the methods of linear programming.

Ключевые слова: коэффициент корреляции; форма связи; относительные ошибки расчетных данных; доля; стандартизованное уравнение; натуральный масштаб.

Keywords: correlation coefficient; the form of communication; the relative errors of the calculated data; the share of the standardized equation; the natural scale.

Применение экономико-математических методов в землеустройстве позволяет принимать решения по перераспределению, использованию и охране земельных ресурсов. Принятие решений при составлении проектов по использованию земельных производственных ресурсов, в результате которых достигается заданный объем производства при минимальных затратах трудовых и материальных ресурсов способствует созданию оптимальных организационно-производственных условий.

Экономико-математические методы позволяют проводить анализ использования земельных ресурсов, выявлять тенденции и находить оптимальные варианты устройства территории.

В отличие от принятия экономических управленческих решений, землеустроительные решения идентифицируют на местности в виде организации территории представленной системой севооборотов, полей, рабочих участков, дорог, строительных сооружений.

Особое место занимают экономико-математические модели внутрихозяйственного землеустройства, которые дают возможность принимать решения по эффективному использованию земель и организации сельскохозяйственного производства. Задачи, решаемые с помощью таких моделей: установление состава и площадей угодий; определение площадей севооборотов и их размещение; рациональная организация кормопроизводства; планирование грузоперевозок и комплекса мелиоративных работ; установление оптимальных размеров производства [2].

Процесс построения экономико-математической модели внутрихозяйственного землеустройства есть установление функции $f(\bar{x})$, т. е. зависимости между результатом и факторами, влияющими на результат. Построение моделей на основе качественного статистического анализа данных по затратам на выращивание зерновых, клубневых, затрат на строительство фермы, склада или хранилища связано с установлением существования или отсутствия зависимости между экономическим показателем Y и факторами (x_1, x_2, \dots, x_n) , тесноту связи, если связь существует [1].

Построенные модели используют при решении задач на определение оптимального решения с помощью методов линейного или динамического программирования. Примером могут служить задачи на определение минимальных затрат или максимальной прибыли [4].

В работе устанавливали зависимость затрат на выращивание пшеницы от посевных площадей, урожайности семян и затрат на покупку минеральных удобрений.

Выдвинули предположение о том, что основные факторы, влияющие на затраты по выращиванию пшеницы (Y) — это количество посевных площадей (x_1), урожайность семян (x_2) и расходы на покупку минеральных удобрений (x_3).

Построение статистической модели осуществляли с использованием данных по 14 хозяйствам Самарской области (таблица 1).

Таблица 1.

Статистические данные по затратам на выращивание пшеницы

Затраты на выращивание пшеницы 1 тонны в сот. руб. Y	Количество посевных площадей (га) x_1	Стоимость семян (руб/кг) x_2	Расходы на покупку минеральных удобрений (руб/кг) x_3
1,7	13,4	13,7	40,5
2,7	4,5	18,5	38,9
1,7	10	4,8	38,5
2,6	20	21,8	37,3
1,3	15	5,8	26,5
4,1	137,1	99,0	37
1,6	17,9	20,1	36,8
6,9	165,4	60,6	36,3
0,4	2	1,4	35,3
1,3	6,8	8,0	35,3

1,9	27,1	18,9	35
1,9	13,4	13,2	26,2
1,4	9,8	12,6	33,1
1,4	19,5	12,2	32,7

Рассчитали коэффициент корреляции между затратами на выращивание пшеницы Y и количеством посевных площадей x_1 , используя формулу [3]:

$$r_{yx_1} = \frac{n \sum x_1 y - \sum x_1 \sum y}{\sqrt{[n \sum x_1^2 - (\sum x_1)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Высокий коэффициент корреляции $r_{yx_1} = 0,91$ дает основание сделать вывод — связь между факторами тесная. Форму связи между затратами на выращивание пшеницы Y и количеством посевных площадей x_1 целесообразно выбрать в виде прямой. Параметры уравнения связи

$$Y_{x_1} = a + bx_1$$

определяют, решая систему нормальных уравнений, составленную с помощью метода наименьших квадратов:

$$\begin{cases} 14a + 461,9b = 30,9 \\ 461,9a + 48839,29b = 1983,05 \end{cases}; \begin{cases} a = 1,261 \\ b = 0,029 \end{cases}$$

Форма связи между затратами на выращивание пшеницы Y и количеством посевных площадей x_1 :

$$Y_{x_1} = 1,261 + 0,029x_1.$$

Относительные ошибки расчетных данных представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Относительные ошибки расчетных данных Y_{x_1}

y	y_{x_1}	$\frac{ y - y_{x_1} }{y} \cdot 100\%$
1,7	1,6453	0,032198277
2,7	1,3900	0,485173867
1,7	1,5478	0,089553865
2,6	1,8345	0,294409088
1,3	1,6911	0,300882616
4,1	5,1927	0,26651368
1,6	1,7743	0,108945628
6,9	6,0043	0,129813382
0,4	1,3183	2,295840186
1,3	1,4560	0,119991913
1,9	2,0381	0,072709848
1,9	1,6453	0,134072142
1,4	1,5420	0,101444907
1,4	1,8202	0,300141054
	$\bar{\varepsilon}$ $= \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} \frac{ y_i - \bar{y}_i }{y_i} \cdot 100\%$	0,34 %

Относительные ошибки расчетных данных $\bar{\varepsilon} = 0,34\%$ малы, что дает возможность сделать вывод — полученная форма связи может быть использована при расчетах. Доля влияния количества посевных площадей на затраты по выращиванию пшеницы есть

$$r_{y x_1}^2 = (0,91)^2 = 0,8281,$$

или 82,8 %.

Аналогично устанавливают форму связи между затратами на выращивание пшеницы Y стоимостью семян x_2 .

Коэффициент корреляции между затратами на выращивание пшеницы Y и стоимостью семян x_2 равный $r_{y x_2} = 0,77$ указывает на то, что связь между факторами тесная. Форму связи между затратами на выращивание пшеницы Y и стоимостью семян x_2 есть основания выбрать в виде прямой.

Система нормальных уравнений примет вид:

$$\begin{cases} 14a + 310,6b = 30,9 \\ 310,6a + 15844,24b = 1108,49 \end{cases};$$

$$\begin{cases} a = 1,159 \\ b = 0,047 \end{cases}$$

Форма связи между затратами на выращивание пшеницы Y и стоимостью семян x_2 примет вид:

$$Y_{x_2} = 1,159 + 0,047x_2.$$

Относительные ошибки расчетных данных представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Относительные ошибки расчетных данных Y_{x_2}

y	y_{x_2}	$\frac{ y - y_{x_2} }{y} \cdot 100 \%$
1,7	1,8063	0,062519181
2,7	2,0330	0,247025245
1,7	1,3859	0,184793094
2,6	2,1889	0,158106947
1,3	1,4331	0,102377818
4,1	5,8358	0,423367176
1,6	2,1086	0,317884323
6,9	4,0218	0,417128759
0,4	1,2252	2,06309425
1,3	1,5370	0,182321457
1,9	2,0519	0,079961899
1,9	1,7827	0,061756371
1,4	1,7543	0,253085173
1,4	1,7354	0,239588195
	$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} \frac{ y_i - \bar{y}_i }{y_i} \cdot 100 \%$	0,34 %

Относительные ошибки расчетных данных $\bar{\varepsilon} = 0,34 \%$ малы, что дает возможность сделать вывод, что полученная форма связи может быть использована при расчетах. Доля влияния количества посевных площадей на затраты по выращиванию пшеницы есть

$$r_{yx_2}^2 = (0,77)^2 = 0,5929,$$

или 59,3 %.

Аналогично устанавливают форму связи между затратами на выращивание пшеницы Y и расходами на покупку минеральных удобрений x_3 .

Коэффициент корреляции между затратами на выращивание пшеницы Y и расходами на покупку минеральных удобрений x_3 равен $r_{yx_3} = 0,23$ указывает на отсутствие прямолинейной связи. Коэффициент корреляции положительный, что указывает на то, что связь не может быть обратной и нет смысла проводить выравнивание по гиперболе.

Определяют параметры параболы:

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1x_3 + b_2x_3^2.$$

С помощью методов наименьших квадратов составляют систему уравнений:

$$\begin{cases} 14b_0 + 489,4b_1 + 17338,7b_2 = 30,9 \\ 489,4b_0 + 17338,7b_1 + 621250,7b_2 = 1100,22 \\ 17338,7b_0 + 621250,7b_1 + 22471614,3b_2 = 39576,89 \end{cases} \quad \begin{cases} b_0 = -2,655, \\ b_1 = 0,2, \\ b_2 = -0,002. \end{cases}$$

Форма связи между затратами на выращивание пшеницы Y и стоимостью семян x_3 примет вид:

$$\hat{y}_i = -2,655 + 0,2x_3 - 0,002x_3^2.$$

Относительные ошибки расчетных данных $\bar{\varepsilon} = 3,3$ % малы, что дает возможность сделать вывод, что полученная форма связи может быть использована при расчетах.

Доля влияния количества посевных площадей на затраты по выращиванию пшеницы есть

$$r_{yx_3}^2 = (0,23)^2 = 0,0529,$$

или 5,29 %.

Результаты анализа значимости связей между Y и факторами x_1, x_2 и x_3 представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты анализа значимости связей

Факторы	Форма связи	r_{yx_i}	$(r_{yx_i})^2$	$t_{0,05}$ теоретическое	$t_{0,05}$ расчетное
1	2	3	4	5	6
Количество посевных площадей (га) x_1	Y_{x_1} $= 1,261$ $+ 0,029x_1$	0,91	0,8281	2,18	7,59
Стоимость семян (руб/кг) x_2	Y_{x_2} $= 1,159$ $+ 0,047x_2$	0,77	0,5929	2,18	4,18
Расходы на покупку минеральных удобрений (руб/кг) x_3	\hat{Y}_i $= -2,655$ $+ 0,2x_3$ $- 0,002x_3^2$	0,23	0,0529	2,18	0,82

Два последних столбца отражают 5 %-ю точку распределения Стьюдента с $(n - 2)$ степенями свободы, в пятом столбце значение табличное, в шестом столбце значение расчетное

$$t = \frac{|r|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}.$$

Все связи значимы, кроме связи между расходами на покупку минеральных удобрений и затратами на выращивание пшеницы. Значимые связи имеют высокие коэффициенты корреляции, следовательно, факторы x_1 и x_2 включают в уравнение множественной регрессии. Фактор x_3 не значимо влияет на затраты на выращивание пшеницы, так как $2,18 > 0,82$.

Экономический анализ и высокие коэффициенты корреляции позволяют выбрать форму уравнения множественной регрессии в виде [4]:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2.$$

Переход к уравнению в натуральном масштабе осуществляют согласно формулам:

$$a_1 = \frac{\sigma_y}{\sigma_{x_1}} \beta_2 = \frac{1,542016}{48,98971} \cdot 0,83224 = 0,026196;$$
$$a_2 = \frac{\sigma_y}{\sigma_{x_2}} \beta_3 = \frac{1,542016}{25,28884} \cdot 0,096 = 0,005854;$$
$$a_0 = \bar{y} - \sum x_j a_j = 2,21 - (0,864173 + 0,1299) = 1,215921.$$

Уравнение в натуральном масштабе примет вид:

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2;$$
$$Y = 1,216 + 0,0262x_1 + 0,0059x_2.$$

Совокупный коэффициент корреляции

$$R = \sqrt{r_{12}\beta_2 + r_{13}\beta_3} = 0,917.$$

Ошибка совокупного коэффициента корреляции

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n - 1}} = 0,044.$$

Значимость коэффициента корреляции $t_R = 20,801$.

Анализ ошибок 14 значений, выбранных для построения модели, показал, что наименьшая ошибка по совокупности 1,32 %, наибольшая ошибка 1,8 %.

Построенное уравнение может быть использовано в качестве модели расчета затрат на выращивание пшеницы. Анализ коэффициентов уравнения позволил сделать выводы:

- увеличение количества посевных площадей на 1 га предполагает увеличение затрат на выращивание пшеницы на 2,62 рубля за 1 тонну;
- каждый дополнительный килограмм семян предполагает увеличение затрат на выращивание пшеницы на 59 копеек.

Аналогично строят модель зависимости между чистой прибылью хозяйств и факторами — затратами на выращивание пшеницы, количеством техники.

Анализ внутривозрастной балансовой модели и моделей расчета оптимальных затрат на выращивание пшеницы, модели расчета оптимальной чистой прибыли хозяйства от выращивания пшеницы станет основой для принятия решений об использовании сельскохозяйственных угодий под выращивание пшеницы.

Список литературы:

1. Бунтова Е.В., Юсупова О.В. Математические модели технических объектов: Статья в сборнике материалов 18 международно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты». Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2015. — С. 129.
2. Завгородский В.И. Анализ хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий: Учебное пособие / В.И. Завгородский, Т.Е. Малофеев, Ю.А. Бабаев. М.: Изд-во «Колос», 1981. — 288 с.
3. Маркин Ю.П. Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие / Ю.П. Маркин. М.: Высш.шк., 2007. — 422 с.
4. Монахов А.В. Математические методы анализа экономики: Учебное пособие / А.В. Монахов. СПб.: Изд-во «Питер», 2002. — 176 с.

1.4. ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

КООПЕРАТИВНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ИГРЫ С ОГРАНИЧЕННЫМИ РЕСУРСАМИ У ИГРОКОВ

Скитович Владимир Викторович

*доцент, канд. физ.-мат. наук,
Санкт-Петербургский государственный университет,
РФ, г. Санкт-Петербург
Email: wskit@yandex.ru*

COOPERATIVE DIFFERENTIAL GAMES WITH LIMITED RESOURCES AT PLAYERS

Vladimir Skitovich

*associate Professor, candidate of physical-mathematical Sciences,
St. Petersburg state University,
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема устойчивости коллективных соглашений в кооперативных дифференциальных играх. Построены побочные платежи, которые обеспечивают для достигнутого игроками соглашения устойчивость по Нэшу. Найдены достаточные условия, при которых рассмотренное коллективное соглашение будет устойчивым.

ABSTRACT

The article deals with the problem of stability of collective agreements in cooperative differential games. Built side payments which provide for the agreement reached by players Nash equilibrium. Found sufficient conditions under which reviewed the collective agreement will be sustainable.

Ключевые слова: кооперативные игры; дележ; побочные платежи; устойчивость; коллективные соглашения.

Keywords: cooperative games; payoff vector; side payments; stability; collective agreements

Дадим формальное определение рассматриваемого класса игр n лиц. Пусть динамика развития игры задается дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(x, t, u_1, u_2, \dots, u_n), \quad t \in [t_0, T] \text{ с начальным условием}$$

$$x(t_0) = x_0, \quad (1)$$

где: $u_i \in U_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$) — управления выбираемые игроками;

T — момент времени окончания игры.

Если в результате выбранных игроками управлений реализуется траектория $x(t)$, $t \in [t_0, T]$, то степень удовлетворения интересов каждого из игроков определяется его функцией выигрыша:

$$K_i(t_0, x(t)) = \int_{t_0}^t h_i(x(\tau)) d\tau + H_i(x(T)), \quad (2)$$

где: $\int_{t_0}^t h_i(x(\tau)) d\tau$ — текущий выигрыш i -ого игрока к моменту времени t ;

$H_i(x(T))$ — терминальный выигрыш, получаемый отдельным игроком в момент окончания игры.

Кооперативный характер игры предполагает трансферабельность выигрышей и возможность совместных действий игроков, т. е. образование коалиций $S \subset N$, где N — множество всех участников игры ($|N| = n$). Потенциальные возможности отдельной коалиции S определяются характеристической функцией игры — $V(S, x_0)$, которая в данном случае будет иметь следующий вид:

$$V(S, x_0) = \max_{u_S \in U_S} \min_{u_{N \setminus S} \in U_{N \setminus S}} \sum_{i \in S} K_i(t_0, x(t)), \quad (3)$$

где $U_S = \prod_{i \in S} U_i$ и $U_{N \setminus S} = \prod_{k \in N \setminus S} U_k$.

При этом, характеристическая функция общей коалиции будет равна

$$V(N, x_0) = \max_{x(t)} \sum_{i=1}^n K_i(t_0, x(t)) = \sum_{i=1}^n K_i(t_0, x^*(t)), \quad (4)$$

где $x^*(t)$ — оптимальная траектория данной игры, вдоль которой суммарный выигрыш игроков максимален.

Поскольку реализация оптимальной траектории игры требует согласованных действий всех игроков, а интересы каждого из них будут удовлетворены в различной степени, то необходимым условием общего согласия становится распределение индивидуальных доходов. Поэтому под решением кооперативной игры понимается некоторый дележ $d = (d_1, d_2, \dots, d_n)$, удовлетворяющий следующим условиям:

1. Условие индивидуальной рациональности : $d_i \geq V(\{i\}, x_0)$, $i = 1, 2, \dots, n$.

2. Условие коллективной рациональности : $\sum_{i=1}^n d_i = V(N, x_0)$.

Выбор дележа представляет собой самостоятельную проблему, которой занимаются и социологи, и политологи, и математики. Поэтому будем считать, что дележ d однозначно определяется некоторым принципом оптимальности, признаваемым всеми игроками и реализующим господствующее понимание социальной справедливости. Сформулированную таким образом дифференциальную игру обозначим через $\Gamma(x_0, T)$.

Реализация дележа достигается путем выплаты игроками в ходе игры побочных платежей. Под побочными платежами в игре $\Gamma(x_0, T)$ будем понимать вектор-функцию $\mu(t) = (\mu_1(t), \mu_2(t), \dots, \mu_n(t))$, которая обладает следующими свойствами:

1. $\mu_i(t_0) = 0$, $i = 1, 2, \dots, n$;

2. $\sum_{i=1}^n \mu_i(t) = 0$, $\forall t \in [t_0, T]$;

3. $d_i = \mu_i(T) + \int_{t_0}^T h_i(x^*(t)) dt + H_i(x^*(T))$, $i = 1, 2, \dots, n$,

где $\mu_i(t)$ — размер выплат отдельному игроку остальными игроками к моменту времени $t \in [t_0, T]$ (или наоборот, если значение функции $\mu_i(t)$ оказывается отрицательным).

Предполагается, что для осуществления побочных платежей каждый из игроков обладает определенным количеством $q_i \geq 0$, некоторого трансферабельного ресурса, а также может использовать текущий выигрыш. Побочные платежи $\mu(t)$ будем называть реализуемыми, если игроки в состоянии их осуществить, т. е. для всех значений $t \in [t_0, T]$ выполняются неравенства:

$$\mu_i(t) + \int_{t_0}^t h_i(x^*(\tau))d\tau + q_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Таким образом, коллективное соглашение в игре $\Gamma(x_0, T)$ будет собой представлять тройку $\langle x^*(t), d, \mu(t) \rangle$, где $x^*(t)$ — оптимальная траектория развития игры, d — дележ, $\mu(t)$ — побочные платежи, реализующие этот дележ.

Для анализа устойчивости возможных соглашений, наряду с игрой $\Gamma(x_0, T)$, будем рассматривать также порождаемые ею подыгры $\Gamma(x^*(t), T)$, которые отличаются от исходной игры только начальными условиями и продолжительностью. Характеристическую функцию и дележ в подыгре $\Gamma(x^*(t), T)$ обозначим соответственно через $V(S, x^*(t))$ и $d(t)$, значения которых определяются по тем же правилам, что и в исходной игре. При этом значения характеристических функций игры и подыгр будут связаны между собой следующими уравнениями Беллмана:

$$V(N, x_0) = \sum_1^n \int_{t_0}^t h_i(x^*(\tau))d\tau + V(N, x^*(t)), \quad \text{если } t \in [t_0, T) \quad (6)$$

$$\text{и } V(S, x^*(T)) = \sum_{i \in S} H_i(x^*(T)) = \sum_{i \in S} d_i(T), \quad \text{если } t = T. \quad (7)$$

Коллективное соглашение $\langle x^*(t), d, \mu(t) \rangle$ будем называть устойчивым, если для любой коалиции $S \subset N$ в каждый момент времени $t \in [t_0, T)$ выполняется неравенство:

$$V(S, x^*(t)) + \sum_{i \in S} \left[\int_{t_0}^t h_i(x^*(\tau))d\tau + \mu_i(t) \right] \leq \sum_{i \in S} d_i. \quad (8)$$

Содержательно, это определение означает, что ни одной из коалиций невыгодно в ходе игры нарушить достигнутое соглашение и начать действовать самостоятельно. Анализ неравенств, определяемых формулой (8), позволяет сделать ряд выводов. Пусть $t = t_0$, тогда неравенство (8) примет следующий вид:

$$V(S, x_0) \leq \sum_{i \in S} d_i. \quad (9)$$

В теории кооперативных игр неравенства (9) известны как условие коалиционной рациональности $\forall S \subset N$ и множество дележей удовлетворяющих этому условию принято называть ядром игры. Исходя из этого, можно сделать следующий вывод:

Утверждение 1. Для устойчивости соглашения $\langle x^*(t), d, \mu(t) \rangle$ необходимо, чтобы вектор дележей d принадлежал ядру игры $\Gamma(x_0, T)$.

Рассмотрим другой частный случай, когда функция побочных платежей построена следующим образом:

$$\mu_i^*(t) = d_i - d_i(t) - \int_{t_0}^t h_i(x^*(\tau)) d\tau, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

Содержательный смысл формулы (10) состоит в том, что если в какой-либо момент времени $t \in (t_0, T)$ соглашение будет пересмотрено, то в силу равенства (6) суммарный выигрыш игроков останется неизменным и индивидуальные выигрыши также не изменятся, поскольку

$$d_i' = \int_{t_0}^t h_i(x^*(\tau)) d\tau + \mu_i^*(t) + d_i(t) = d_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (11)$$

Следовательно, на индивидуальном уровне ни одному из игроков нет смысла в ходе игры настаивать на пересмотре соглашения.

Утверждение 2. Если побочные платежи $\mu^*(t)$, $t \in [t_0, T]$ реализуемы, то коллективное соглашение $\langle x^*(t), d, \mu^*(t) \rangle$ будет равновесным по Нэшу.

Однако не исключено, что нарушение соглашения может в какой-либо момент времени оказаться выгодным для некоторой из коалиций.

Нетрудно проверить, что побочные платежи $\mu^*(t)$, $t \in [t_0, T]$ обеспечивают выполнение неравенства (8), если для каждой из подыгр $\Gamma(x^*(t), T)$ выполняется условие коалиционной рациональности:

$$V(S, x^*(t)) \leq \sum_{i \in S} d_i, \quad \forall S \subset N.$$

Утверждение 3. Если для всех значений $t \in [t_0, T]$ дележ $d(t)$ принадлежит ядру подыгры $\Gamma(x^*(t), T)$, а побочные платежи $\mu^*(t)$ реализуемы, то коллективное соглашение $\langle x^*(t), d, \mu^*(t) \rangle$ будет устойчивым.

К сожалению, большинство содержательных игр имеет пустое ядро и поэтому весьма часто коллективные соглашения оказываются неустойчивыми. Исключения представляют игры двух лиц, для которых ядро всегда не пусто и совпадает с множеством всех дележей. В этом случае вопрос устойчивости сводится к ресурсному обеспечению и отысканию реализуемых побочных платежей. Полученные результаты позволяют объяснить популярность и эффективность двусторонних соглашений, особенно, когда речь идет об обеспечении безопасности договаривающихся сторон. Для обеспечения устойчивости многосторонних соглашений необходимо создание и развитие соответствующих социальных институтов, таких как право, суд, армия и т. п.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВУЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВА ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

Бронов Сергей Александрович

*д-р техн. наук, доцент Сибирского федерального университета,
РФ, г. Красноярск
E-mail: SBronov@sfu-kras.ru*

Лоцицкая Екатерина Викторовна

*магистрант Сибирского федерального университета,
РФ, г. Красноярск
E-mail: kurmanchik@list.ru*

AUTOMATED METHOD FOR GENERATING HIGH SCHOOL CURRICULUM WITH USING THE ARRAY OF DIDACTIC UNITS

Sergey Bronov

*doctor of Technical Sciences, docent of the Siberian Federal University,
Russia, Krasnoyarsk*

Ekaterina Lozitskaya

*master of the Siberian Federal University,
Russia, Krasnoyarsk*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен новый подход к автоматизированному анализу и синтезу учебных планов вуза, основанный на использовании массива дидактических единиц, из которых выстраиваются образовательные цепочки, которые затем оформляются в виде учебных дисциплин. Таким образом, обеспечивается процесс «снизу вверх» — от дидактических единиц через модули и учебные дисциплины к учебному плану.

ABSTRACT

A new automated method for the analysis and synthesis of high school curriculum based on the use of an array of didactic units that build the educational chain, which are then presented in the form of academic disciplines. Thus, a process of "bottom-up" — from didactic units and modules across disciplines to the curriculum.

Ключевые слова: учебный план; синтез; автоматизированное проектирование.

Keywords: curriculum; synthesis; computer-aided design.

Учебные планы (УП) являются основой учебного процесса и содержат перечень учебных дисциплин (УД) с указанием временных границ их преподавания (количество семестров), видов аудиторных занятий (лекции, практические и лабораторные занятия), видов самостоятельной работы студентов (курсовые проекты и работы), выделяемых для этого часов и зачётных единиц, видов контроля (экзамен, зачёт). На основе учебных планов разрабатываются рабочие программы дисциплин (РПД), которые содержат исчерпывающий перечень дидактических единиц (ДЕ).

В настоящее время при ручном формировании УП вначале создаётся перечень УД, затем на основе экспертных оценок они распределяются по семестрам, а затем уже разрабатываются соответствующие РПД, которые наполняются ДЕ. Объективно УД связаны между собой через содержащиеся в них ДЕ, но при ручном формировании УП часто оказывается, что эти связи плохо выстроены, кроме того, слабо учитывается ограниченность временных ресурсов и необходимость разделения времени между параллельно изучаемыми УД. Это связано с тем, что РПД разрабатываются отдельными преподавателями, не имеющими возможности учитывать особенности РПД других УД [2, с. 4].

В то же время, появление новых образовательных стандартов предъявляет дополнительные требования к качеству и скорости

разработки УП. Во-первых, делается упор на увеличение учебных дисциплин по выбору. Во-вторых, быстрое развитие всех областей знаний предполагает частую коррекцию УП. В-третьих, академическая мобильность в сочетании со свободой введения учебных дисциплин по решению вуза приводит к тому, что учащиеся могут учиться в течение срока обучения по нескольким учебным планам различных вузов. В-четвёртых, отчисление и восстановление учащихся приводит к тому, что им приходится восполнять изученные другими учащимися УД. Всё это делает очень затруднительным ручное формирование УП.

В настоящее время автоматизированное формирование УП встречается редко, о чём свидетельствует обилие методических материалов, представленных на сайтах вузов, которые содержат рекомендации именно по ручному формированию УП [1, с. 5].

Это означает, что проблема автоматизации синтеза УП остаётся актуальной и требует развития новых идей.

Предполагается, что для каждого профиля бакалавриата или специальности можно сформировать общий массив ДЕ, указав связи между ними.

Дидактическая единица — элемент компетенций, неделимый в рамках рассматриваемого учебного процесса. Поскольку компетенция есть единство знаний, умений и навыков, то и ДЕ могут быть разного рода: ДЕ знаний, ДЕ умений, ДЕ навыков. В рамках компетенций ДЕ знаний, умений и навыков соединяются в систему и получают свойство эмерджентности, т. е. их совместное использование обладает дополнительными свойствами по сравнению со свойствами отдельных составляющих, что и порождает определённую компетенцию [3, с. 8].

Обычно при автоматизации анализа и синтеза УП учитываются только ДЕ знаний, которые легко получаются из содержания УД. ДЕ умений и навыков практически не встречаются.

Существует тесная связь между ДЕ знаний, умений и навыков: ДЕ знаний являются основой для ДЕ умений, которые, в свою очередь, являются базой для ДЕ навыков. Одна и та же ДЕ знаний может порождать несколько ДЕ умений (например, применение одного и того же общего метода для различных объектов). Также и одна ДЕ умений может отражаться в практической области через несколько ДЕ навыков (например, навыки подготовки текста в различных версиях программы MS Word).

Основой общего массива ДЕ является массив ДЕ знаний.

Этот массив задаётся в виде орграфа, в котором ДЕ представляются вершинами. Рёбра такого орграфа не имеют информационного

смысла, кроме обозначения связи одних ДЕ с другими. Такой оргграф может быть представлен матрицей (наглядная, но громоздкая форма) или списком (компактная, но менее наглядная форма).

При матричном представлении массива ДЕ формируется Таблица 1.

Таблица 1.

Матричное представление массива ДЕ в общем виде

	→ДЕ1	→ДЕ2	...	→ДЕ n
ДЕ1→	$d_{1,1}$	$d_{1,2}$...	
ДЕ2→	$d_{2,1}$	$d_{2,2}$...	$d_{2,n}$
...
ДЕ n →	$d_{n,1}$	$d_{n,2}$...	$d_{n,n}$

По строкам и столбцам располагаются ДЕ с соответствующими номерами в одной и той же последовательности. В ячейках располагаются указатели на связь выходов ДЕ по строкам (в левом столбце) с ДЕ по столбцам (в верхней строке): если связь есть, то проставляется 1, если связи нет, то проставляется 0 (Таблица 2).

Матрица является квадратной, поэтому имеет главную диагональ: все 1 выше главной диагонали показывают, что связь между ДЕ направлена слева вверх. А все 1 ниже главной диагонали показывают, что связь между ДЕ направлена сверху влево и является обратной.

Таблица 2.

Пример матричного представления массива ДЕ

	→ДЕ1	→ДЕ2	→ДЕ3	→ДЕ4	→ДЕ5	→ДЕ6	→ДЕ7
ДЕ1→	0	1	0	0	0	1	0
ДЕ2→	0	0	1	1	0	0	0
ДЕ3→	0	0	0	1	0	0	0
ДЕ4→	0	1	0	0	0	0	1
ДЕ5→	0	0	0	0	0	0	0
ДЕ6→	0	0	0	0	0	0	0
ДЕ7→	0	1	0	0	0	0	0

В корректно построенных УП обратных связей не должно быть, так как они означают изучение ДЕ на основе ДЕ, которая сама будет изучаться позже: это соответствует контуру. Таким образом, изучение вида матрицы в таблице 2 может дать много информации о структуре отдельных УД или всего УП.

ДЕ могут быть разделены на два типа:

1. элементарные ДЕ, вводимые в процессе изучения;

2. составные ДЕ, формируемые на основе предыдущих ДЕ.

Первоначальные ДЕ получаются учащимися на предыдущем уровне обучения (например, в средней школе). Комбинация этих исходных элементарных ДЕ порождает новые ДЕ более сложной структуры — составные ДЕ. Например, ДЕ из курса элементарной физики и алгебры порождают законы электрических цепей Кирхгофа в электротехнике.

В процессе обучения преподавателями привносятся также новые элементарные ДЕ, которые не были получены в школе и не являются результатом комбинирования уже изученных ДЕ. Например, в электронике изучаются транзисторы, которые, возможно, не изучались в школе.

На самом деле, любое новое знание формируется на основе уже полученных ранее элементов знания. Но в некоторых случаях для освоения новых ДЕ используется общая культурная подготовка учащегося, и в этом случае ДЕ считается элементарной.

При формировании составных ДЕ используются как элементарные ДЕ, так и составные, полученные на более ранних стадиях изучения.

Каждой ДЕ может быть приписано время её формирования на основе других ДЕ. Элементарные ДЕ не имеют входных ДЕ, а потому время их изучения определяется самой ДЕ. Составные ДЕ имеют входные ДЕ, поэтому время на их изучение обусловлено взаимодействием всех входных ДЕ.

Основой общего массива ДЕ являются ДЕ знаний. Из них получают массив ДЕ умений, связанных с соответствующими ДЕ знаний. Каждая ДЕ умений может порождать одну или несколько ДЕ навыков. Эти ДЕ также могут быть элементарными или составными. Целесообразно делать пометки для ДЕ соответствующего вида. Тогда при автоматизированном анализе можно выявить, связаны ли получаемые знания с умениями и навыками. Комбинация этих элементов может трактоваться как определённая компетенция, что открывает возможность автоматизированного выявления реализуемых в той или иной дисциплине компетенций. Но для этого нужно связать компетенции с определённым сочетанием знаний, умений и навыков.

На основе матрицы ДЕ формируются граф ДЕ в виде параллельных ветвей. Каждая такая ветвь может выделяться в виде учебной дисциплины. Зная время на изучение каждой ДЕ, можно определить общее время, требующееся для освоения соответствующей цепочки ДЕ. В процессе анализа можно сформулировать рекомендации, какие ДЕ следует изучать аудиторно с преподавателем, а какие — в рамках

самостоятельной работы студентов. При построении цепочек ДЕ может оказаться, что имеется несколько параллельных цепочек, которые нецелесообразно представлять в виде отдельных дисциплин: тогда одна из цепочек становится аудиторной, а остальные — для самостоятельного изучения.

Зная время изучения каждой ДЕ, можно определить время, необходимое для изучения каждой цепочки, и разместить её в том или ином семестре. Может оказаться, что после размещения УД остаётся свободное время — следовательно, можно добавить ДЕ. Если же цепочка ДЕ выходит за пределы семестра, необходимо исключить некоторые ДЕ. Если на стадии формирования массива ДЕ указать их приоритет, то можно выполнить эту операцию автоматизировано: ДЕ будут убраны, но затем проектировщик УП должен будет проверить корректность работы программы.

Формирование общего массива ДЕ в едином процессе затруднительно, так как предполагает наличие экспертов, одинаково компетентных во всех областях знаний, предлагаемых учащимся. Поэтому реально такая работа может осуществляться постепенно — путём объединения частных массивов ДЕ, подготовленных для отдельных областей знаний соответствующими экспертами (как правило, преподавателями).

Анализ учебного плана выполняется «сверху вниз». Эту работу можно проделать, начав с традиционной технологии, при которой выполняется предварительное структурирование учебного процесса с выделением укрупнённых учебных дисциплин (областей знаний). Затем для каждой учебной дисциплины соответствующие эксперты (например, преподаватели) формируют локальный массив ДЕ. Правила формирования локальных массивов должны быть едиными для всех учебных дисциплин. В результате появляются локальные матрицы связей ДЕ, которые затем объединяются в общую матрицу по профилю подготовки.

Объединение частных массивов ДЕ предусматривает выявление одинаковых ДЕ и сведение их к одной ДЕ с несколькими входами и выходами. Это позволит определить наличие контуров, которые следует затем преобразовать в линейную структуру.

Коррекция учебных планов в данном случае заключается в том, чтобы заменить часть ДЕ новыми: возможно, в рамках новой области знаний или с учётом изменения уже существующей в УП. После этого заново переформируется общий массив ДЕ, выстраиваются новые цепочки ДЕ и, возможно, меняется содержание отдельных УД.

При этом появляется возможность автоматически получить состав ДЕ для каждой изменённой УД, что существенно упрощает переработку РПД с возможностью последующей автоматизации и этого процесса.

Предлагаемый подход в настоящее время реализуется в направлении детального анализа проблем, обозначенных в статье, с применением рассмотренных способов их решения.

Новизна предложенного подхода заключается в том, что предложено использовать в качестве основы для синтеза учебного плана массив дидактических единиц, формировать общий массив дидактических единиц из частных массивов дидактических единиц по областям знаний, формировать цепочки дидактических единиц, распределение их во времени и выделять на этой основе учебные дисциплины (возможно, с нетрадиционным содержанием и названием), автоматически формировать массив дидактических единиц для контрольно-измерительных материалов.

Создание на этой основе алгоритмов и их программная реализация позволит автоматизировать синтез учебных планов, включая их корректировку при изменении состава дидактических единиц.

Список литературы:

1. Лавлинская О.Ю. Модели, методы и алгоритмы управления процессом оптимального формирования учебного плана с учётом внешних требований: Автореф. дис. канд. техн. наук Воронеж, 2008. — 17 с.
2. Наумова С.В. Модели и методы автоматизированного синтеза учебных планов высшего образования: Автореф. дис. канд. техн. наук Саратов, 2005. — 20 с.
3. Темралиева А.Я. Автоматизированная система формирования учебных планов с процедурой вычисления кредитов: Автореф. дис. канд. техн. наук Астрахань, 2004. — 28 с.

ВРЕМЯ ГЛОНАСС: ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ ДАННЫХ C1

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, зам. директора по науке
Крымской астрофизической обсерватории,
РФ, п. Научный, Крым
E-mail: volvach@meta.ua*

GLONASS TIME: WAVELET-ANALYSIS C1

Kurbasova Galina

*candidate of Sciences, Leading Researcher
Crimean Astrophysical Observatory,
Russia, Science, Crimea*

Vol'vach Alexander

*Dr. of Sciences, Deputy Director for Science
Crimean Astrophysical Observatory,
Russia, Science, Crimea*

АННОТАЦИЯ

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС обеспечивает определение точного местоположения и времени в любой точке мира. Высокоточная система оценки разницы во времени может обеспечить сантиметровую точность определения местоположения. Цель этой работы заключается в изучении структуры данных ГЛОНАСС — время за период с 2009 по 2013 год методом вейвлет-анализа.

ABSTRACT

Global navigation satellite system GLONASS provides a definition of the exact location and time anywhere in the world. High-precision evaluation system time difference can provide centimeter accuracy

positioning. The aim of this work is to study the structure of the GLONASS time data for the period from 2009 to 2013 using wavelet analysis.

Ключевые слова: ГЛОНАСС; время; вейвлет-анализ.

Keywords: GLONASS; time; wavelet analysis.

Введение. Российская навигационная система ГЛОНАСС — Глобальная Навигационная Спутниковая Система (**GNSS**, Global Navigation Satellites System), как и все навигационные спутниковые системы, предназначена для определения местоположения, скорости движения, а также точного времени морских, воздушных, сухопутных и других видов потребителей. Общий состав системы состоит из подсистемы космических аппаратов, подсистемы контроля и управления, навигационной аппаратуры потребителей. Спутники системы вращаются в своих орбитальных плоскостях на неизменной средневысотной орбите, на постоянном расстоянии от поверхности Земли. Для получения сигнала в любое время, в любой точке земного шара и в 100 километрах от поверхности земли требуется 24 спутника. Орбиты этих спутников образуют «сетку» над поверхностью земли, благодаря чему над горизонтом всегда гарантированно находятся минимум четыре спутника, а созвездие построено так, что, как правило, одновременно доступно не менее шести. На борту каждого спутника располагаются несколько эталонов времени и частоты, «высокоточные атомные часы». Работает всегда один эталон, а располагается их в спутнике несколько (от трёх до четырёх). Задачи, возложенные на систему ГЛОНАСС, включают: 1) создание (задание) общеземной геодезической и геоцентрической систем координат; 2) распространение единой глобальной высокоточной шкалы времени; 3) создание общеземной сети слежения за современными движениями земной коры; 4) координатно-временное обеспечение операций в космическом пространстве (международной службы вращения Земли, процесса дистанционного зондирования Земли, осуществляемого в интересах картографирования планеты, мониторинга экологического состояния её поверхности и атмосферы; работ, реализуемых методом спутниковой альтиметрии с целью слежения за уровнем мирового океана, изучения его физической поверхности, в частности, морской топографической поверхности и её отличий от поверхности геоида (квасигеоида), а также изучения закономерностей глобальной циркуляции водных масс).

В системе ГЛОНАСС используются навигационные космические аппараты, вращающиеся по круговой геостационарной орбите

на высоте ~ 19100 км. Период обращения спутника вокруг Земли равен в среднем 11 часам 45 минутам. Время эксплуатации спутника — 5 лет; за этот период параметры орбиты спутника не должны отличаться от номинальных значений более чем на 5 %.

Система ГЛОНАСС является без запросной, поэтому количество потребителей системы не ограничено. Помимо основной функции — навигационных определений, — система позволяет производить высокоточную взаимную синхронизацию стандартов частоты и времени на удалённых наземных объектах и взаимную геодезическую привязку.

ГЛОНАСС-время: исходные данные. Все спутники ГЛОНАСС оснащены светоотражателями для их лазерной локации. ГЛОНАСС-спутники распространяют общую временную шкалу, определенную как ГЛОНАСС-время. ГЛОНАСС-время с 1 января 1999 г. имеет постоянный сдвиг по шкале международного атомного времени (TAI, International Atomic Time) на 32 с. Соотношение между ГЛОНАСС-время и Всемирным координированным временем (UTC, Coordinated Universal Time) имеет вид: [UTC- ГЛОНАСС-время] = 0с + C1, где временная разница 0с постоянна, а значения временной последовательности (сигнала) C1 меняются со временем (порядка нескольких сотен наносекунд с момента 1977 июль). Разница между ГЛОНАСС-время и TAI включает переменное число секунд: с момента 2009 Января 1, 0 + ч UTC до момента 2012 Июль 1, 0 ч UTC:

$$[\text{TAI-ГЛОНАСС-время}] = 34 \text{ с} + C1;$$

с момента 2012 Июль 1, 0 год UTC:

$[\text{TAI-ГЛОНАСС-время}] = 35 \text{ с} + C1$, где значения C1 представлены на 0ч UTC каждый день.

Значения C1 исчисляются по данным наблюдений ГЛОНАСС в астрогеодинамической обсерватории в Боровце (Польша), Ежесуточные значения C1 публикуются в ежемесячных циркуляр Международного бюро весов и измерений (BIPM, Bureau International des Poids et Mesures). Информация о соотношении шкал времени UTC и TAI с шкалами ГЛОНАСС-время предоставляется в годовых отчетах BIPM [3]. В годовых отчётах BIPM с 2011 г. также публикуются значение C0' и C1', которые относятся, соответственно, к обработке наблюдений Глобальной Системы Позиционирования (GPS, Global Positioning System) в Морской обсерватории США (USNO, United States Naval Observatory) и наблюдений ГЛОНАСС в Институте метрологии времени и пространства (ВНИИФТРИ) России. Спутники GPS и ГЛОНАСС широко используются, в частности, BIPM для синхронизации атомных часов различных лабораторий мира. Точность

синхронизации составляет 2 нс для расстояний до 1000 км, и 6 нс — более 1000 км [4].

Вейвлет-анализ. При выборе метода анализа сигнала С1 нами была принята во внимание неоднородность сигнала во времени. Традиционные преобразования Фурье, основанные на том, что функция преобразования покрывает всю временную ось, не дают представления о локализации процесса во времени [1]. Наоборот, функция одномерного вейвлет-преобразования хорошо локализована и во времени, и по частоте. Для решения задачи восстановления сигнала С1 и анализа составляющей шума нами использовались программы пакетного вейвлет-анализа из состава программного обеспечения MATLAB(2008a) [5].

На рисунке 1 приведен график ежемесячных стандартных отклонений значений С1 за период 2009—2013 год.

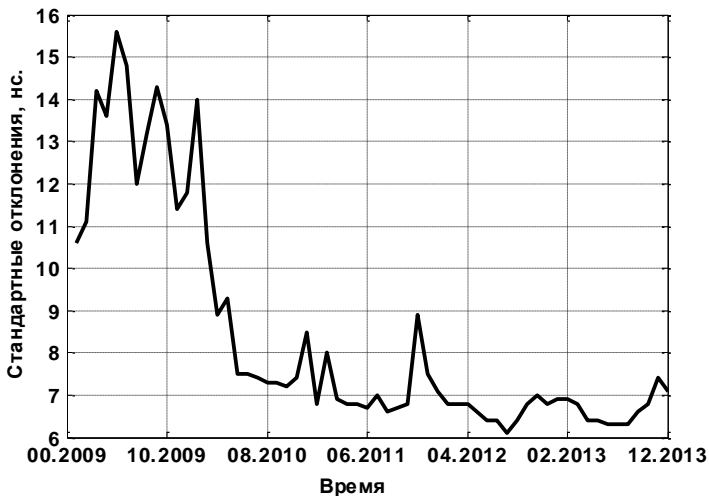


Рисунок 1. Стандартные отклонения S1: ежемесячная характеристика дисперсии отдельных измерений

Для построения графика использовались данные ВІРМ [3]. Приведенный на рисунке 1 график величин S1 отражает резкое снижение дисперсии отдельных измерений с 2010 года. Тем не менее, максимальная неопределённость измерений С1 на интервале 2010—2013 год составляет 100 нс (рис. 2, график сигнала С1).

Сущность вейвлет-анализа состоит в преобразовании частотно-временного пространства в масштабно-временное пространство: чем больше масштаб a , тем меньше различимы детали сигнала и наоборот, т. е. выбор масштаба обратно пропорционален частоте. Для перекрытия локальной функцией ψ вейвлета всей временной оси пространства используется операция сдвига (смещения по временной оси): $\psi(b, t) = \psi(t - b)$, где значение b для непрерывного вейвлет-преобразования является величиной непрерывной. Коэффициенты вейвлет-преобразования $C(a, b)$ содержат комбинированную информацию об анализируемом сигнале и об используемом вейвлете.

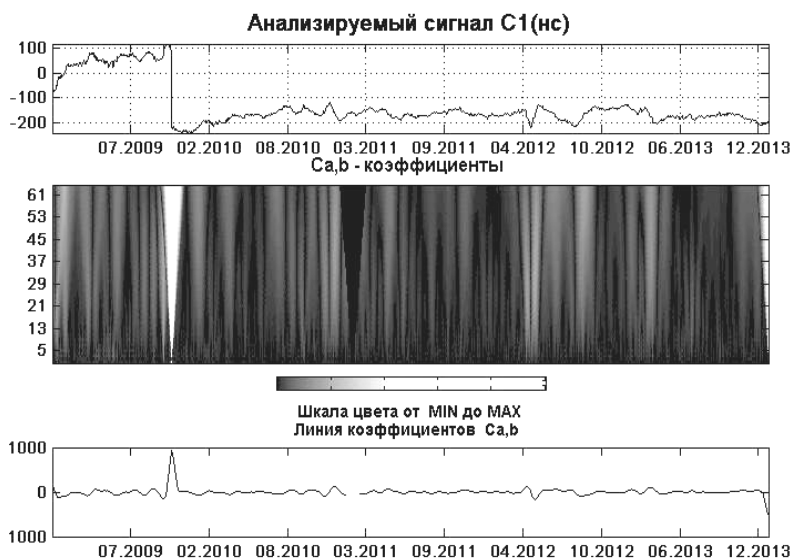


Рисунок 2. Вейвлет-анализ данных C1 (соотношения шкал времени UTC и TAI со шкалой ГЛОНАСС). Для анализа использовались вейвлеты Хаара

Поэтому результаты вейвлет-анализа в значительной степени зависят от выбора порождающей вейвлет функции. С целью обнаружения локальных особенностей C1 нами использовались различные типы вейвлетов. Наиболее подходящими для поставленной задачи оказались вейвлеты Хаара (непрерывное вейвлет-преобразование) и вейвлеты Добеши (db2, дискретное вейвлет-преобразование).

На рисунке 2 приведены графики: исходных данных $C1$, спектр непрерывного вейвлет-преобразования $C(a, b)$, линии коэффициентов.

Спектр, соответствующий выбранному вейвлет-базису, в отличие от спектра Фурье, является двухмерным и определяет двухмерную поверхность в пространстве переменных a и b .

Чем точнее локальная особенность сигнала совпадает с соответствующей функцией вейвлета, тем эффективнее выделение этой особенности на соответствующей масштабной строке вейвлетного спектра. Большие значения масштабов соответствуют расширениям сигнала, а малые значения — сжатиям. График $C(a, b)$ на рисунке 2 показывает, что для сильно сжатого вейвлета Хаара характерной, хорошо выделяемой, локальной особенностью является скачок сигнала, причем выделяется не только скачок функции, но и направление скачка. Так как непрерывное преобразование сигналов содержит очень большой объем информации [1], то разрыв непрерывности и его локализация по времени в анализируемом сигнале обнаруживается с высокой точностью. На рисунке 2, график $C(a, b)$ эта особенность сигнала выделяется насыщенным чёрным цветом и разрывом линии коэффициентов.

Для полной информации о структуре анализируемого сигнала $C1$ нами проведена фильтрация шума и последующий анализ составляющей шума.

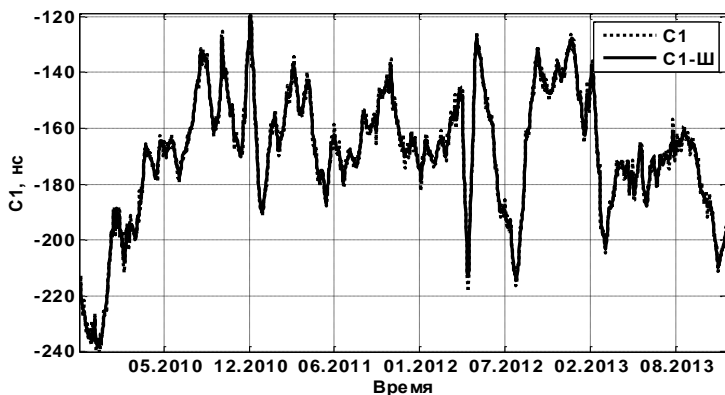


Рисунок 3. Исходный $C1$ и отфильтрованный от шума $C1-Ш$ сигнал

Причём, для очистки зашумлённого сигнала использовалось дискретное вейвлет-преобразование сигнала $C1$. В качестве базовых

функций выбраны вейвлеты из семейства Добеши. Ранее нами было установлено преимущество этих вейвлетов в дискретном вейвлет-анализе наземных и космических измерений инсоляции [2]. На рисунке 3 приведены графики исходного зашумленного сигнала (пунктирная линия) С1 и отфильтрованного от шума С1- Ш (сплошная линия).

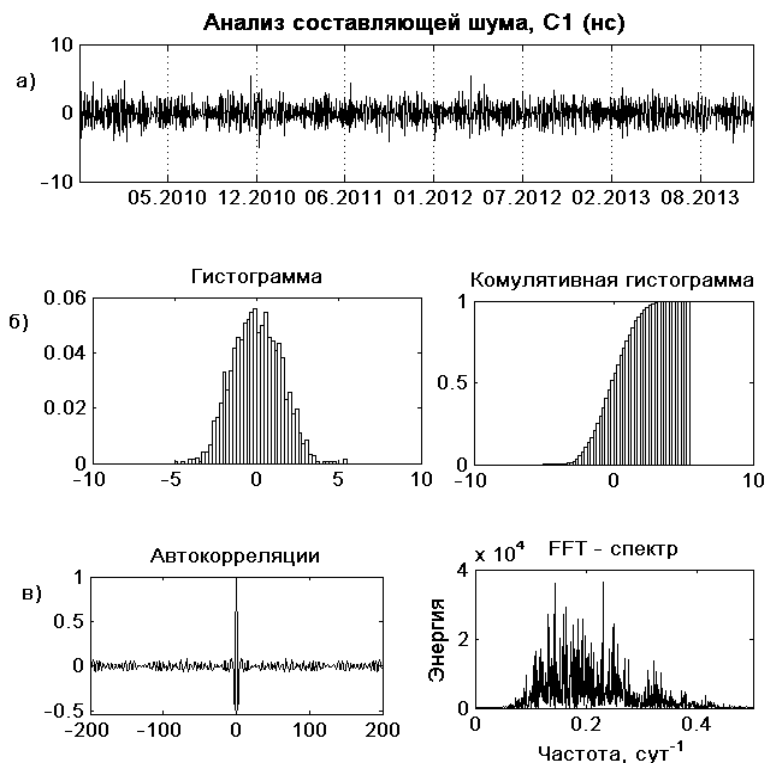


Рисунок 4. Вейвлет-анализ составляющей шума в данных С1:
 а) — график составляющей шума; б) — гистограмма и кумулятивная гистограмма; в) — автокорреляции и FFT-спектр.

Вейвлет-анализ составляющей шума в сигнале С1 (рис. 4) показывает, что модель шума близка к стандартной с нулевым средним и единичной дисперсией. Значения описательных статистик равны: среднее 0.0003 нс, максимальные отклонения ± 5 нс, стандартное отклонение 1.5 нс.

Выводы.

1. GPS и ГЛОНАСС — две независимые глобальные навигационные спутниковые системы. Каждая обеспечивает, независимо друг от друга, определения точного местоположения и времени в любой точке мира. Смещение времени между GPS и ГЛОНАСС является важным параметром в комбинированной обработке GPS / ГЛОНАСС-измерений [4]. Высокоточная система оценки разницы во времени может обеспечить сантиметровую точность определения местоположения. Спутники ГЛОНАСС широко используются, в частности, ВІРМ для синхронизации атомных часов различных лабораторий мира.

2. Непрерывное вейвлет-преобразование обнаруживает наличие и локализацию скачка и разрыва в последовательности данных С1.

3. Вейвлет-анализ составляющей шума в сигнале С1 (рис. 4) показывает, что модель шума близка к стандартной с нулевым средним и единичной дисперсией.

4. Несмотря на низкий уровень шума, неопределённость измерений С1 на интервале 2010—2013 год остаётся в пределах 100 нс.

Список литературы:

1. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, — 464 с.
2. Курбасова Г.С., Вольвач О.Є. Вейвлет-аналіз наземних і космічних вимірів локальної інсоляції. // Космічна наука і технологія. — 2014. — Т. 20. — № 4. — С. 42—49.
3. Annual Report ВІРМ №№ 5, 6, 7, 8, 9. -2015. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.bipm.org>.
4. Daly P., Kitchinc I.D., Allan D.W., Pepler T.K. Frequency and time stability of GPS and GLONASS clocks. // INTERNATIONAL JOURNAL OF SATELLITE COMMUNICATIONS. — 1991. — Vol. 9. — P. 11—22.
5. For use with MATLAB. User's Guide // The MathWorks, Inc. — 2002. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.mathworks.com>.

**ПРИМЕНЕНИЕ АДАптиРОВАННОГО
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СУБОПТИМАЛЬНЫХ ПЛАНОВ
РАБОТЫ ЭКИПАЖА**

Орловский Николай Михайлович

*ведущий инженер, Донской филиал Центра тренажеростроения,
РФ, г. Новочеркасск
E.mail: nikolai.orlovski@mail.ru*

**APPLICATION OF ADAPTED GENETIC ALGORITHM
FOR SUBOPTIMAL CREW ACTIVITY
SCHEDULING FORMATION**

Orlovsky Nickolay

*leading engineer, Don Department of Simulation
Systems Design Center,
Russia, Novocherkassk*

АННОТАЦИЯ

В статье кратко рассмотрен адаптированный генетический алгоритм (ГА) формирования планов работы экипажа на примере космонавтов и представлена новая модификация оператора одноточечного кроссовера, позволяющая размещать операцию в наиболее подходящий момент времени внутри горизонта планирования. Приведены результаты эксперимента, заключающегося в сравнении эффективности формирования планов работы космонавтов оператором-планировщиком и адаптированным генетическим алгоритмом.

ABSTRACT

The article describes the application of adapted genetic algorithm for crew activity scheduling formation on cosmonauts example. The author proposed a new modification of single-point crossing operator, which makes it possible to place an activity in the most suitable moment of time in planning horizon. The results of set experiment are presented. This experiment consists in comparison efficiency of plan formation with operator-scheduler and with adapted genetic algorithm.

Ключевые слова: генетический алгоритм; планирование.

Keywords: genetic algorithm; scheduling.

Для успешного управления различными эргатическими системами [1] необходимо проводить качественное планирование деятельности группы исполнителей, посредством которых осуществляются управляющие воздействия. В случае, когда каждому специалисту из группы отведена определенная роль в достижении единой для всех целевой задачи, то речь идет об экипаже. Экипаж выступает в качестве одного из звеньев структуры управления такими техническими объектами, как: пилотируемая орбитальная станция, самолет, подводная лодка, глубоководный водолазный комплекс.

Планирование работы экипажа подобных сложных технических объектов управления сопряжено с учетом специфических особенностей, имеющих значительное влияние на процесс подготовки планов и расписаний, а также их оперативную корректировку. Взаимосвязи между ролями членов экипажа и разный уровень их подготовки к реализации определенной операции, а также высокая вероятность возникновения слабо прогнозируемых факторов, воздействующих на способ реализации плана или в некоторых ситуациях требующих пересмотра главной цели, являются одними из основных отличий группового планирования действий экипажа.

В работе [2] приведена многокритериальная математическая модель формирования субоптимальных планов действий экипажа на примере космонавтов Российского сегмента Международной космической станции (РС МКС). Для решения многокритериальной постановки задачи был разработан адаптированный ГА, на каждой итерации которого решаются две задачи:

1. Первая задача заключается в построении уникальных последовательностей, задающих порядок размещения операций друг за другом на основе информации о характеризующем операцию классе важности относительно остальных работ.

2. Смысл второй задачи состоит в определении момента начала реализации каждой операции внутри интервала планирования для всех сформированных ранее уникальных последовательностей, а также в выборе реализующих эту операцию космонавтов.

Для определения момента начала реализации каждой операции структура хромосомы построена таким образом, что все аллели генов равны нулю, кроме одного, который и определяет номер интервала, в который предполагается поместить операцию. С целью получения уникальных последовательностей при подобном строении вектора решений была разработана новая модификация оператора одноточеч-

ного кроссовера, когда обмен участками векторов происходит по следующей схеме (рис. 1):

1. Из множества родительских кодировок выбираются две последовательности $\chi^i = (\chi^i_1, \dots, \chi^i_L)$ и $\chi^j = (\chi^j_1, \dots, \chi^j_L)$;

2. Случайным образом с равной вероятностью $1/(L-1)$ выбирается точка разрыва $r \in \{1, 2, \dots, L-1\}$;

3. Последовательности χ^i и χ^j разрываются в одной и той же точке r ;

4. Из полученных четырех участков родительских кодировок $(\chi^i_1, \dots, \chi^i_r)$, $(\chi^j_{r+1}, \dots, \chi^j_L)$, $(\chi^j_1, \dots, \chi^j_r)$ и $(\chi^i_{r+1}, \dots, \chi^i_L)$ формируются особи двух потомков путем обмена участками крест-накрест $\chi^1 = (\chi^j_{r+1}, \dots, \chi^j_L, \chi^i_1, \dots, \chi^i_r)$, $\chi^2 = (\chi^i_{r+1}, \dots, \chi^i_L, \chi^j_1, \dots, \chi^j_r)$.

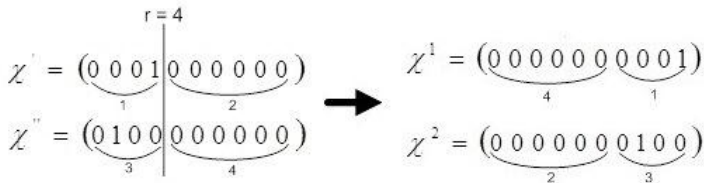


Рисунок 1. Перекрестный обмен участками векторов решений при одноточечном кроссинговере

Планирование действий экипажа РС МКС в настоящее время осуществляется с помощью программно-аппаратного комплекса «Автоматизированная система планирования РС МКС» (АСП РС МКС), которая учитывает все особенности организации, контроля и управления деятельностью экипажа и наземного персонала [3]. Большинство действия по составлению расписаний работы экипажа выполняется планировщиком вручную, что требует определенного времени на формирование итоговой версии плана и не исключает возникновения нарушений правил планирования. Предложенный ГА позволяет создавать планы таким образом, что все включенные в них операции полностью удовлетворяют системе заявленных правил и ограничений.

С целью проверки эффективности применения адаптированного генетического алгоритма [2] для формирования планов работы экипажа РС МКС были разработаны две имитационные модели [4]:

1) модель процесса подготовки планов действий экипажа РС МКС специалистом группы планирования; 2) модель формирования планов действий экипажа с использованием предложенного генетического алгоритма.

Количество операций на различные сутки экспедиции варьируется достаточно широко, как и количество процедур перепланирования, которые планировщику приходится выполнять в течение дня при изменении оперативной обстановки. Для моделирования функционирования экспертной подсистемы формирования действий экипажа с помощью модифицированного генетического алгоритма были проведены эксперименты на обеих имитационных моделях при различных объемах планируемых операций и количестве процедур перепланирования.

Первый эксперимент заключался в изменении объема операций в исходном множестве при фиксированных значениях остальных параметров. Результаты измерений приведены в таблице 1 и на графике рисунка 2. Среднее значение отношения общего времени занятости планировщика за день ко времени работы генетического алгоритма получилось равным 9. На основе анализа данных таблицы 1 можно также сделать выводы о том, что среднее время планирования одной работы специалистом уменьшается, в то время как количество минут, затраченное алгоритмом на формирование плана, увеличивается. Это происходит потому, что число «простых» операций растет вместе с общим количеством операций на размещение. Время работы адаптированного генетического алгоритма также увеличивается с ростом общего количества операций в исходном множестве, которое следует запланировать.

Таблица 1.

Итоги эксперимента (изменение количества операций)

Средние значения по данным 10 испытаний		Количество операций в исходном наборе						
		100	110	120	130	140	150	160
Планировщик	t планирования одной операции, мин	2,49	2,49	2,46	2,45	2,41	2,37	2,33
	Занятость планировщика от 8 ч. дня, %	55,6	60,7	65	69,9	73,7	77,5	84,5
ГА	t работы ГА	3,3	3,7	4,0	4,6	5,2	5,4	5,9
	Общее t работы ГА от 8 ч. дня, %	5,5	6,2	6,7	7,7	8,7	9,0	9,8

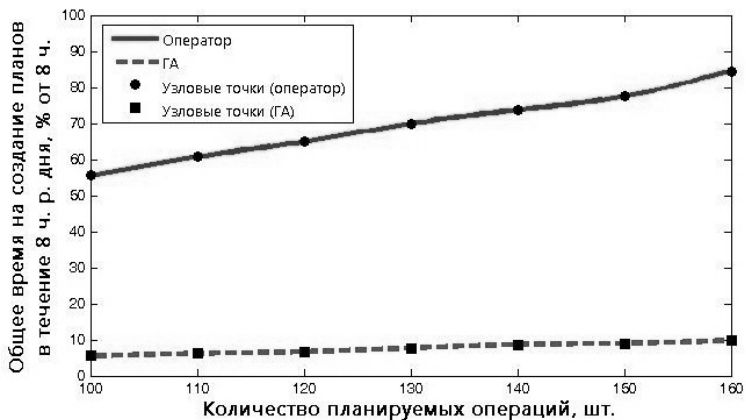


Рисунок 2. Результаты испытаний имитационных моделей при различном количестве операций в исходном множестве

Второй эксперимент заключался в изменении количества процедур перепланирования в течение дня с 5 до 15 при фиксированных значениях всех остальных параметров. Испытания проводились на наборе из 160 операций. Результаты эксперимента приведены в таблице 2 и на графике рисунка 3. Анализ данных показал, что уже при 12 процедурах перепланирования в течении 8-ми часового трудового дня планировщику требуется больше времени, чем 8 часов, чтобы успеть завершить последнее включение срочной работы в план. Среднее значение отношения общего времени, затраченного на подготовку планов оператором-планировщиком и генетическим алгоритмом, получилось равным 7.

Таблица 2.

Итоги эксперимента (изменение количества процедур перепланирования)

Средние значения по данным 10 испытаний		Количество процедур перепланирования										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Планировщик	t планирования одной операции, мин	2,09	2,25	2,43	2,44	2,66	2,73	2,82	2,99	3,03	3,05	3,21
	Занятость планировщика от 8 ч. дня, %	71,8	78	84,5	84,6	93,9	94,3	99,1	100,8	108,1	110,4	117

ГА	t работы ГА	5,8	5,9	5,9	6,0	6,1	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
	Общее t работы ГА от 8 ч. дня, %	7,1	8,6	9,8	11,3	12,7	14,4	15,7	17,3	18,7	20,3	21,7

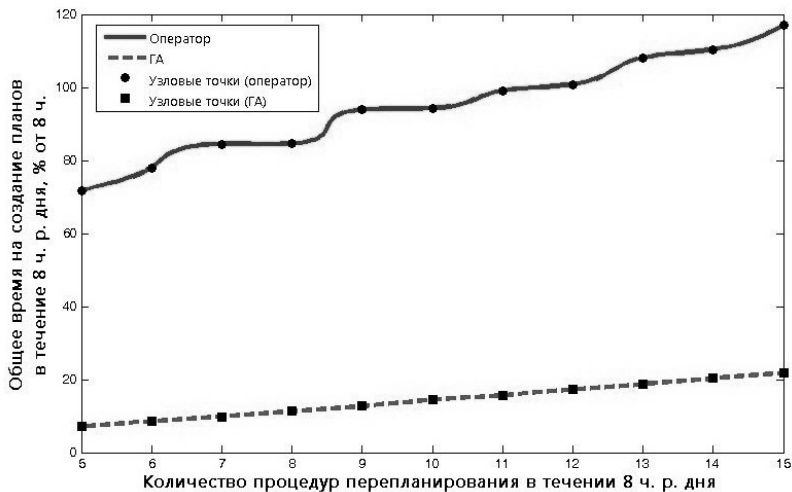


Рисунок 3. Результаты испытаний имитационных моделей при различном количестве процедур перепланирования в течение дня

Анализ данных графиков на рисунках 2 и 3 показал существенное сокращение времени на формирование планов при использовании предложенного адаптированного генетического алгоритма. Это позволяет сделать вывод о том, что применение созданных математической модели и алгоритма способно повысить эффективность процесса формирования планов действий экипажа РС МКС. Однако, использование экспертной подсистемы формирования планов действий экипажа, включающей реализацию предложенных решений, в качестве основного инструмента для составления краткосрочных и оперативных планов полета в АСП РС МКС в настоящее время будет являться преждевременным. Поэтому полученные результаты имеет смысл применить в виде специальной методики оптимизации, позволяющей вести параллельное (основному процессу) создание субоптимальных расписаний действий экипажа и проводить дальнейший анализ, доработку и усовершенствование имеющихся решений.

Список литературы:

1. Лозгачева Т.М., Завалишин Ю.К. Исследование систем управления: учеб. пособие. Н. Новгород: Нижегород. гос.archit.-строит. ун-т, 2004. — 102 с.
2. Орловский Н.М. Исследование математической модели формирования оптимальных планов функционирования группы специалистов // Современные проблемы науки и образования: электрон. журн. — 2014. — № 3. — [] Режим доступа. — URL: <http://www.science-education.ru/117-13639>, свободный. — Загл. с экрана (дата обращения: 24.06.2014).
3. Станиловская В.И., Беляев А.М., Потоцкий С.И., Козлечков А.Г., Колокольцева О.М., Будникова Т.С. Автоматизированная система планирования полета Российского сегмента Международной космической станции. // «Программные продукты и системы», — № 3, — 2013. — С. 48—54.
4. Орловский Н.М. Имитационная модель процесса планирования на примере составления расписаний для действий экипажа РС МКС // «Наука XXI века: новый подход»: материалы IX молод. междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Санкт-Петербург, апрель 2014 г. / Науч.-издат. центр «Открытие». 2014. — С. 46—51.

2.2. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ФАКЕЛА В ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ КОТЛАХ

Муравлев Вячеслав Константинович

*канд. физ-техн. наук, зав.кафедрой приборостроения, доцент
Карагандинского государственного технического университета,
Республика Казахстан, г. Караганды*

Жунисбеков Берик Шабданбекулы

*магистрант
Карагандинского государственного технического университета,
Республика Казахстан, г. Караганды
E-mail: bj_08@mail.ru*

OPTICAL METHODS FOR MONITORING THE POSITION OF THE FLAME IN THE COAL-FIRED BOILERS

Muravlev Vyacheslav

*candidate of Physic-mathematical Sciences,
Head of Instrument-making department, assistant professor
of Karaganda State Technical University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda*

Zhunisbekov Berik

*master student of Karaganda State Technical University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены оптические методы контроля положения объекта. Дан обзор основных способов контроля положения факела в пылеугольных котлах. Приведены методы бесконтактного контроля

положения факела, что способствует долговечности измерительной системы.

ABSTRACT

Optical methods of object's positional control are considered. Main strategies' review of a flame's positional control in dust-coal-boilers is provided. Flame's position's no-touch control is introduced, which facilitates the endurance of measuring system.

Ключевые слова: контроль положения; оптический контроль; факел.

Keywords: position control; optical control; flame.

В настоящее время оптико-электронные приборы применяются во всех областях науки, техники, производства, в которых используется для измерения параметров и количественных характеристик не только физических, но и технологических процессов и для управления бытовой техникой и подвижными объектами.

При этом благодаря положительным свойствам оптического излучения, такие системы могут решать самые сложные многофункциональные задачи с высокими характеристиками точности, надежности, быстродействия, пропускной способности, возможностями логической и математической обработки информации.

Характерными представителями подобных систем являются оптические преобразователи. В таких преобразователях входная величина (линейное или угловое перемещение) преобразуется в форму, которая удобна для восприятия техническим средством [1, с. 4].

Развитие современных технологий требует значительного увеличения точности при контроле положения объектов. Как показывает практика, для контроля положения целесообразно использовать бесконтактные оптические методы, обладающие высокой чувствительностью, точностью и скоростью измерений [2, с. 78].

По принципиальным методам формирования кодирующих сигналов (рабочих мер), оптические преобразования подразделяются на растровые, интерференционные и дифракционные методы [3, с. 3].

Растровые преобразователи представляют собой последовательность штрихов, которые нанесены на рабочую поверхность меры через определенный интервал. В таких кодирующих структурах длина штриха намного больше шага штриха и в результате перемещений анализирующей структуры относительно кодирующей структуры происходит смещение образующихся комбинационных полос [1, с. 8]. Такие преобразователи часто используются при определении поло-

жения подвижных объектов, например, положение поезда относительно реперных точек. Контроль положение факела в пылеугольных котлах данным методом не осуществляется.

Дифракционные методы контроля пространственного положения объектов наиболее часто используют в измерительной технике, когда требуется высокая точность, бесконтактность и автоматизация измерительного процесса. Они позволяют производить измерения размеров в диапазоне от единиц до сотен микрометров, с точностью до нескольких микрометров. Лазерное излучение позволяет получить высококонтрастную дифракционную картину с большим числом дифракционных порядков и избавиться от погрешностей, связанных с монохроматичностью излучения. По интенсивности в ее характерных точках или расстоянию между ними судят о размерах, пространственном положении или физических свойствах объекта [4, с. 77].

Возможности дифракционного метода контроля сильно зависят от выбора регистрируемых параметров дифракционного распределения. По виду регистрируемых параметров дифракционные методы контроля подразделяются на следующие группы:

1. на основе регистрации интенсивности дифракционного распределения в фиксированных точках;
2. на основе регистрации характеристических размеров распределения интенсивности (например, расстояния l между его экстремальными точками).

Эти методы контроля обладают рядом недостатков. Чувствительность при регистрации по интенсивности в фиксированных точках спектра Винера (рис. 1) будет определяться выражением

$$V = \frac{dI}{da} = C \sin c \left(\frac{kxa}{f} \right) \quad (1)$$

где коэффициент C зависит от мощности источника излучения.

Анализ выражения (1) показывает, что чувствительность максимальна в точках, где крутизна распределения интенсивности максимальна. Чувствительность падает с уменьшением измеряемого размера a , поэтому измерение малых размеров сильно затруднено. Кроме того, ограничен диапазон измерения, не больше $\pm 20\%$ от размера объекта, а сигнал сильно зависит от мощности источника и положения объекта в пределах пучка. Даже при стабилизации излучения лазера точность метода не превышает $0,5\%$ от измеряемого размера.

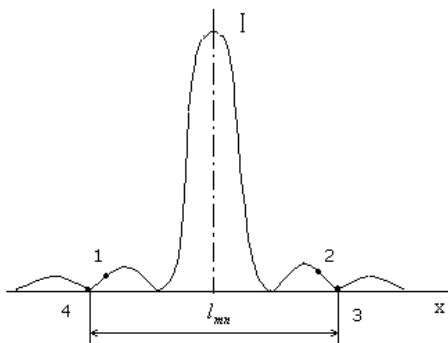


Рисунок 1. Дифракционные методы контроля с регистрацией интенсивности в фиксированных точках и регистрацией масштаба спектра Винера

В целях повышения точности наведения на точки минимумов нужно либо применять более совершенную цифровую схему обработки сигнала, либо необходимо использовать оптическую обработку дифракционной картины. Оптическая обработка дифракционной картины использует преимущества наведения на точки инверсии фазы частотного спектра, которым соответствует максимальная чувствительность [4, с. 78—79].

Препятствием для дальнейшего увеличения точности дифракционных методов контроля является их недостаточная точность из-за регистрации дифракционной картины квадратичными приемниками. Поэтому дальнейшие исследования в целях повышения точности и чувствительности дифракционных методов контроля требуют создать оптические системы обработки информации, использующие амплитудно-фазовое распределение световых полей за контролируемым объектом [5, с. 46].

На данный момент в сфере контроля положения объектов широкое применение имеют интерференционные методы контроля. Данные методы используются для оценки геометрических параметров и их положения в пространстве.

Недостатком современных интерферометров является сложность конструкции данных приборов и жесткие требования к условиям окружающей среды при проведении измерений. Поэтому необходимо упростить конструкцию измерителей при сохранении точностных характеристик.

В работе [6] вместо наведения на одну точку инверсии фазы, предложено выполнять наведение на множество точек с разными порядками. Осуществляется данное наведение с помощью развернутой щели. В результате наведения формируется вторичная картина, которая очень чувствительна к смещению точек инверсии относительно центра щели. Схема устройства, реализующего данный метод, приведена на рисунке 2.

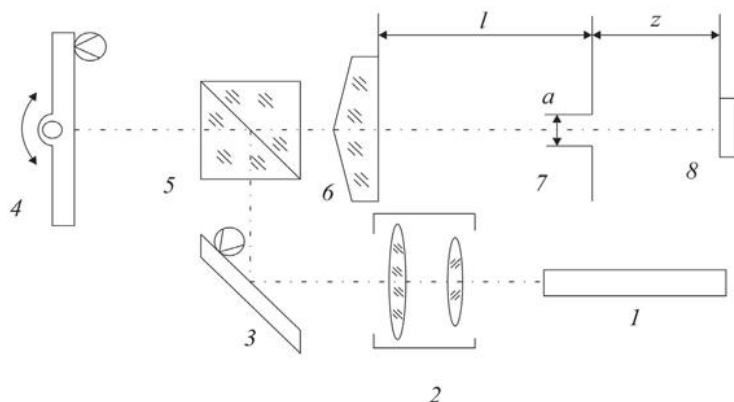


Рисунок 2. Интерферометр: 1 — лазер; 2 — телескопическая система; 3 — вспомогательное зеркало; 4 — отражатель; 5 — светоделительное зеркало; 6 — бипризма Френеля; 7 — щель; 8 — приемник

Волновой фронт, который отражается от объекта (4) падает на бипризму (6), которая, в свою очередь, делит его пополам. В результате на щель падают два волновых фронта под углами

$$\theta = \pm\sigma(n-1) \quad (2)$$

где n — показатель преломления материала бипризмы,
 σ — преломляющий угол бипризмы

Щель, которая развернута относительно интерференционных полос на угол α , пересекает линии инверсии интерференционной картины (рисунок 3).

При изменении фазы входного сигнала на щели, в дифракционной картине появляются дополнительные полосы. Их минимумы соответствуют пересечению линий инверсии фазы с осью [6, с. 38].

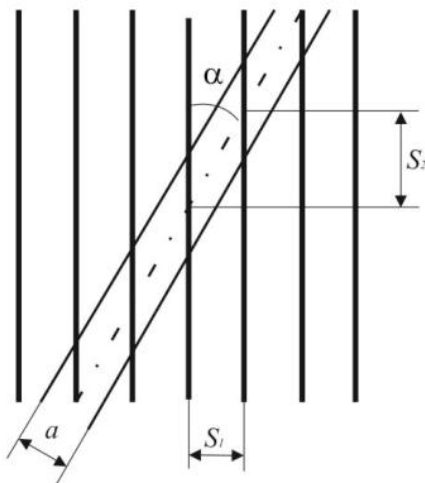


Рисунок 3. Геометрическая схема формирования вторичных интерференционных полос при развороте щели

В настоящее время активно развивается новое направление в оптических измерениях — низкокогерентная интерферометрия. При помощи данного метода можно контролировать положение объекта через модуль степени временной когерентности излучения, т. е. по максимальному значению чувствительного интерференционного сигнала. Чувствительность определяется длиной временной когерентности.

Эквивалентность процессов временного и пространственного усреднения хорошо просматривается, когда в результирующем интерференционном поле фотоприемником не разрешаются амплитудно-фазовые пространственные распределения [7, с. 19].

Интерференционный способ контроля положения позволяет проводить измерения с высокой точностью. Также низкокогерентная интерферометрия по своим принципиальным диагностическим и измерительным характеристикам не уступает интерферометрам с использованием источников света с низкой степенью временной когерентности. Возможно применение таких интерферометров в целях определения и обнаружения положения отражающего объекта в рассеивающей среде.

Список литературы:

1. Кортаев В.В., Прокофьев А.В., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные преобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. Оптико-электронные преобразователи линейных перемещений / Учебное пособие. — СПб: НИУ ИТМО, 2012. — 114 стр.
2. Иванов А.Н., Киреевков В.Е., Носова М.Д. Дифракционные методы контроля пространственного положения объектов // Известия ВУЗов. Приборостроение. — 2013. — № 11.
3. ГОСТ 26242-90. Системы числового программного управления. Преобразователи перемещений. Общие технические условия / М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. — 13 стр.
4. Иванов А.Н. Дифракционные методы контроля геометрических параметров объектов и их пространственного положения. // Вестник II межвузовской конференции молодых ученых. Сборник научных трудов. СПб. — 2012. — Т. 3.
5. Назаров В.Н., Иванов А.Н. Использование явления Муара для увеличения точности дифракционных методов контроля геометрических параметров и пространственного положения объекта. // Оптический журнал. — 2009. — № 1
6. Носова М.Д., Иванов А.Н. Интерференционные способы контроля положения объектов с использованием точек инверсии фазы оптического сигнала. // Глобальный научный потенциал. Машиностроение. — 2014. — № 9.
7. Рябухо В.П., Хомутов В.Л., Лякин Д.В., Константинов К.В. Лазерный интерферометр с острофокусированными пучками для контроля пространственного положения объекта. // Письма в ЖТФ. — 1998. — № 4.

2.3. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОННАЯ ПУТЕВКА»

Сенченко Павел Васильевич

канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, РФ, г. Томск

Матвеев Кирилл Андреевич

*студент Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, РФ, г. Томск
E-mail: mka451881@gmail.com*

MODELING OF FUNCTIONAL SUBSYSTEMS OF INFORMATIONAL SYSTEM «E-VOUCHER»

Senchenko Pavel

candidate of Technical Sciences, Associate Professor of data processing automation Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk

Kirill Matveev

student of Tomsk State University of Control systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk

АННОТАЦИЯ

Выявлены цели создания единой системы межведомственного электронного взаимодействия. Выявлены положительные эффекты от необходимости создания системы. Предложены функциональные модели подсистем «электронная путевка». Представлены функцио-

нальные модели подсистем: электронная очередь, реестр ЭУД (электронное учетное дело), администрирование.

ABSTRACT

Goal of creating a unified system of interdepartmental electronic interaction was marked. Positive effects from the necessity of creating this system were identified. Functional subsystem models of "e-ticket" were proposed. There were presented a functional subsystem models: electronic part, the registry EBA (electronic business account), administration.

Ключевые слова: Информационная система; муниципальные образования; путевка; СМЭВ; функциональные модели подсистемы.

Keywords: Informational systems. Municipalities. Permit. SMEI. Functional subsystem models.

Для осуществления межведомственного электронного взаимодействия в электронной форме, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 июня 2011 г. № 451 «Об инфраструктуре, обеспечивающей информационно-технологическое взаимодействие информационных систем, используемых для предоставления государственных и муниципальных услуг в электронной форме», Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2010 г. № 697 «О единой системе межведомственного электронного взаимодействия», создана федеральная государственная информационная система «Единая система межведомственного электронного взаимодействия» (далее — СМЭВ).

СМЭВ — федеральная государственная информационная система, предназначенная для организации информационного взаимодействия между информационными системами участников СМЭВ в целях предоставления государственных и муниципальных услуг и исполнения государственных и муниципальных функций в электронной форме. Участниками межведомственного электронного взаимодействия (участниками СМЭВ) являются федеральные органы исполнительной власти, государственные внебюджетные фонды, исполнительные органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, государственные и муниципальные учреждения, многофункциональные центры, иные органы и организации [1].

Целью создания СМЭВ является повышение качества предоставления государственных и муниципальных услуг и исполнения государственных и муниципальных функций за счет использования

общих информационных ресурсов, уменьшения времени на поиск и обработку информации в электронной форме [1].

Разработка и внедрение СМЭВ оказывают следующий положительный эффект: — граждане избавлены от необходимости собирать документы в различных государственных органах; — теперь гражданин, обращающийся за государственной услугой, должен предоставить только документы личного хранения (паспорт, свидетельство о рождении и т. д.), все остальные справки собирает само ведомство; — государственный орган не вправе требовать от граждан или организаций, обратившихся за госуслугой, сведения, которые уже имеются в распоряжении другого государственного органа [3, с. 206].

Построение моделей функциональных подсистем. На стадии исследования процесса приобретения путевок в детские загородные стационарные оздоровительные учреждения, на целевые смены, в специализированные (профильные) лагеря было выявлено три функциональные подсистемы:

- Подсистема «Электронная очередь»;
- Подсистема «Реестр ЭУД»;
- Подсистема «Администрирование».

Для наглядного представления работы каждой из этих подсистем, были спроектированы функциональные модели с использованием методологии UML в среде Rational Rose.

Для получения муниципальной электронной услуги родитель (законный представитель), зарегистрированный в муниципальном образовании «Город Томск», должен подать электронную заявку на официальном портале муниципального образования, заполнив предлагаемую вэб-форму.

Среди обязательных для заполнения полей можно выделить: ФИО ребенка, лагерь, смена, а также контактный телефон, на который, в процессе регистрации высылается подтверждающий код для исключения возможности проникновения в систему заявлений от хулиганов и позволяющий ввести ограничение на количество подаваемых заявок с одним и тем же указанным номером телефона.

После того, как гражданин заполняет последнее поле с кодом подтверждения и отправляет заявку, система предлагает заявителю записаться на прием в муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей Центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр» для дальнейшего оформления документов и выдачи сертификатов.

Результатом процедуры является уникальный регистрационный номер, выданный гражданину, идентифицирующий его порядковый номер в очереди для получения субсидируемой путевки путевок в детские загородные стационарные оздоровительные учреждения, на целевые смены, в специализированные (профильные) лагеря.

На основе информационной системы реализован сервис, позволяющий в любое время гражданину, зарегистрированному в электронной очереди просмотреть информацию о своей заявке: дата регистрации заявки, назначенная дата и время приема, а также отметка об оплате.

Выделенные функциональные возможности типа пользователя «Гражданин» представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Подсистема «Электронная очередь»

Использование подобной функциональной подсистемы способствует решению ряда проблем, связанных с организацией выдачи путевок в детские загородные стационарные оздоровительные учреждения, на целевые смены, в специализированные (профильные) лагеря.

Для этого на процесс регистрации в электронной очереди накладывается ряд ограничений:

- Регистрацию проходит только одна заявка на ребенка с одним ФИО.
- На один номер телефона можно получить не более 5 СМС сообщений с кодом регистрации.
- Человеку присваивается уникальный регистрационный номер, который состоит из 6 символов. Первые 2 символа соответствуют году подачи заявки.

Подсистема «Реестр УЭД». Роль оператора в информационной системе заключается в оформлении и сопровождении заявок, а так же сортировки записей на прием и их отслеживание и мониторинг, формирование и сопровождение отчетной документации.

Для наглядного представления работы подсистемы управления оператором информационной системы спроектирована модель (диаграмма use case) с использованием языка UML. На рисунке 2 представлена Use case диаграмма для подсистемы управления оператором информационной системы.

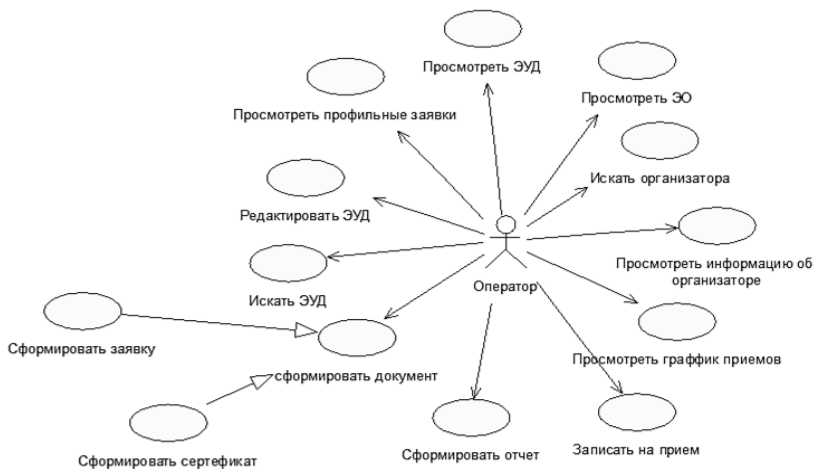


Рисунок 2. Подсистема управления оператором информационной системы

Как видно на рисунке, функции оператора можно разбить на 3 основные группы:

1. Проведение работ по оформлению и сопровождению документов:

- Сформировать заявку;
- Сформировать сертификат;
- Сформировать отчет.

2. Комплекс работ связанных с ЭУД (электронное учетное дело):

- Искать ЭУД;
- Редактировать ЭУД;
- Просмотреть ЭУД.

3. Работа с организаторами летнего отдыха:

- Искать организатора;
- Просмотр информации об организаторе.

4. Работа с заявками:

- Просмотреть график приемов;
- Записать на прием;
- Просмотр ЭО (электронная очередь).

Подсистема «Администрирования». Данная подсистема функционирует с целью выполнения дополнительных (расширенных) функций информационной системы.

Актором данной информационной системы выявлен «Администратор», который обладает полным набором функций оператора, а также дополнительными функциями.

Прежде всего, функции по созданию профильных ЭУД, затем идут функции по удалению и восстановлению организаторов, летних программ, ЭУД. Только пользователь типа «Администратор» имеет возможность изменять отметку об оплате в ЭУД, а также создавать график приема для операторов системы.

Роль администратора в информационно системе заключается в работе, которая не может быть поручена рядовым сотрудникам организации (операторам), а именно добавление и редактирования информации в базе данных системы.

Для наглядного представления работы подсистемы администрирования информационной системы спроектирована модель с использованием языка UML (Рисунок 3).

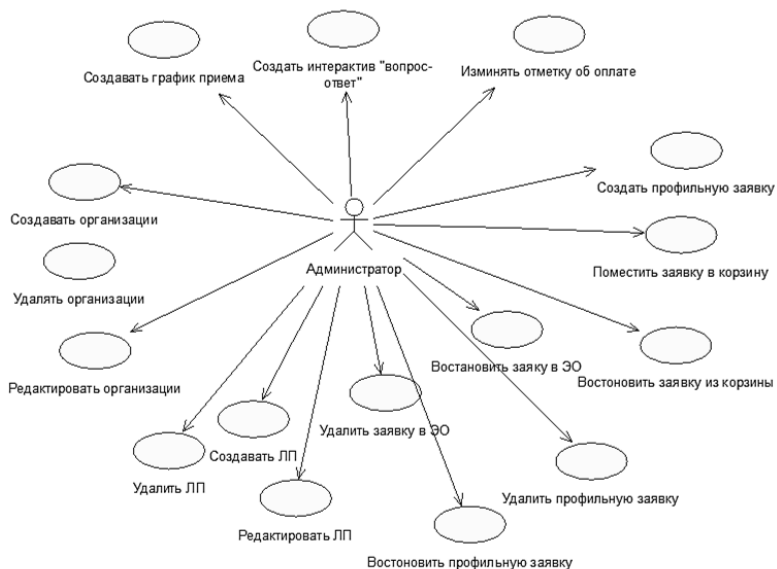


Рисунок 3. Подсистема администрирования информационной системы

На рисунке 3 видно, что работу, связанную с администрированием информационной системы, так же как и работу оператора можно разделить на определенные комплексы работ:

- Создание графика приема граждан;
- Работы с информационным порталом (ведение раздела «вопрос-ответ»);
- Работы по администрированию профильных заявок;
- Работы по администрированию электронной очереди;
- Работы по администрированию перечня организаций, предоставляющих места для детского отдыха;
- Работы по администрированию перечня летних программ.

Предложенные в статье модели функциональных подсистем могут быть взяты за основу при постановке задачи и разработке программного обеспечения информационной технологии поддержки деятельности органов государственной власти и местного самоуправления в части выдачи и учета путевок в детские оздоровительные лагеря на целевые смены на территории Томской области.

Работа выполнена в рамках проекта стабилизации и дальнейшего развития системы организации отдыха, оздоровления и занятости детей и подростков в г. Томске, оказания помощи семьям и детям, направленной на укрепление здоровья подрастающего поколения, разработана ведомственная целевая программа «Организация отдыха детей в каникулярное время» на 2013—2015 гг. [2].

Список литературы:

1. Единая система межведомственного электронного взаимодействия [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://www.eos.ru/eos_products/solution/gosudarstvennyu_sektor/smev/, (дата обращения: 20.03.2015).
2. Об утверждении ведомственной целевой программы «Организация отдыха детей в каникулярное время» на 2013—2015 гг. (с изменениями на 30 декабря 2013 года) [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/951855997> (дата обращения: 25.03.2015).
3. Сенченко П.В. Способы организации межведомственного информационного взаимодействия органов и организаций, исполняющих государственные функции / И.В. Лазарев, П.В. Сенченко // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск. — 2014. — № 1 (31). — С. 205—208.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ЭЛЕКТРОННАЯ ПУТЕВКА» В РАМКАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГОРОДА ТОМСКА

Сенченко Павел Васильевич

*канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск*

Матвеев Кирилл Андреевич

*студент Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск
E-mail: mka451881@gmail.com*

INFORMATIAL SYSTEM «E-VOUCHER» IN CASE OF TOMSK INFORMATIZATION

Senchenko Pavel

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of data processing automation
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk*

Kirill Matveev

*student of Tomsk State University of Control systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk*

АННОТАЦИЯ

Выявлены цели и задачи информатизации муниципальных образований, на основе федеральных законов и постановлений правительства РФ. Детально рассмотрен процесс выдачи путевок в детские лагеря и учреждения. Выявлены недостатки процесса, а также проблемы, с которыми сталкиваются граждане. Обнаружены проблемы, с которыми сталкиваются департаменты муниципальных образований. Приведены обоснования необходимости использования информационной системы «электронная путевка» в муниципальных образованиях.

ABSTRACT

Goals and objectives of informatization in municipalities were identified on the base of federal laws and decrees of Government. The process of issuing permits in camps and other institutions was considered in details. There were identified disadvantages of this process and the problems for citizens. Problems which are important for departments of municipalities were discovered. The necessity of using the information system "e-ticket" in the municipalities was proved.

Ключевые слова: Информационная система; Муниципальные образования; Путевка.

Keywords: Informational systems; municipalities; permit.

На современном этапе модернизации системы государственного и муниципального управления предпринимается немало попыток, направленных на повышение результативности и эффективности деятельности органов управления. Очевидно, что без анализа деятельности властных структур и состояния социально-экономической

среды, на которую оказывается воздействие, сложно говорить о наличии работоспособного механизма информационно-аналитического обеспечения подготовки и принятия решений по широкому кругу вопросов в области публичного управления [4, с. 258].

В числе первых основополагающих документов, которые определили роль информатизации в России, стала Федеральная целевая программа Электронная Россия (2002—2010 гг.). Ее принятие явилось логическим продолжением подписания акта ведущих мировых лидеров, в том числе и России, Окинавской хартии глобального информационного общества, принятой в 2000 г.

Одно из направлений хартии (статья 6) — «... активное использование информационных систем в государственном секторе и содействия предоставлению в режиме реального времени услуг, необходимых для повышения уровня доступности власти для всех граждан» [2].

Итак, в России на 2010 г. по данным Росстата насчитывается 23907 муниципальных образований, городских округов — 512, из которых крупных городов, численность населения в которых более 100 тыс. человек и более — около 170. Исходя из ФЗ № 210 от 27.07. «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», Постановления Правительства РФ от 08.09.2010 № 697 2010 г. «О единой системе межведомственного электронного взаимодействия», можно выделить следующие задачи и цели информатизации муниципальных образований [5]:

1. Сбор и анализ данных по различным категориям населения города с целью управления социальной инфраструктурой и упорядочивание расходования бюджетных средств направляемых на реализацию социальных программ.

2. Ведение единого городского кадастра с целью оптимизации градостроительных решений.

3. Ведение единого инженерного кадастра с целью координации деятельности инженерных служб и оперативного управления жизни обеспечением города

4. Ведение единого имущественного кадастра с целью эффективного управления муниципальным имуществом.

5. Ведение современных технологий управления финансами с целью поддержки и оперативных решений по управлению доходами и расходами городского бюджета.

6. Мониторинг экономики с целью благоприятного развития бизнеса на территории города, внедрение единой автоматизированной системы муниципальных закупок и контрактов.

7. Нормативно правовое и документальное обеспечение органов управления с целью повышению обоснованности и оперативности принятия решения.

8. Оперативное информирование населения о деятельности городской администрации с целью удовлетворения его информационных потребностей, обеспечение конструктивного взаимодействия населения с органами власти.

Задачей обеспечения отдыха детей в летнее время, а именно распределения путевок, занимается управление по делам молодежи, физической культуре и спорту администрации Томска, чья деятельность направлена на то, чтобы воспитательное пространство летнего отдыха стало логическим продолжением деятельности образовательных учреждений дополнительного образования.

Спектр возможностей летнего детского отдыха достаточно широк: лагерь с дневным пребыванием на базе спортивных школ и загородные оздоровительно-образовательные лагеря, туристские походы.

В сложившейся ситуации организация отдыха и занятости детей требует программно-целевого подхода и должна рассматриваться как целенаправленная деятельность, способная решать задачи по укреплению здоровья детей, развитию их творческих способностей, обеспечению временной занятости подростков, желающих работать.

В целях стабилизации и дальнейшего развития системы организации отдыха, оздоровления и занятости детей и подростков, оказания помощи семьям и детям, направленной на укрепление здоровья подрастающего поколения, разработана ведомственная целевая программа «Организация отдыха детей в каникулярное время» на 2013—2015 гг. [1].

Цель: Организация каникулярного отдыха и социальная адаптация детей в учреждениях дополнительного образования спортивной направленности .

Задачи:

- обеспечение условий для оздоровления и отдыха детей;
- увеличение занятости детей в каникулярное время.

Заказчиком Программы является управление по делам молодежи, физической культуре и спорту администрации Томска, который организует ее выполнение и координирует взаимодействие исполнителей настоящей Программы.

Заказчик Программы несет ответственность за своевременную реализацию ее мероприятий и определяет исполнителей мероприятий настоящей Программы в соответствии с законодательством.

Получателем финансовых средств на реализацию настоящей Программы является управление по делам молодежи, физической культуре и спорту администрации города.

Текущий контроль за ходом реализации настоящей Программы, а также целевым и эффективным использованием средств бюджета муниципального образования, выделенных на исполнение ее мероприятий, осуществляет управление по делам молодежи, физической культуре и спорту, которое в установленном порядке информирует администрацию города о результатах ее выполнения.

Раньше оформление путевок проходило без всяких проблем, при этом стоимость путевок была низкой. Большинство граждан оформляли путевки бесплатно, что также добавляло популярности данному направлению. В настоящее время направление переживает восстановление. Но процесс оформления и получения путевок значительно усложнился. Это продиктовано и объективными обстоятельствами, которые заключаются в усложнении организационных вопросов. С другой стороны, причиной тому субъективные факторы: коррупция и бюрократизация социальной сферы.

Подача заявления, оформление путевки, получение различных справок — сложный, многозначный процесс. Рассмотрим порядок данного процесса.

Родители или законные представители ребенка обращаются в органы местного управления, а именно в управление по делам молодежи, физической культуре и спорту или непосредственно в отдел по работе с гражданами администрации города. Все заявления собираются, а специально созданная комиссия рассматривает вопрос о выдаче путевки по той или иной заявке. Данный процесс порой занимает несколько месяцев, при этом достаточно частые случаи утери заявления и невозможности его дальнейшего рассмотрения. После вынесения решения до родителей доносится уведомление о положительном решении по их заявке. Родители (законные представители) детей должны оплатить родительский взнос и обратиться в органы управления службы в течение 7 рабочих дней с момента получения уведомления на предоставление льготной услуги, но не позднее, чем за 1 день до начала смены и представить указанные ниже документы.

При несвоевременном обращении в органы управления забронированной путевке возвращается автоматически статус «доступно».

В случае отказа от оплаченной путевки по уважительным причинам или при несвоевременном обращении в органы управления службы семьи после внесения оплаты, родитель (законный представитель) должен обратиться в органы управления службы семьи

по месту жительства. Родительский взнос возвращается детским оздоровительным учреждением путем перечисления на сберегательную книжку родителя с учетом удержания комиссии за банковские услуги.

Для получения путевки либо уведомления о выделении льготной путевки законному представителю ребенка необходимо предоставить в органы управления службы семьи следующие документы:

- документ, удостоверяющий личность законного представителя ребенка;
- документ, подтверждающий статус законного представителя ребенка;
- документ, удостоверяющий личность ребенка, которому необходима путевка;
- документ, подтверждающий факт проживания ребенка на территории Самарской области;
- документы, подтверждающие категорию детей, находящихся в трудной жизненной ситуации – для получения бесплатной путевки;
- документ об оплате родительского взноса — для получения льготной путевки на условиях её долевой оплаты.

При этом достаточно часты случаи несвоевременной подачи пакета документов, что служит причиной волне повторной подачи заявлений, что повторяет описанный выше цикл. Таким образом, весь описанный процесс занимает не менее 3—4 месяцев. Существует проблема длительности процесса, случаев потери заявлений, неудобства данной системы для населения.

Можно сделать вывод, что сложившуюся систему во многих муниципальных образованиях, в том числе и в Томске, нельзя назвать эффективной ни с точки зрения населения, ни с точки зрения управления. По словам специалиста Управления Родионовой Н.И.: «...процесс очень длительный, требует от работников много усилий и времени, что неэффективно с точки зрения современного информационного общества. Также не хватает прозрачности в «принятии решений».

Существует множество прецедентов, когда в государственном и муниципальном управлении используются методы и технологии, применяемые в бизнесе. Так, возможно внедрение системы электронного бронирования путевок, подобно системе бронирования туристических агентствах и кинотеатрах, когда заполняется электронная анкета и при этом выводится информация о забронированных местах, что увеличивает показатель прозрачности принятия решений.

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что происходящая информатизация в муниципальных образованиях затрагивает почти

все сферы деятельности исполнительного органа власти-администрации. Все информационные системы связаны между собой и так или иначе друг с другом взаимодействуют. Информационная система по выдаче и бронированию путевок не будет являться исключением.

Проблемы, с которыми сталкивается департамент, разнообразны.

1. Проблема организации сбора документов.

Подача заявления, оформление путевки, получение различных справок – сложный, многозначный процесс.

2. Проблема длительности процесса, случаев потери заявлений, неудобства данной системы для населения.

3. Невозможность рассмотреть все заявки.

Следствием такого необъективного разбирательства будет являться то, что не все нуждающиеся смогут попасть в лагерь на льготных условиях.

4. Коррупция и использование служебного положения.

Отсутствие прозрачности процесса выдачи путевок

5. Проблема коммуникации департамента с различными профсоюзными организациями.

Нет единого реестра оздоровительных учреждений. Компании сами выкупают путевки, которые выдают сотрудникам, не предоставляя департаменту сведений о количестве забронированных мест в оздоровительных учреждениях и лагерях.

Внедрение подобной системы смогло бы не только решить все эти проблемы и оптимизировать работу по предоставлению путевок, но также предоставлять информацию населению по имеющимся свободным местам в лагерях и условиям получения путевки.

Предлагаемая информационная система предполагает подачу электронного заявления с основными данными о ребенке и родителях, бронировании путевки в зависимости от места и времени желаемого отдыха. Информация о забронированных местах постоянно обновляется. При завершении бронирования в течение недели назначается время для приема остальных документов. При отсутствии подачи нужных документов или отказе родителей от путевки на сайте появляется информация о наличии путевки и вновь появляется возможность бронирования. Таким образом, подача заявлений происходит централизованно, надежно, удобно и быстро. Процесс распределения и оформления путевок в таком случае занимает не больше месяца.

В зависимости от используемого способа обработки и передачи документов (информационных сообщений) можно выделить следующие технологически различные режимы информационного взаимодействия:

1. Традиционный бумажный документооборот между сотрудниками организаций, участвующих в межведомственном информационном взаимодействии.

2. Обмен электронными представлениями (образами) традиционного бумажного документа с использованием доступных электронных технологий информационного взаимодействия — электронная почта, системы электронного документооборота и т. д.

3. Унифицированное информационное взаимодействие между информационными системами участников электронного взаимодействия.

4. Использование интерактивных запросных приложений, предоставляемых некоторыми федеральными ведомствами в качестве пользовательских электронных сервисов через ведомственные информационные порталы или официальные сайты органов в сети Интернет [3, с. 205].

Таким образом, в необходимо внедрить подобную систему по причине важности данного направления деятельности, а именно работы с молодежью. Внедрение данной системы способствует более качественному исполнению ведомственной программы и региональной программы организации условий для отдыха в летнее время в Томской области и на территории Российской Федерации.

Список литературы:

1. Об утверждении ведомственной целевой программы «Организация отдыха детей в каникулярное время» на 2013—2015 гг. (с изменениями на 30 декабря 2013 года) [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/951855997> (дата обращения: 25.03.2015).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 210-ФЗ// Российская газета. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.rg.ru/2010/07/30/gosusl-dok.html> (дата обращения: 25.03.2015).
3. Окинавская хартия Глобального информационного общества // официальный сайт президента РФ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://kremlin.ru/ref_notes/3170 (дата обращения: 27.03.2015).
4. Сенченко П.В. Способы организации межведомственного информационного взаимодействия органов и организаций, исполняющих государственные функции / И.В. Лазарев, П.В. Сенченко // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск. — 2014. — № 1 (31). — С. 205—208.
5. Сенченко П.В. Структурно-функциональная и динамическая модели мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований / А.А. Сидоров, П.В. Сенченко // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. — 2012. — № 2 (26), часть 1. — С. 258—264.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРИБРЕТЕНИЯ ПУТЕВОК В РАМКАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ГОРОДА ТОМСКА

Сенченко Павел Васильевич

*канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации обработки
информации Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск*

Матвеев Кирилл Андреевич

*студент Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск*

E-mail: mka451881@gmail.com

FUNCTIONAL MODEL OF THE PROCESS OF PERMITS ACQUISITION IN CASE OF THE CITY INFORMATIZATION IN TOMSK

Senchenko Pavel

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of data processing automation
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk*

Kirill Matveev

*student of Tomsk State University of Control systems and Radioelectronics,
Russia, Tomsk*

АННОТАЦИЯ

С помощью средств структурного анализа, были рассмотрены процессы приобретения путевок с использованием информационной системы и без нее. Процессы приобретения представлены в виде функциональной схемы с использованием методологий IDEF0 и IDEF3. Рассмотренные процессы оптимизированы.

ABSTRACT

The process of acquiring permits was reviewed (before and after) using the tools of structural analysis. These processes of acquisition are presented in the form of a functional diagram, which was made with methodologies IDEF0 and IDEF3. The processes are optimized.

Ключевые слова: Структурный анализ; диаграмма декомпозиции; функциональная модель.

Keywords: Structural analysis; Decomposition diagram; Functional model.

При осуществлении деятельности, связанной с исполнением государственных функций и предоставлением государственных услуг, органы государственной власти и иные организации, принимающие участие в данной деятельности, осуществляют межведомственное информационное взаимодействие, направленное на удовлетворение информационных потребностей, возникающих при исполнении данных государственных полномочий [3, с. 205].

Финансовое обеспечение приобретения путевок в загородные стационарные оздоровительные учреждения, на целевые смены, в специализированные (профильные) лагеря, расположенные на территории Российской Федерации, осуществляется за счет средств субсидии областного бюджета на организацию отдыха детей в каникулярное время, выделенной на эти цели муниципальному образованию «Город Томск», и средств родителей (законных представителей). В связи с этим и вызван ажиотаж среди населения, так как количество субсидируемых путевок ограничено. Следовательно, гражданин, желающий получить субсидируемую путевку в муниципальные загородные стационарные детские оздоровительные учреждения, специализированные (профильные) лагеря должен обратиться в МАОУ «Томский Хобби-центр», где в порядке живой очереди ожидает приема оператора, который оформляет заявление и сертификат, который оплачивается в представительстве лагеря.

Необходимость обращаться в муниципальное учреждение в порядке живой очереди занимает у граждан достаточно много времени, на практике люди для приобретения субсидируемой путевки в летние загородные лагеря занимали очередь за 18 часов.

Такое несовершенство предоставления муниципальной услуги утомляет и нервирует граждан, что обуславливает необходимость улучшения качества предоставления муниципальной услуги.

Для этого необходимо детально рассмотреть весь процесс, декомпозировать его на функциональные блоки выявить недостатки для их дальнейшего устранения.

Процесс приобретения путевки без использования информационной системы. Используя средства структурного анализа, представим процесс приобретения путевок без использования электронной услуги в виде функциональной схемы. Для примера рассмотрим подачу заявления в Хобби-центр города Томска. На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма процесса.

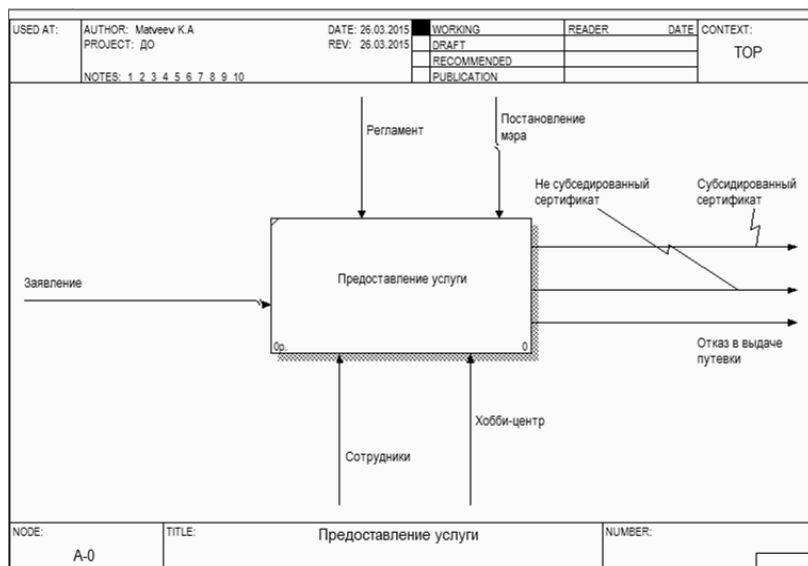


Рисунок 1. Контекстная диаграмма

Входом будет являться заявление, предоставленное родителем или законным представителем ребенка, в Хобби-центр.

Управляющим блоком являются регламент Департамента Образования города Томска, а так же постановления Мэра города Томска от 27.04.2010 № р 526 «О создании межведомственной комиссии по обеспечению отдыха, оздоровления и занятости детей города Томска» [2].

Механизмами являются сотрудники, а так же муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образо-

вания детей Центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр».

Из функционального блока имеются 3 выхода: субсидированная путевка, не субсидированная путевка, отказ в выдаче путевки.

1. Субсидированная путевка. Подобные путевки имеют цену равной 5—15 % от полной стоимости, так как большую часть расходов взял на себя департамент образования, предварительно получив на эти цели городскую субсидию.

2. Не субсидированная путевка. Подобные путевки имеют полную стоимость.

3. Отказ в выдаче путевки.

Декомпозиция диаграммы позволит более детально рассмотреть процесс приобретения путевок в детские загородные стационарные оздоровительные учреждения, на целевые смены, в специализированные (профильные) лагеря в виде функциональной схемы. На рисунке 2 представлена диаграмма декомпозиции процесса предоставления муниципальной услуги.

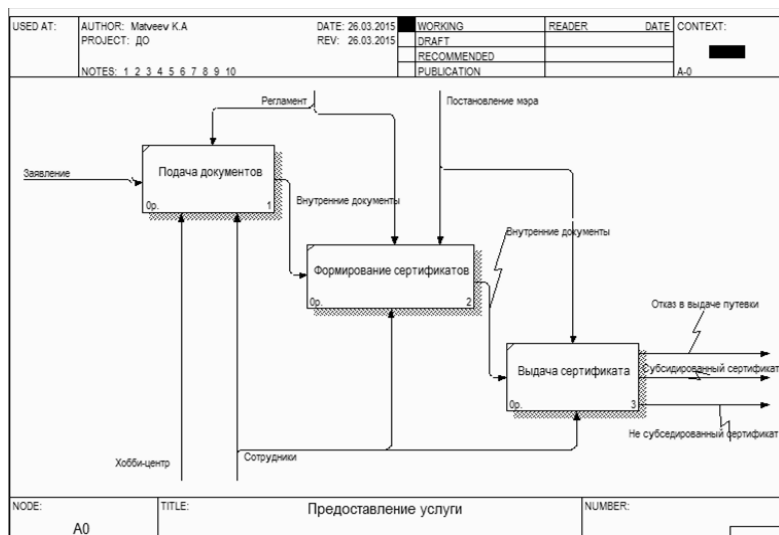


Рисунок 2. Декомпозированный процесс предоставления муниципальной услуги

Как видно на рисунке 2 процесс предоставления муниципальной услуги состоит и 3 функциональных блоков.

1. Подача документов. Представляет собой процесс подачи полного комплекта документов, который необходим при получении сертификата.

2. Формирование сертификата. Представляет собой процесс обработки, сортировки документов, а так же проведения мероприятий по формированию и созданию сертификата.

3. Выдача сертификата. Представляет собой процесс выдачи сертификата на руки гражданину, подавшему заявку на его получение.

Для более детального рассмотрения процесса формирования сертификата воспользуемся методологией IDEF3(Integration Definition for Function Modeling) для описания временной последовательности и алгоритмов выполнения работ диаграмма которой представлена на рисунке 3.

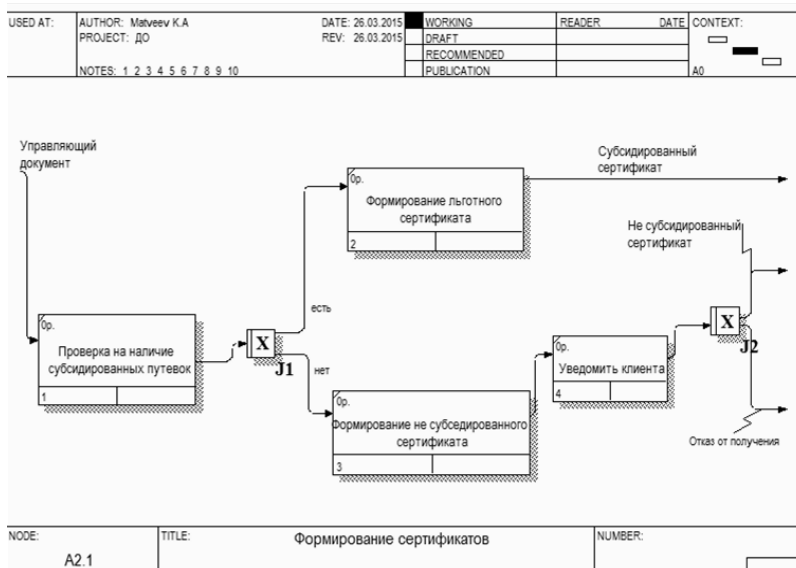


Рисунок 3. IDEF3 диаграмма временной последовательности

Более детально рассмотреть временную последовательность подачи гражданином документов в муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей Центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр» можно декомпозировав функциональный блок «Подача

документов» используя методологию IDEF3. На рисунке 6.4 представлена диаграмма декомпозиции блока «подача документов».

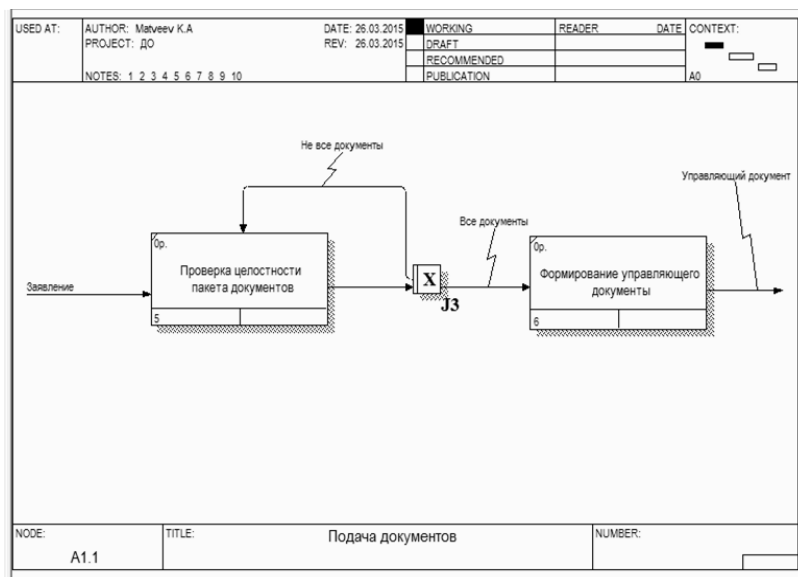


Рисунок 4. IDEF3 диаграмма декомпозиции блока «подача документов»

Для оформления Сертификата родитель (законный представитель) предъявляет в Уполномоченную организацию:

- заявление о предоставлении путевки, согласно установленной форме (Приложение № 1 к настоящему Порядку);
- паспорт, либо другой документ, удостоверяющий личность, с отметкой о регистрации по месту жительства в муниципальном образовании «Город Томск», и отметкой, подтверждающей родство с ребенком, на которого будет оформляться путевка;
- законные представители вместе с паспортом предъявляют документ, подтверждающий право представлять интересы несовершеннолетнего;
- при отсутствии в паспорте родителя записей о детях, может быть предъявлено свидетельство о рождении ребенка;
- справку со своего места работы (с указанием источников финансирования организации) или документ, подтверждающий статус безработного (если родитель (законный представитель) претендует

на оплату части стоимости путевки в размере, предусмотренном для работников организации полностью или частично финансируемой за счет средств бюджета любого уровня или для лиц, официально считающихся безработными).

Процесс приобретения с использованием информационной системы. Используя средства структурного анализа, представим процесс приобретения путевок в детские загородные стационарные оздоровительные учреждения, на целевые смены, в специализированные (профильные) лагеря без использования электронной услуги в виде функциональной схемы. На рисунке 5 представлена контекстная диаграмма процесса.

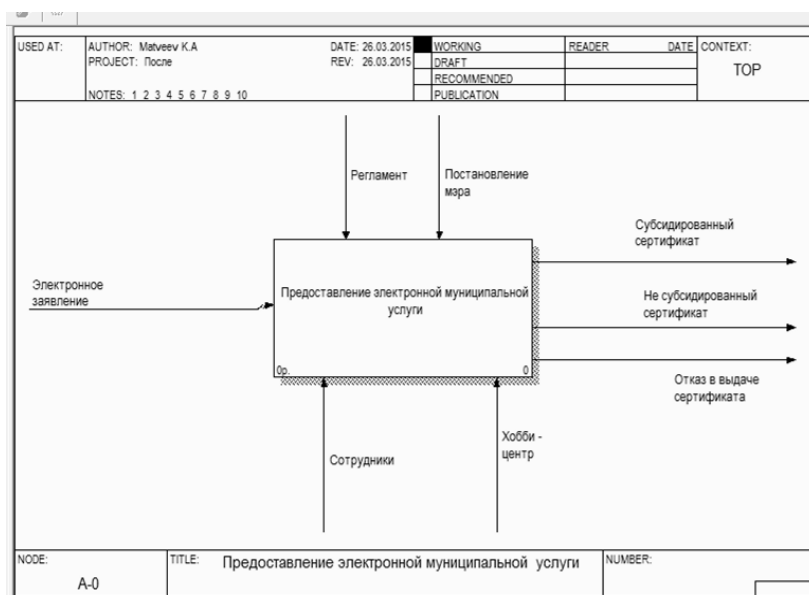


Рисунок 5. Контекстная диаграмма процесса предоставления электронной муниципальной услуги

Входом будет являться электронное заявление, составленное родителем или законным представителем ребенка, в Хобби-центр. Образец заявления представлен в приложении А.

Управляющим блоком являются регламент Департамента Образования города Томска, а так же постановления Мэра города Томска от 27.04.2010 № р 526 «О создании межведомственной

комиссии по обеспечению отдыха, оздоровления и занятости детей города Томска».

Механизмами являются сотрудники, а так же муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей Центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр».

Из функционального блока имеются 3 выхода: субсидированная путевка, не субсидированная путевка, отказ в выдаче путевки.

1. Субсидированная путевка. Подобные путевки имеют цену равной 5—15 % от полной стоимости, так как большую часть расходов взял на себя департамент образования, предварительно получив на эти цели городскую субсидию.

2. Не субсидированная путевка. Подобные путевки имеют полную стоимость.

3. Отказ в выдаче путевки.

Для более детального рассмотрения процесса «предоставление электронной муниципальной услуги» декомпозируем функциональный блок используя методологию IDEF0. На рисунке 6 представлена декомпозированная диаграмма.

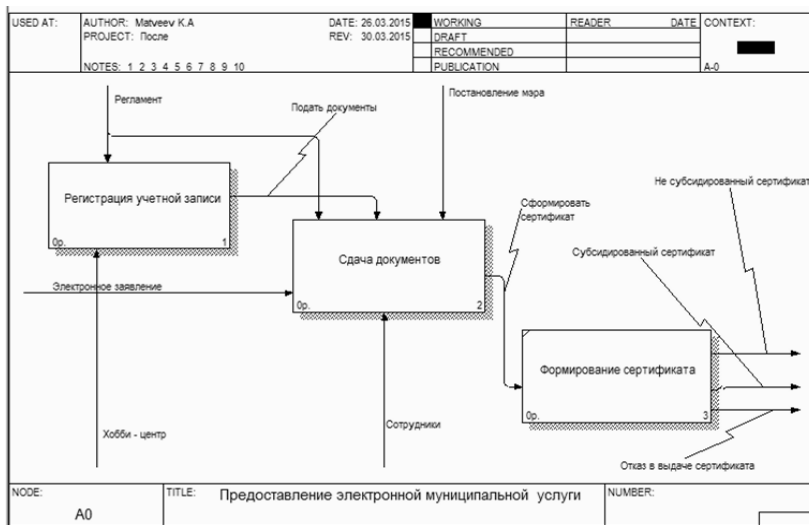


Рисунок 6. Декомпозированный функциональный блок «предоставление электронной муниципальной услуги»

Как видно на рисунке 6 процесс предоставления муниципальной услуги состоит из 2 функциональных блоков.

1. Регистрация учетной записи. Представляет собой процесс регистрации пользователя на официальном портале муниципального образования.

2. Сдача документов, формирование и выдача сертификата. Представляет собой процесс обработки электронных заявлений а так же анкет, заполненных гражданином на сайте, данные которые необходимы для формирования сертификатов.

С использованием информационной услуги, гражданину необходимо явится в муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр» один раз, в то время которое он сам выберет при заполнении анкеты.

На рисунке 7 представлена IDEF 3 диаграмма декомпозиции функционального блока «регистрация учетной записи».

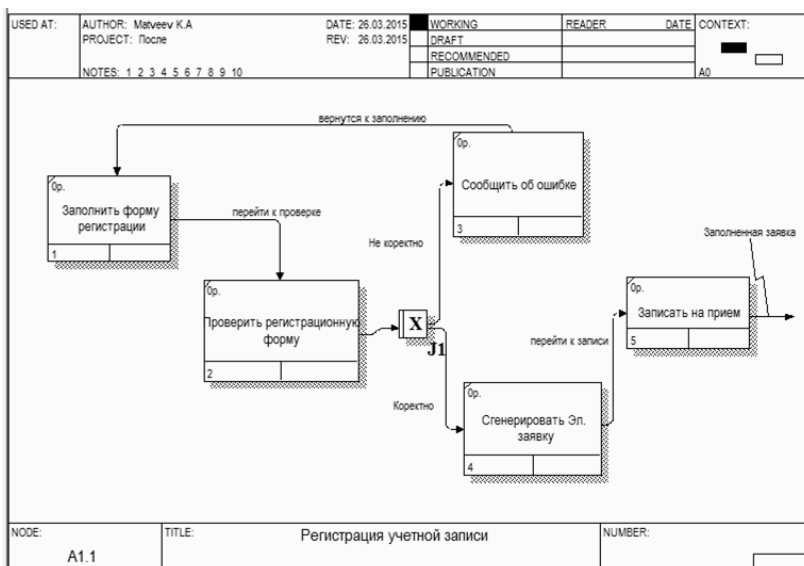


Рисунок 7. IDEF 3 диаграмма декомпозиции функционального блока «регистрация учетной записи»

Как видно на диаграмме процесс регистрации достаточно легок и не займет много времени. К тому же отпала необходимость

отстаивать длинные очереди на прием, ведь с использованием электронной услуги гражданин сам указывает удобное для него время для визита в муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей Центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр».

Для представления последовательности действий в процессе «сдача документов и формирование сертификата» он был декомпозирован с использованием методологии IDEF3. Диаграмма декомпозиции представлена на рисунке 8.

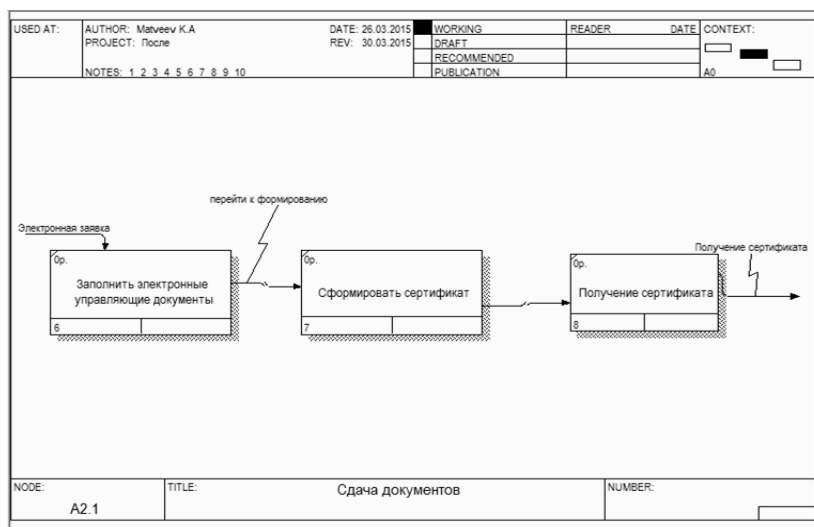


Рисунок 8. Диаграмма декомпозиции функционального блока «сдача документов и формирование сертификата»

В процессе сдачи документов и формировании заявки, все необходимые данные для формирования сертификата берутся из электронной заявки гражданина. В назначенное время гражданин приходит в муниципальное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей Центр творческого развития и гуманитарного образования «Томский Хобби-центр» с комплектом недостающих документов, которые проверяются на месте, и выдается на руки сертификат. Построение процесса таким образом существенно сократило живые очереди тем самым улучшив качество обслуживания граждан.

Предложенные в статье модели функциональных подсистем могут быть взяты за основу при постановке задачи и разработке программного обеспечения информационной технологии поддержки деятельности органов государственной власти и местного самоуправления в части выдачи и учета путевок в детские оздоровительные лагеря на целевые смены на территории Томской области.

Работа выполнена в рамках проекта стабилизации и дальнейшего развития системы организации отдыха, оздоровления и занятости детей и подростков в г. Томске, оказания помощи семьям и детям, направленной на укрепление здоровья подрастающего поколения, разработана ведомственная целевая программа «Организация отдыха детей в каникулярное время» на 2013—2015 гг.[1].

Список литературы:

1. Об утверждении ведомственной целевой программы «Организация отдыха детей в каникулярное время» на 2013—2015 гг. (с изменениями на 30 декабря 2013 года) [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/951855997> (дата обращения: 25.03.2015).
2. Официальный портал города Томска [Электронный ресурс] распоряжение администрации от 27.04.2010 № р 526 «О создании межведомственной комиссии по обеспечению отдыха, оздоровления и занятости детей города Томска в 2010 году» [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.admin.tomsk.ru/DocBase/Raspor.nsf/docs/R_2013_350 (дата обращения: 23.03.2015).
3. Сенченко П.В. Способы организации межведомственного информационного взаимодействия органов и организаций, исполняющих государственные функции / И.В. Лазарев, П.В. Сенченко // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Томск. — 2014. — № 1 (31). — С. 205—208.

2.4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ

МОДЕЛЬ СОГЛАСОВАНИЯ РЕПЛИК В КОНЕЧНОМ СЧЕТЕ В БАЗАХ ДАННЫХ NOSQL

Цвященко Евгений Васильевич

*аспирант Московский государственный
технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

E-mail: eugene.tsviashchenko@gmail.com

MODEL OF REPLICAS AGREEMENT EVENTUALLY IN NOSQL DATABASES

Tsviashchenko Evgeny

*postgraduate student Bauman Moscow state technical university,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В статье представлена модель согласования реплик в конечном счете в базах данных NoSQL. Получена оценка вероятности того, что в процессе обновления N реплик поступит хотя бы одно требование на чтение из необновленных реплик. При этом учитывался синхронный а асинхронный способы распространения изменений. Проведен натурный эксперимент в кластере до 25 узлов для доказательства адекватности модели.

ABSTRACT

In this paper the model of replicas agreement eventually in NoSQL databases was described. The estimate of probability that in the process of updating N replicas arrive at least one requirement to read from the unpatched replicas was obtained. This takes into account both synchronous and asynchronous methods of distribution changes. The nature experiment was made on up to 25 nodes cluster in order to proof model adequacy.

Ключевые слова: база данных NoSQL; согласованность в конечном счете; преобразование Лапласа-Стилтьеса; производящая функция, вероятность доступа; адекватность.

Keywords: NoSQL database; eventually consistency; Laplas-Stiltes transformation; generating function; access probability; adequacy.

Современные распределенные хранилища данных должны быть масштабируемыми, доступными и быстрыми. Эти системы, как правило, распределяют данные между различными машинами (и часто через центры обработки данных) по двум причинам: во-первых, для обеспечения высокой доступности в случае отказа компонентов и, во-вторых, чтобы обеспечить высокую производительность обработки запросов на нескольких репликах. Такие системы баз данных, построенные на парадигме распределенных хранилищ «ключ/значение», получили название NoSQL (Not-Only-SQL) [1]. Основными преимуществами этих систем являются: высокая масштабируемость (Hadoop — 4000 узлов, Riak — 6000 узлов), большое число реплик, а, следовательно, высокая надежность.

В базах данных NoSQL не поддерживается режим ведения транзакций, поэтому возникает проблема согласования данных. Поддержание требуемого уровня согласованности для каждой конкретной предметной области может регулироваться параметрами (N, W, R) [2]. Согласованность в конечном счете существенно уменьшает время реакции системы, но в таких системах всегда присутствует определенная вероятность доступа к рассогласованным данным, т. к. реплики будут согласованы только через некоторое время распространения обновлений.

Задача состоит в том, чтобы оценить вероятность, что в процессе обновления N реплик поступит хотя бы одно требование на чтение из необновленных реплик. Необходимо учитывать синхронный и асинхронный способы распространения изменений. Также, нужно доказать адекватность модели, проведя соответствующие натурные эксперименты.

На рис. 1 графически показаны варианты распространения изменений в базах данных NoSQL: синхронный режим (рис. 1а) и асинхронный режим (рис. 1б).

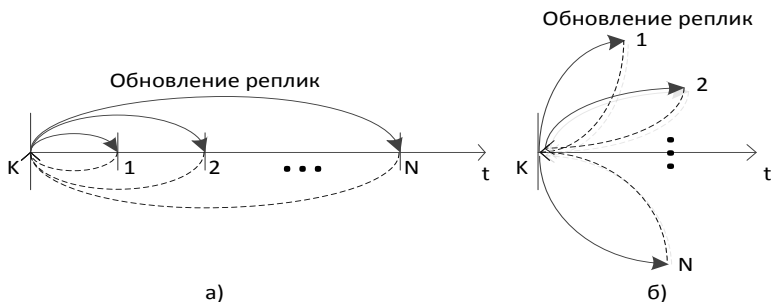


Рисунок 1. Варианты распространения изменений: а) синхронный режим; б) асинхронный режим

Рассмотрим синхронный режим. В работе [3] разработана модель согласования реплик в конечном счете для случая синхронного режима распространения изменений ($W=R=1$). Для этого режима была получена вероятность P , что в процессе обновления N реплик поступит хотя бы одно требования на чтение из необновленных реплик:

$$P = (1 - Q_1(0)) + \sum_{i=2}^N ((1 - Q_i(0)) \cdot \prod_{j=1}^{i-1} Q_j(0)), \quad (1)$$

$$Q_{i+1}(z) = \psi_{i+1}(\lambda(N-i)(1-z)), \quad i=0 \dots (N-1), \quad (2)$$

где $N+1$ — общее число реплик для обновляемой записи (начальное изменение записи выполняется на $(N+1)$ -ой реплике), λ — интенсивность чтения (пуассоновский входящий поток) записи из каждой реплики ($1 \dots N$), на которую распространяется обновление, $\Psi_{i+1}(s)$ — преобразование Лапласа-Стилтьеса (ПЛС) функции распределения вероятностей времени обновления $(i+1)$ -ой реплики [3]. Для получения ПЛС $\Psi_{i+1}(s)$ процесс обновления реплик был разделен на две составляющие: сетевую (передача данных по сети) и локальную (обновление структур памяти и файлового хранилища).

Рассмотрим асинхронный режим. В работе [4] разработана модель согласования реплик в конечном счете для случая асинхронного режима распространения изменений ($W=R=1$). Для этого режима была получена следующая оценка вероятности H , что в процессе асинхронного обновления N реплик поступит хотя бы одно требование на чтение из необновленных реплик:

$$H = 1 - \prod_{i=1}^N \Lambda_i(\lambda), \quad (3)$$

где $\Lambda_i(s)$ — ПЛС сетевой составляющей времени обновления i -ой реплики, полученное в [3].

Модельные эксперименты показали, что при малых N (порядка 3) и незагруженной высокоскоростной сети передачи данных (1 Гбит/с) система NoSQL позволяет обеспечить свойство согласованности по чтению на уровне 0,99 (двух девяток) при синхронном режиме распространения изменений, и на уровне трех девяток при асинхронном режиме.

Для доказательства адекватности модели был проведен натурный эксперимент на кластере Riak [5] размером до 25 виртуальных узлов. Для проведения испытаний были арендованы виртуальные узлы, предоставленные компанией *Digital Ocean* [6]. Из описания процесса обновления реплик в системе NoSQL Riak [5] можно сделать вывод о синхронном характере распространения изменений. При инициализации узла доступно несколько опций, среди которых можно выделить опцию *private networking*. При включении данной опции все узлы, арендованные пользователем, гарантированно находятся в одном центре обработки данных (ЦОД), что означает отсутствие подкластеров сети. Использовалась операционная система Ubuntu Server 14.04 [7], предустановленная поставщиком. Для выполнения последовательного чтения и записи были разработаны соответствующие прикладные программы. Riak предоставляет библиотеки для доступа к системе на следующих языках: Java, Erlang, Python, Ruby, из которых была выбрана библиотека Java. Java-приложения транслируются в промежуточный байт-код, который исполняется на любой виртуальной машине. Все процессы чтения и записи выполнялись непосредственно на узлах.

Основываясь на теореме Ляпунова [8], было получено минимальное число итераций, необходимое для достижения требуемой точности оценки вероятности при надёжности 0,95. Число итераций составило 4000. От эксперимента к эксперименту менялась интенсивность поступления требований на чтение и количество узлов N . Всего было проведено две серии экспериментов по 16 испытаний в каждой. Значения некоторых параметров модели такие, как интенсивность передачи данных внутри сегмента сети, интенсивность чтения данных из оперативной памяти и др., сложно оценить до проведения испытаний. Это связано с тем, что один физический узел объединяет несколько виртуальных узлов, с которыми работают

много пользователей, что свидетельствует о наличии фоновой загрузки ресурсов. Для оценки неизвестных параметров модели часть экспериментальных данных использовалась для решения вариационной задачи методом наискорейшего спуска [9].

В табл. 1 представлены результаты натурных и модельных экспериментов, позволяющие судить об адекватности разработанной модели согласования реплик в конечном счете в базах данных NoSQL. Анализировались те экспериментальные значения, которые не использовались при адаптации модели.

Таблица 1.

Анализ адекватности модели

N	λ (1/с)	Вероятность Р (см. (1))		Относительная погрешность
		Эксперимент	Модель	
3	15	0.03900	0.04494	0.13227
	20	0.06450	0.05947	0.07794
8	15	0.22325	0.24112	0.07413
	20	0.32400	0.30780	0.04998
16	5	0.32475	0.29351	0.09619
	10	0.53850	0.50087	0.06987
24	5	0.37450	0.53533	0.30044
	7	0.47050	0.65802	0.28498
4	16	0.11750	0.13461	0.12712
	20	0.15500	0.16533	0.06249
	24	0.18470	0.19496	0.05263
	28	0.22100	0.22354	0.01136
6	7	0.12975	0.12439	0.04134
	12	0.20325	0.20364	0.00193
	17	0.27350	0.27573	0.00807
	22	0.35750	0.34128	0.04536

Средняя относительная погрешность по двум сериям экспериментов составила 9 %. Из табл. 1 видно, что погрешность увеличивается с ростом N. Это можно объяснить увеличением влияния фоновой нагрузки. В реальной ситуации значение N редко устанавливают выше 10, поэтому большая погрешность при N=24 не является критичной.

Список литературы:

1. NoSQL. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/NoSQL> (дата обращения 22.03.2015).
2. Редмон Э., Уилсон Д.Р. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL. М.: ДМК Пресс, 2013. — 384 с.
3. Григорьев Ю.А. Цвященко Е.В. Анализ характеристик согласования реплик в конечном счете в базах данных NoSQL // Информатика и системы управления. — 2014. — № 3. — С. 3—11.
4. Григорьев Ю.А. Цвященко Е.В. Сильная и слабая согласованность в базах данных NoSQL // Информатика и системы управления. — 2014. — № 4. — С. 14—23.
5. Riak documentation. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://docs.basho.com/index.html> (дата обращения 22.03.2015).
6. Digital Ocean. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://www.digitalocean.com> (дата обращения 22.03.2015).
7. Ubuntu OS 14.04. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://releases.ubuntu.com/14.04> (дата обращения 22.03.2015).
8. Теорема Ляпунова. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема_Ляпунова (дата обращения 22.03.2015).
9. Метод наименьших квадратов. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_наименьших_квадратов (дата обращения 09.03.2015).

СЕКЦИЯ 3.

ФИЗИКА

3.1. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СВЕРТКОЙ КОДИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Русанова Инна Александровна

*ст. преподаватель кафедры образовательных технологий в физике
Казанского федерального университета,*

РФ, г. Казань

E-mail: irusanova@yandex.ru

MANAGEMENT INFORMATION CONVOLUTION CODED PULSES IN IMAGE PROCESSING

Inna Rusanova

*teacher the department of educational technology in physics
of Kazan federal university,*

Russia, Kazan

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена операция свертки двухимпульсного возбуждения среды с фазовой памятью кодированными импульсами, позволяющими управлять распределением q-битов в пределах неоднородно уширенной линии резонансного перехода, разрабатывать логические элементы и создавать эффективные алгоритмы кодирования информации.

ABSTRACT

The operation of the convolution of the two-pulse excitation of the medium with a phase memory by the coded pulses, allowing to operate the distribution of qubits within the inhomogeneous broadened line of a resonant transition, to develop the logic elements leading and to create effective information coding algorithms.

Ключевые слова: фотонное эхо; оптический эхо-процессор; эхо-голография; квантовая информация; кубит; оптическая обработка информации; обработка изображения; логические элементы.

Keywords: photon echo; optical an echo-processor; echo-holography; quantum information; qubit; optical processing information; processing of images; logic gate.

Введение

Разработка оптических эхо-процессоров позволит осуществить эффективные способы записи и воспроизведения информации. При их создании представляет интерес эхо-голографическая обработка информации. Основными достоинствами оптических запоминающих устройств на основе фотонного эха являются: высокая плотность записи информации; возможность многократного использования резонансной среды для записи; быстроедействие и быстрый прямой доступ к ячейкам памяти; возможность записи и считывания информации в реальном масштабе времени [2; 4—6].

Возможности квантовых систем передачи и преобразования информации зависят от сверхплотного кодирования квантовой информации и квантовых алгоритмов, позволяющих более эффективно решать какие-либо задачи. Физическими системами, реализующими q -биты, могут быть любые объекты, имеющие два квантовых состояния: поляризационные состояния фотонов, спиновые состояния ядер и др. Актуальной проблемой на сегодняшний день является организация управления отдельными q -битами и взаимодействия между ними, обеспечивая при этом достаточно большое время декогеренции [3]. В связи с этим интерес представляет исследование оптимизации процессов записи и преобразования информации в оптических эхо-процессорах для разработки логических элементов квантовых компьютеров. Носителем этой информации являются переходные динамические решетки населенностей и поляризаций резонансной среды, которые можно представить как пространственно-частотное распределение q -битов в пределах неоднородноуширенной линии резонансного перехода. В работе использован ранее развитый

теоретико-информационный метод исследования квантовых информационных процессов в резонансных средах с фазовой памятью на основе идей Шеннона и алгоритмической теории информации Колмогорова [1; 7—9].

Обработка и преобразование квантовой информации

Информация, полученная и обработанная в квантовых системах, в значительной степени отличается от классической информации. Количество передаваемой классической информации можно увеличить за счет квантового канала связи, безошибочно передающего любое квантовое состояние [3].

Рассмотрим схему записи и воспроизведения явления первичного фотонного эха (ПФЭ), заключающегося в генерируемом эхо-сигнале двухуровневой резонансной средой с фазовой памятью после двухимпульсного воздействия (Рис. 1). Формирование отклика фотонного эха происходит в два основных этапа: расфазирование осциллирующих дипольных моментов оптических центров и их последующее сфазирование, приводящее к возникновению макроскопической поляризации среды, наблюдаемой в виде когерентного отклика.

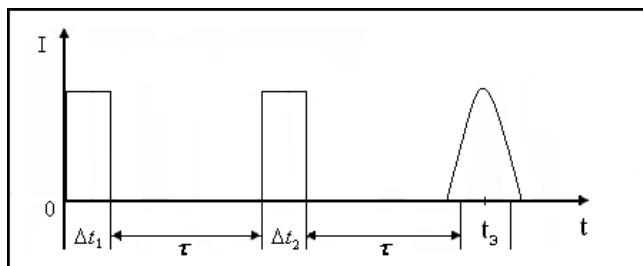


Рисунок 1. Генерирование эхо-сигнала двухуровневой резонансной средой с фазовой памятью после двухимпульсного воздействия в явлении первичного фотонного эха

Кодируемая информация может быть внесена как во временную форму, поляризацию возбуждающего импульса, так и в волновой фронт. В данной работе информация задается на прозрачном с различной кодировкой. Рассмотрим оптические переходные процессы на временах, близких к времени необратимой релаксации среды, при условии относительно большого неоднородного уширения оптических переходов $\sigma = 5 \text{ нс}^{-1}$, позволяющего реализовывать высокую скорость записи и считывания информации ($T_2^* = 0,2 \text{ нс}$,

$T_2 = 2нс$, $T_1 = 10нс$) [2; 7; 8]. Исследуем преобразование количества классической информации, заложенной в кодовый объектный лазерный импульс при его воздействии на систему двухуровневых атомов. Уравнение для одночастичной матрицы плотности запишем в виде

$$i\hbar \frac{\partial \rho}{\partial t} = [H, \rho], \quad (1)$$

где $H = H_0 + H_c + U + V$, H_0 и H_c — гамильтонианы атома и среды,

U — оператор их взаимодействия,

V — оператор взаимодействия атома с полем излучения.

Полагая, что до воздействия объектного импульса атом находился в основном состоянии, для матричных элементов матрицы плотности получим

$$\begin{aligned} \tilde{\rho}(n\hat{c}t) \approx & P_{11} \left(\cos^2 \frac{\Theta}{2} + \frac{\Delta^2}{\Theta'^2} \sin^2 \frac{\Theta}{2} \right) + P_{12} \left(-i \frac{a^*}{2\Theta'} \sin \Theta + \frac{a^* \Delta}{\Theta'^2} \sin^2 \frac{\Theta}{2} \right) \\ & + P_{21} \left(i \frac{a}{2\Theta'} \sin \Theta + \frac{a\Delta}{\Theta'^2} \sin^2 \frac{\Theta}{2} \right) + P_{22} \frac{|a|^2}{\Theta'^2} \sin^2 \frac{\Theta}{2}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $\Delta = \omega' - \Omega'$, $\Theta = \Theta' t$, $\Theta = \sqrt{\Delta^2 + d^2 E_0^2 \hbar^{-2} |\tilde{\varepsilon}|^2}$, $a = dE_0 \hbar^{-1} \tilde{\varepsilon} e^{i\tilde{k}\tilde{r}}$,

$$a^* = dE_0 \hbar^{-1} \tilde{\varepsilon}^* e^{i\tilde{k}\tilde{r}}. \quad (2)$$

После подачи возбуждающего импульса $B = P_{22} \hbar \Delta$:

$$e^{\pm i\hbar^{-1} B(t' - n\hat{c}t)} = P_{11} + P_{22} e^{\pm i\Delta(t' - n\hat{c}t)}, \quad (3)$$

$$\tilde{\rho}(t' - n\hat{c}t) = \left(P_{11} + P_{22} e^{-i\Delta(t' - n\hat{c}t)} \right) \tilde{\rho}(n\hat{c}t) \left(P_{11} + P_{22} e^{i\Delta(t' - n\hat{c}t)} \right). \quad (4)$$

Информация, заложенная в некоторой структуре, становится потенциальной (структурной). В резонансной среде носителем потенциальной информации являются переходные динамические решетки, описываемые матрицей плотности ρ , а именно амплитудно-фазовая структура матрицы плотности содержит в себе структурную информацию. Используя ранее развитый теоретико-информационный метод исследования квантовых информационных процессов

в резонансных средах и решения для матрицы плотности, при взаимодействии атома с отдельной Фурье — компонентой поля импульса с последующим усреднением по всем частотам, определим количество структурной информации $J_q(\omega', \Omega')$, приходящуюся на отдельную изохромату неоднородно уширенной линии резонансного перехода системы двухуровневых атомов как [7; 8]:

$$J_q = \int_{-\infty}^{\infty} g_1(\omega') d\omega' \int_{-\infty}^{\infty} g_2(\Omega') \log_2 \left(\frac{S'(t)}{S(t_0)} \right) (\omega', \Omega') d\Omega', \quad (5)$$

где: $g_1(\omega')$ — функция распределения по частотам Фурье — спектра объектного импульса, нормированная на импульс единичной площади,

$g_2(\Omega')$ — функция распределения по частотам неоднородноуширенной линии резонансного перехода,

$$S(t) = abs \left(\sum_{i \neq j} \rho_{ij}(t) \right) — \text{сумма матричных элементов } \rho_{ij} + \rho_{ji},$$

при $\hat{\rho}$ — эрмитов оператор, с матричными элементами $\rho_{ij} = \rho_{ji}^*$.

В случае реализации операции свертки двухимпульсного возбуждения среды с фазовой памятью, интерес представляет эффективность обработки и преобразования информации в квантовую информацию, в момент времени после подачи второго возбуждающего кодированного импульса (Рис. 2) от площадей возбуждающих импульсов.

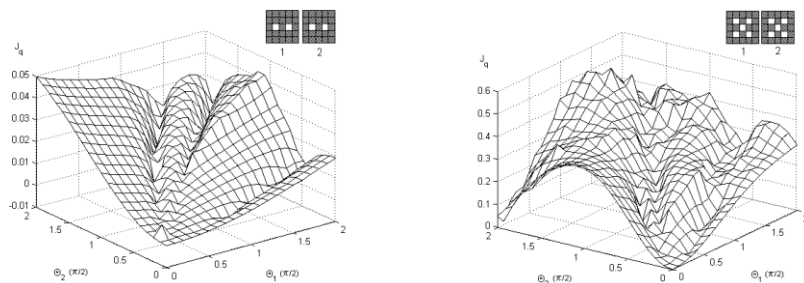


Рисунок 2. Зависимость информационной свертки от площадей первого объектного Θ_1 и второго референтного Θ_2 возбуждающих импульсов, с заданной кодировкой транспарантов

При воздействии второго кодированного импульса, резонансная система переходит в суперпозиционное состояние и наблюдается восстановление когерентности в системе. Путем подбора алгоритма кодирования информации (изображения транспаранта), закладываемой в волновой фронт лазерных импульсов, при двухимпульсном воздействии возможно управление информационной сверткой, что приводит к увеличению квантовой информации среды, уменьшению влияния шумов в квантовом канале связи и построению квантовых алгоритмов при выполнении логических элементов в эхо-процессорах.

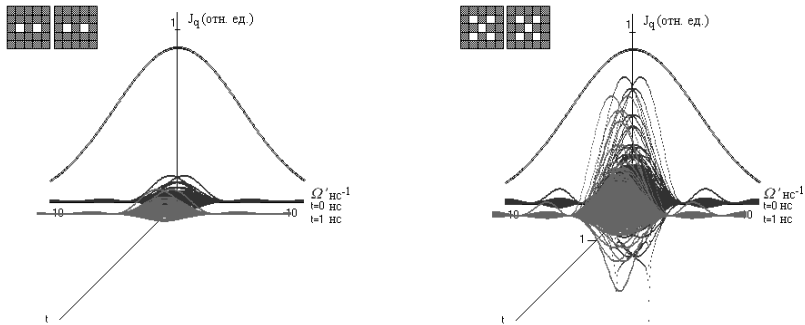


Рисунок 3. Временная эволюция распределения квантовых битов J_q информационной свертки в пределах неоднородноуширенной линии ($t = 0$ нс — момент времени после воздействия второго лазерного импульса с заданной кодировкой транспаранта)

На эффективность распределения квантовых битов информационной свертки кодированных импульсов в пределах неоднородного уширения (Рис. 3) оказывает влияние время поперечной обратимой релаксации T_2^* , что связано с восстановлением когерентности в системе. Путем подбора алгоритма кодирования информации (изображения), закладываемой в волновой фронт лазерных импульсов, при двухимпульсном воздействии возможно управление информационной сверткой, что приводит к увеличению квантовой информации среды, уменьшению влияния шумов в квантовом канале связи и построению квантовых алгоритмов при выполнении логических элементов в эхо-процессорах [8].

Список литературы:

1. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987.
2. Нefeldьев Л.А., Самарцев В.В. // ЖПС. — 1987. — № 47 (4). — p. 640.
3. Холeво А.С. // УМН. — 1998. — № 53 (6). — p. 193.
4. Kroll S., Tidlund P. // Appl. Optics. — 1993. — v. 32. — p. 7233.
5. Mitsunaga M., Yano R., Uesugi N. // Opt. Lett. — 1991. — № 16. — с. 1890.
6. Mossberg T.W. // Opt. Lett. — 1992. — № 17. — p. 535.
7. Nefed'ev L.A., Rusanova I.A. // Opt. Spektrosk. — 2001. — № 90. — p. 1000.
8. Rusanova I.A. // Quantum electronics. — 2013. — № 43 (7). — p. 651.
9. Shannon C.E. Works on Theory of Information and Cybernetics (Collected Works) Moscow, Inostrannaya Literatura, 1963.

СЕКЦИЯ 4.

БИОЛОГИЯ

4.1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ЛАВАНДЫ И УКРОПА ПРИ ХРАНЕНИИ

Богатюк Наталия Петровна

*научный сотрудник ГБУ Республики Крым
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
РФ, г. Симферополь
E-mail: isocrimea@gmail.ru*

Тимашева Лидия Алексеевна

*канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник,
заведующая лабораторией ГБУ Республики Крым
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
РФ, г. Симферополь
E-mail: isocrimea@gmail.ru*

Пехова Ольга Антоновна

*канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник ГБУ Республики Крым
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
РФ, г. Симферополь
E-mail: isocrimea@gmail.ru*

Данилова Ирина Львовна

*научный сотрудник ГБУ Республики Крым
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
РФ, г. Симферополь
E-mail: isocrimea@gmail.ru*

STABILIZATION OF QUALITY OF ESSENTIAL OILS OF LAVENDER AND DILL DURING STORAGE

Bogatyuk Natalia

*research Scientist, The state budget institution
of Republic Crimea "Research Institute for agriculture of Crimea",
Russia, Republic Crimea, Simferopol*

Timasheva Lidia

*master of Agriculture, Senior Research Scientist,
Head of Laboratory The state budget institution
of Republic Crimea "Research Institute for agriculture of Crimea",
Russia, Republic Crimea, Simferopol*

Pehova Olga

*master of Agriculture, Senior Research Scientist,
The state budget institution
of Republic Crimea "Research Institute for agriculture of Crimea",
Russia, Republic Crimea, Simferopol*

Danilova Irina

*research Scientist, The state budget institution
of Republic Crimea "Research Institute for agriculture of Crimea",
Russia, Republic Crimea, Simferopol*

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты лабораторных исследований по стабилизации качества эфирных масел лаванды и укропа в процессе хранения. Установлено, что эфирные масла лаванды и укропа могут храниться в течение 24 мес/ со дня получения при добавлении к ним антиоксидантов (стабилизаторов) природного происхождения. Для изучаемых эфирных масел мы установили оптимальные концентрации антиоксидантов: для лаванды — $P_{\text{л}} - 1,0 \%$ и $K_{\text{л}} 0,5 \%$, для укропа — $P_{\text{у}} 0,5 \%$.

ABSTRACT

The results of laboratory studies on the stabilization of quality essential oils of lavender and dill during storage. It was found that essential oils of lavender and fennel can be stored for 24 months from the date of receipt by the addition of antioxidants (stabilizers) of natural origin. For the studied essential oils, we establish the optimal concentration of antioxidants: for lavender — $P_1 - 1,0 \%$ and $0,5 \%$ C_1 for dill — $P_u 0,5 \%$.

Ключевые слова: антиоксидант (стабилизатор); эфирное масло лаванды; эфирное масло укропа; кислотное число; перекисное число, компонентный состав; хранение.

Keywords: antioxidant (stabilizer); essential oil lavender; essential oil of dill; acid value; peroxide value; component composition; storage.

Известно, что значительную часть составляющих компонентов эфирных масел представляют различные ненасыщенные соединения. При хранении эфирных масел эти соединения в первую очередь подвергаются автоокислительным превращениям. При этом происходит ухудшение органолептических показателей (запах, вкус, цвет), физико-химических (относительная плотность, показатель преломления, угол вращения, кислотное и перекисное числа), изменяется компонентный состав эфирных масел. Немецкий исследователь Людде К.Н. [10]. в своей работе по хранению масел считает, что при старении эфирных масел имеют место процессы конденсации, полимеризации и самоокисления. К такому же выводу пришли и ряд других авторов [9; 7]. Механизм процессов окисления объясняют перекисная теория Баха-Энглера и теория цепных реакций Семенова Н. [2, с. 102], согласно которым первичными продуктами окисления являются перекиси. По мере накопления перекисей последние создают начальные радикалы, зарождающие новые цепи, что и приводит к автоускорению процесса окисления. Многие отечественные и зарубежные ученые посвятили свои исследования стабилизации качества эфирных масел: пихтового, можжевельного, лимонного, апельсинового, гераниевого, шалфея мускатного и др. [5; 11; 12; 3]. В работах болгарских ученых [3] приводится целый ряд химических веществ, являющихся стабилизаторами качества различных эфирных масел. В настоящее время уделяется большое внимание антиоксидантам природного происхождения — растительным экстрактам [8; 6; 1].

Цель наших исследований — выявить способы хранения эфирных масел лавандового и укропного, при которых их качество оставалось бы стабильным.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на производственных образцах лавандового и укропного эфирных масел в 2012—2014 гг. Качество эфирных масел определяли по стандартизованным методикам [4].

Образцы масел были заложены на хранение по следующим вариантам:

1. Контроль (хранение без стабилизаторов, в нерегулируемых условиях окружающей среды);

2. Хранение — без добавления стабилизаторов :
 - 1) при постоянной пониженной температуре (8—10 °С);
 - 2) при постоянной минусовой температуре (минус 10 — минус 12 °С);
 - 3) без доступа воздуха;
 - 4) под вакуумом;
3. Хранение — с добавлением стабилизаторов:
 - 5) к образцу эфирного масла лаванды: Р_л 0,5 %; 1,0 % и 2,0 % ; К_л 0,5 %; 1,0 %; 2,0 % ;
 - 6) к образцу эфирного масла укропа: Р_у 0,5 %; 1,0 %; 2,0 % ; К_у 0,5 %; 1,0 %; 2,0 % .

Контроль и варианты опыта (3, 4, 5, 6) хранились в темноте, в нерегулируемых условиях окружающей среды (относительная влажность воздуха и температура).

Подбор антиоксидантов велся с учетом следующих требований:

- антиоксиданты должны быть природного происхождения;
- растворяться в эфирном масле
- не вносить постороннего запаха;
- не влиять на цвет;
- предохранять эфирное масло от окисления в течение двух лет.

Такие антиоксиданты были получены в лаборатории контроля качества сырья и продуктов его переработки ГБУ РК НИИСХК: для лавандового эфирного масла — Р_л, К_л; для укропного эфирного масла Р_у, К_у.

Р_л, Р_у — это резиноиды, т. е. экстракты, полученные с использованием этилового спирта из высушенных отходов переработки сырья лаванды (Р_л) и отходов переработки плодов укропа (Р_у).

К_л; К_у — это конкреты, т. е. экстракты, полученные с использованием гидрофобного органического растворителя (нефраса) из высушенных отходов переработки сырья лаванды (К_л) и отходов переработки плодов укропа (К_у).

Оптимальную концентрацию стабилизатора определили в ходе проведения эксперимента. Продолжительность хранения эфирных масел — 2 года.

Результаты и обсуждение. В процессе исследований по всем вариантам опыта получены данные о качестве и основных компонентах эфирного масла лаванды и укропа.

Анализ данных, полученных при исследовании лавандового масла за весь период хранения, позволяет сделать следующее заключение:

- наблюдается тенденция к повышению величины показателей: относительная плотность, показатель преломления, кислотное

и перекисное числа. Предположительно это связано с увеличением количества низкомолекулярных кислот.

- после двух лет хранения наблюдается снижение величин этих показателей по всем вариантам, кроме — «пониженная положительная температура», со стабилизатором Р_л 2,0 % и варианта «без доступа воздуха»;

- степень окисления эфирных масел определяют по величинам кислотного и перекисного чисел. Исследования показали, что в вариантах «без доступа воздуха», «под вакуумом» и со стабилизаторами Р_л 0,5 %; Р_л 1,0 %; К_л 0,5 %; К_л 1,0 %; К_л 2,0 % эфирное масло лаванды имеет кислотное и перекисное числа в 2—4 раза меньшее, чем в контроле. Однако, в вариантах со стабилизаторами Р_л 0,5 % и К_л 1,0 % кислотное число после 12 мес хранения было значительно выше, чем в контроле; в варианте К_л 2,0 % — цвет эфирного масла изменился (стал темным). В варианте «без доступа воздуха» — кислотное число увеличилось в 2 раза, а в варианте «под вакуумом» — эфирное масло стало не растворимым в 75 % в водно-спиртовом растворе и приобрело неприятный запах (жирная нота).

Таким образом, лучшими вариантами хранения лавандового эфирного масла, в которых показатели качества и массовая доля основных компонентов остались практически без изменения по отношению к качеству исходного масла, являются варианты со стабилизаторами Р_л 1,0 % и К_л 0,5 %. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Перспективные варианты хранения лавандового эфирного масла

Наименование показателя	Продолжительность хранения, мес.	Варианты опыта		
		Контроль	Стабилизаторы, %	
			Р _л 1,0	К _л 0,5
Относительная плотность при 20 °С	0	0,889		
	12	0,890	0,894	0,890
	24	0,920	0,892	0,886
Показатель преломления при 20 °С	0	1,4644		
	12	1,4654	1,4655	1,4654
	24	1,4667	1,4651	1,4634
Угол вращения при 20 °С, градус	0	-10,40		
	12	-10,10	-10,20	-9,70
	24	-8,90	-10,10	-10,10
Кислотное число, мг КОН/г	0	1,32		
	12	2,01	1,62	2,20
	24	5,44	1,67	1,38

Перекисное число, % J ₂	0	1,28		
	12	2,43	0,33	1,70
	24	4,37	0,59	1,10
Растворимость в 75% (V/V)этаноле при 20 °С	0	1:1,4		
	12	1:1,7	1:1,7	1:1,6
	24	1:1,1	1:1,4	1:1,2
Массовая доля линалацетата, %	0	36,32		
	12	35,43	43,10	35,84
	24	29,29	39,22	40,68
Массовая доля линалоола, %	0	28,00		
	12	27,79	29,82	30,94
	24	27,40	31,33	29,52

Для укропного эфирного масла по двум годам хранения полученные результаты позволяют констатировать следующее: близкие значения показателей качества к контролю получены по вариантам «под вакуумом» и со стабилизатором Р_у 0,5 %. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Перспективные варианты хранения укропного эфирного масла

Наименование показателя	Продолжительность хранения, мес	Варианты опыта		
		Контроль	Под вакуумом	Стабилизатор Р _у 0,5 %
Относительная плотность при 20 °С	0	0,904		
	12	0,929	0,907	0,906
	24	0,952	0,906	0,904
Показатель преломления при 20 °С	0	1,4854		
	12	1,4868	1,4853	1,4870
	24	1,4952	1,4853	1,4864
Угол вращения при 20 °С, градус	0	79,50		
	12	56,35	77,50	57,40
	24	44,20	75,80	68,80
Кислотное число, мг КОН/г	0	0,65		
	12	2,30	0,54	0,27
	24	9,70	0,70	0,84
Перекисное число, % J ₂	0	0,57		
	12	2,58	0,16	0,74
	24	10,65	0,51	0,62

Растворимость в 85 % (V/V) этаноле при 20 °С	0	1:0,7		
	12	1:0,5	1:0,6	1:0,6
	24	полная (в любом соотношении)	1:0,5	1:0,5
Массовая доля карвона, %	0	39,20		
	12	43,58	39,03	41,92
	24	48,72	44,20	43,85

Выводы.

1. Получены природные стабилизаторы, тормозящие автоокислительные процессы, происходящие в лавандовом и укропном эфирных маслах при их хранении в течение 24 месяцев.

2. Установлены оптимальные концентрации природных стабилизаторов для:

- лавандового эфирного масла — R_l 1,0 % и K_l 0,5 %;
- укропного эфирного масла — R_y 0,5 %.

3. Определено, что укропное эфирное масло можно хранить на протяжении 24 месяцев «под вакуумом» без существенных изменений его качества.

Список литературы:

1. Батура Н.Р., Толоч А.Я., Омелянчик Л.О. Оптимізація умов вилучення комплексів діючих речовин з трави чабрецю // Фармацевтичний журнал, — 1997. — № 1. — С. 103—106.
2. Беззубов А.П. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность, 1975. — 280 с.
3. Георгиев Е. и др. Справочник на специалиста от ароматичната и козметичната промишленост. София, Държавно издателство «Техника», 1989. — С. 622.
4. ГОСТ 14618.0-78 – ГОСТ 14618.12-78 Масла эфирные, вещества душистые и полупродукты их синтеза. Правила приемки и методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 1987. — 104 с.
5. Качмарек Ф Исследование стабилизации эфирных масел пихтового европейского (*Oleum Abietis*) и можжевелевого (*Oleum Juniperus*) при помощи некоторых антиокислителей // IV Международный конгресс по эфирным маслам. Тбилиси, — 1968. — Т. 1. — С. 141—147.
6. Короткова Е.И. Определение антиоксидантной активности экстрактов растительного сырья//Химико-фармацевтический журнал, — 2003. — Т. 37. — № 9. — С. 63—65.

7. Кочетков Е., Коновалова К., Терех Л. Характер изменений, происходящих в эфирных маслах при их хранении. // Тр. НИИ эфиромасличных и лекарственных растений. Симферополь, — 1992. — Т. XXIII. — С. 105—112.
8. Лапин А.А. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения // Химия растительного сырья, — 2007. — № 2. — С. 79—83.
9. Лукьянов И.А., Берестовая М.М. Изменение кориандрового эфирного масла при хранении // Тр. ВНИИЭМК. Симферополь, — 1973. — Т. 6. — С. 170—173.
10. Людде К.Н. Диэлектрическое и рефрактоденситометрическое поведение эфирных масел при старении // IV Международный конгресс по эфирным маслам. Тбилиси, — 1968. — Т. 1. — С. 205—210.
11. Осипова Е.Н., Вишневская А.А. Повышение устойчивости цитрусовых эфирных масел / Тр. ВНИИСНДВ. М.: — 1958. — Вып. 4. — С. 113—125.
12. Харебова Л.Г., Бухбиндер А.А. Исследования летучих соединений эфирномасличной герани методом капиллярной газожидкостной хроматографии / В кн. Субтропические культуры. Сухуми, — 1979. — № 1. — С. 78—88.

4.2. ГЕНЕТИКА

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛЛЕЛЕЙ ГЕНА БИОТРАНСФОРМАЦИИ КСЕНОБИОТИКОВ NQO1 ПРИ ВЫСОКИХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Абдульминева Залифа Булатовна
студент 5 курса БГПУ им. М. Акмуллы,
РФ, г. Уфа
E-mail: zalifa.abdulmineva@mail.ru

Воробьева Елена Владимировна
канд. биол. наук, доцент кафедры генетики БГПУ им. М. Акмуллы,
РФ, г. Уфа
E-mail: obg_bspu@mail.ru

ANALYSIS OF FEATURES OF INTERACTION ALLELES BIOTRANSFORMATION OF XENOBIOTICS NQO1 AT HIGH PHYSICAL EXERTION

Zalifa Abdulmineva
student of Bashkort State Pedagogical University,
Russia, Ufa

Elena Vorobieva
candidate of Biological Science, associate professor
of Bashkort State Pedagogical University,
Russia, Ufa

АННОТАЦИЯ

Целью исследования было молекулярно-генетическое исследование функционирования полиморфных вариантов гена биотрансформации ксенобиотиков (NQO1 (rs1800566, rs1131341)) при высоких физических нагрузках. Выборку составили 100 человек, профессио-

нально занимающиеся спортом и 100 человек, не имеющие высоких физических нагрузок.

ABSTRACT

The aim of the study was to molecular genetic study of functioning gene polymorphisms of biotransformation of xenobiotics (NQO1 (rs1800566, rs1131341)) at high physical exertion. The sample included 100 people who are professionally engaged in sports and 100 people who do not have high physical exertion.

Ключевые слова: спортсмены; биотрансформация ксенобиотиков; окислительный стресс.

Keywords: athletes; biotransformation of xenobiotics; oxidative stress.

Формирование, проявление и развитие физических качеств человека подчинено сложной цепи взаимодействия генетических факторов и внешнего влияния окружающей среды, которая в процессе многолетней спортивной подготовки включает тренировочные воздействия, соревновательные нагрузки и необходимые средства восстановления [1]. Постоянные интенсивные тренировки приводят к изменениям, обозначаемым как оксидативный стресс, являющийся проявлением интенсификации свободно-радикальных процессов, вследствие усиления образования активных форм кислорода [2; 4; 5].

Изучаемый нами ген NQO1 расположен на хромосоме 16q22 и кодирует цитозольный фермент НАДФ(Н)-хиноноксидоредуктазу. Функцией данного фермента является предотвращение образования свободных радикалов семихинона и активных кислородных молекул, защищая таким образом клетку от окислительного стресса [6]. В гене NQO1 установлено более 20 однонуклеотидных полиморфизмов, но наиболее распространенными и широко исследуемыми полиморфизмами являются нуклеотидные замены, приводящие к аминокислотным заменам Pro187Ser (*rs1800566*) и Arg139Trp (*rs1131341*) в экзонах 6 и 4 гена соответственно [3]. Аллель *C (*rs1131341*) характеризуется нормальной активностью фермента, *T — пониженная активность фермента; *C (*rs1800566*) также характеризуется нормальной активностью фермента, *T — потеря активности фермента.

Целью исследования явилось молекулярно-генетическое изучение полиморфных вариантов гена NQO1 при высоких физических нагрузках. Материалом исследования послужили образцы ДНК, выделенной из периферической крови. Всего было изучено 100 человек, профессионально занимающихся спортом и 100 человек

из контрольной группы. Распределение частот генотипов изучаемых полиморфизмов и его соответствие популяционному равновесию Харди-Вайнберга проводилось раздельно в группе спортсменов и в контрольной группе.

Таблица 1.

Распределение частот генотипов и аллелей полиморфного локуса *S609T* гена *NQO1* в контрольной группе и группе спортсменов

Генотипы и аллели	Спортсмены		Контроль		χ^2	P	OR(95 % CI)
	Абс.	Частота (%)	Абс.	Частота (%)			
<i>C/C</i>	20	20	32	32	0,0005	1,0005	0,96(0,36—2,59)
<i>C/T</i>	38	38	38	38	0,0359	0,8515	1,1(0,58—2,12)
<i>T/T</i>	42	42	30	30	0,0005	1,0005	1(0,49—2,05)
<i>Всего</i>	100		100				
<i>*C</i>	78	39	102	51	5,3439	0,0213	0,61(0,4—0,93)
<i>*T</i>	122	61	98	49			
<i>Всего</i>	200		200				

Таблица 2.

Распределение частот генотипов и аллелей полиморфного локуса *S465T* гена *NQO1* в контрольной группе и группе спортсменов

Генотипы и аллели	Спортсмены		Контроль		χ^2	P	OR(95 % CI)
	Абс.	Частота (%)	Абс.	Частота (%)			
<i>C/C</i>	41	41	55	32	0,3641	0,5466	1,29(0,65—2,55)
<i>C/T</i>	34	34	33	38	0,0064	0,9396	1,03(0,59—1,78)
<i>T/T</i>	25	25	12	30	0,0005	1,0005	1(0,34—2,96)
<i>Всего</i>	100		100				
<i>*C</i>	116	58	143	71,5	7,4048	0,0074	0,55(0,36—0,85)
<i>*T</i>	84	42	57	28,5			
<i>Всего</i>	200		200				

В контрольной группе выявлено достоверное повышение частоты встречаемости аллеля **C* по двум полиморфизмам. Данный аллель

характеризуется нормальной активностью фермента НАД(Ф)Н хиноноксидоредуктазы 1. Это приводит к уменьшению активных форм кислорода, образованных в следствии окислительного стресса, что благоприятно воздействует на организм. В исследуемой группе не выявлено повышение аллеля *T по двум полиморфизмам, что характеризуется пониженным действием фермента.

Список литературы:

1. Глотов А.С., Глотов О.С., Баранов В.С. Состояние и перспективы генетического тестирования в спорте. НИИАГ им.Отта СЗО РАМН, Санкт-Петербург, 2003.
2. Федин А.И. Оксидантный стресс и применение антиоксидантов в неврологии // Атмосфера. Нервные болезни. — 2002. — № 1. — С. 15—18.
3. Филлипенко М.Л., Лазарев А.Ф., Петрова В.Д. Отсутствие ассоциации между полиморфизмом NQO1 и раком молочной железы у популяции женщин Сибири. Российский биотерапевтический журнал, — 2007, — Том 6, — № 1.
4. Mastaloudis A. J.D. Morrow, D.W. Hopkins [et al.] //Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners / Free radical biology & medicine. — 2004. — Vol. 36. — № 10. — P. 1329—1341.
5. Subudhi A.W., K.A. Jacobs, T.A. Hagobian [et al.] Antioxidant supplementation does not attenuate oxidative stress at high altitude // Aviation, space, and environmental medicine. — 2004. — Vol. 75. — № 10. — P. 881—888.
6. Siegel D., Gustafson D.L., Dehn D.L., et al. NADP(H): Quinone oxidoreductase 1: role as a superoxide scavenger. Mol Pharmacol 2004;5: 1238—1247.

4.3. ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

СТРУКТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ *LINOSYRIS VILIOSA* (L.) DC. К УСЛОВИЯМ КАЛМЫКИИ

Дорджиева Виктория Ильинична

*канд. биол. наук, доцент
Калмыцкого Государственного университета,
РФ, г. Элиста
E-mail: botanika@kalmsu.ru*

Очирова Кеема Сергеевна

*канд. биол. наук, ассистент
Калмыцкого Государственного университета,
РФ, г. Элиста
E-mail: ochirov_sergey@list.ru*

Чимидова Елена Николаевна

*студент 6 курса Калмыцкого Государственного университета,
РФ, г. Элиста
E-mail: botanika@kalmsu.ru*

Аюшева Елена Чапаевна

*канд. биол. наук, ассистент
Калмыцкого Государственного университета,
РФ, г. Элиста
E-mail: botanika@kalmsu.ru*

STRUCTURAL ADJUSTMENT
***LINOSYRIS VILIOSA* (L.) DC. BY THE CONDITIONS**
OF KALMYKIA

Dordzhieva Victoria

*cand. biol. sciences, Associate Professor of the Kalmyk State university,
Russia, Elista*

Ochirova Keema

*cand. biol. sciences, Assistant Kalmyk State university,
Russia, Elista*

Chimidova Elena

*6th year student of the Kalmyk State university,
Russia, Elista*

Ayusheva Elena

*cand. biol. sciences, Assistant Kalmyk State university,
Russia, Elista*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено анатомическое строение мезофилла и покровных тканей листовой пластинки *Linomyris viliosa*. Выявлены адаптивные признаки листа *Linomyris viliosa* к произрастанию в засушливом климате.

ABSTRACT

Examined the anatomical structure of the mesophyll tissue and cover the leaf blade *Linomyris viliosa*. Revealed signs of adaptive sheet *Linomyris viliosa* to growing in an arid climate.

Ключевые слова: экологическая анатомия растений; листовая пластинка; эпидерма; аридный климат.

Keywords: ecological anatomy of plants; leaf blade; the epidermis; arid climate.

Во флоре Северо-Западного Кавказа и Предкавказья отмечают три близких по морфологии вида рода *Linomyris*. Это многолетние травы, не превышающие 40—50 см высотой, цветущие в августе-сентябре [1]. Грудница мохнатая отличается от двух близких видов не только в 2—3 раза меньшим числом цветков, но и структурой

листочков-обертки. Внутренние листочки линейно-тупые, а у Грудницы обыкновенной и Грудницы понтийской — линейные с шиловидной верхушкой. Видовое название растения — Грудница мохнатая, отчасти связано с наличием серовато-войлочных волосков, поэтому растение на ощупь сильно шероховатое. Грудница обыкновенная несет очень мелкие шипики — на ощупь оно слабошероховатое, внешне — почти голое [2].

В республике Калмыкия Грудница мохнатая встречается практически повсеместно. Флористический состав региона активно изучается, особое внимание уделяется экологическому аспекту — выявление адаптивной пластичности растительных тканей к аридному климату республики, пастбищной и ветровой дигрессии, повышенной токсичности почв [3; 4].

Цель данной работы: установить морфологическую структуру закончивших рост растений *Linosyris villosa* и анатомическое строение листьев средней формации.

Материал и методика. Материал был собран вначале октября 2012 г в Приютненском районе республики Калмыкия, вдоль дороги около озера Маныч. Анатомические срезы, рисунки, промеры клеток и тканей сделаны по общепринятой методике [5]. Растения в это время находились в фазе полного цветения и плодоношения.

Результаты и обсуждение. Ортротропные побеги отходят от подземных корневищ. Закончившие рост побеги достигают в среднем до 17,5 см, при размахе изменчивости от 12 до 25 см, на нем закладываются и развиваются до 18 листьев (от 12 до 23). Листья сидячие. В основании побега розетка чешуйчатых мелких листьев от 0,3 до 1,5 см длиной при ширине до 3—4 мм. По высоте побега развиваются до 6—7 наиболее развитых листьев с междуузлиями от 1,5 до 2,0 см (у листьев с 6-го по 9-й). Выше по стеблю междуузлия достигают длины до 1 см и меньше, а самые верхние листья, плавно уменьшаясь, ближе к корзинке становятся меньше 0,5 см. Наиболее развитые листья доходят до 3,7—4,0 см длины при ширине 0,5—0,6 см. В пазухах листьев средней формации закладываются пазушные почки, которые остаются короткими, длиной около 1,5—2,5 см вместе с корзинкой. На центральном побеге развивается до 5—6 корзинок, собранных в щиток, в пазушных побегах — от 1 до 3 (4) (Рис. 1, А).

Высота корзинки до 1,2 см, диаметр по обертке до 0,3 см. На ножке соцветия до 5—7 листьев, длиной 0,2—0,7 см. Листочки обертки чередуются до 5 рядов, самые наружные 2*2 мм, далее 4*2, 5*2, 6*2 мм. В листочках-обертки центральные жилки зеленые, края — бесцветные, перепончатые. Цветки в высоту доходят до 0,9—1,0 см.

Завязь длиной 0,2 см, трубка венчика — 0,5—0,6 см, отгиб венчика — около 0,2 см. Из трубки венчика выдвигается трубка пыльников. Венчик бледно-желтый, трубка пыльников — ярко-желтая. Между трубками пыльников выдвигается и разворачивается рыльце пестика. В корзинке Грудницы мохнатой 8—9 обоеполовых трубчатых цветков в одинаковой степени развития. К началу отцветания высота завязи доходит до 0,3 см. семянки с хохолком из простых волосков (Рис. 1, Б, В, Г).

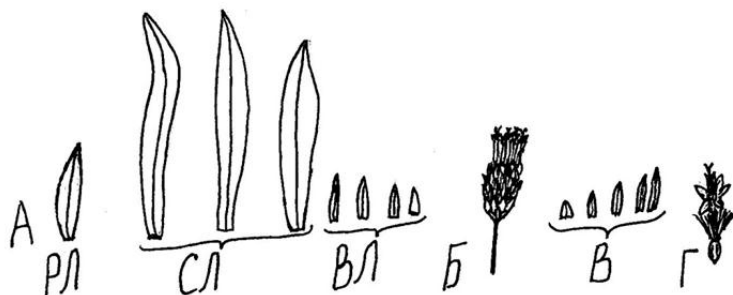


Рисунок 1. Морфология листьев, корзинки и цветка *Linosyris villosa*:

А — гетерофиллия по высоте побега, рл — нижние листья, сближенные в розетку, сл — листья средней формации, вл — листья верхней формации. Б — строение соцветия. В — листочки-обертки. Г — строение цветка

Толщина листовой пластинки от 200 до 260 мкм, мезофилла — от 180 до 230 мкм. Между проводящими пучками мезофилл из 6—7 слоев палисадных клеток; их длина колеблется от 22 до 38, ширина от 8 до 14 мкм. Палисадность нарушается в средних слоях по местам прохождения проводящих пучков (Рис. 2). Абаксиальная поверхность листовой пластинки несет неглубокие, но четко выраженные по длине листа, углубления. В углублениях собраны устьица и волоски в большей степени, чем на выпуклых участках. С адаксиальной стороны углубления четко не представлены. Даже в самых мелких проводящих пучках (20*10 мкм), которые по площади не превышают площадь одной столбчатой клетки, можно отметить несколько сосудов и клеток лубяной склеренхимы. С одной стороны это свидетельствует о том, что лист уже полностью закончил рост, а с другой — отражает не достаточно благоприятные условия среды, в которых лист развивался. Все слои мезофилла состоят из клеток, довольно плотно

прилегающих друг к другу. Воздухоносная полость остается в субэпидермальных слоях клеток по местам расположения устьиц. Многослойность, плотное расположение клеток мезофилла, их палисадность — отражает адаптацию листьев к водному дефициту и к произрастанию на освещенных местах.

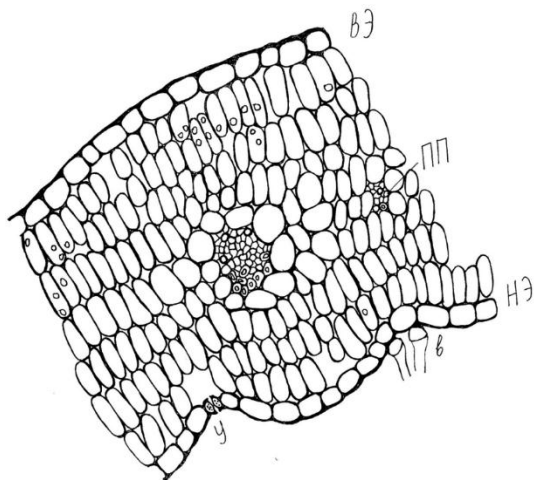


Рисунок 2. Анатомическое строение листовой пластинки *Linosyris viliosa* средней формации: вэ — верхняя эпидерма, нэ — нижняя эпидерма, пп — проводящий пучок, у — устьица, в — волоски

Лист амфистоматный. Покровные клетки 5—7 угольной формы с прямыми стенками. Простых волосков с адаксиальной стороны листа гораздо больше, чем с абаксиальной. В основании волосков на эпидерме остаются округлые клетки, резко отличающиеся от покровных клеток. Округлое основание волоска на нижней эпидерме окружено 10—12, а на верхней 7—9 радиально расходящимися клетками слегка прозенхимной формы. Остальные клетки эпидермы паренхимной формы. Как правило, чем больше клеток окружает основание волоска, тем крупнее сам волосок. Волоски на нижней эпидерме крупные, их число не единицу площади ниже, по сравнению с волосками верхней эпидермы (Рис. 3).

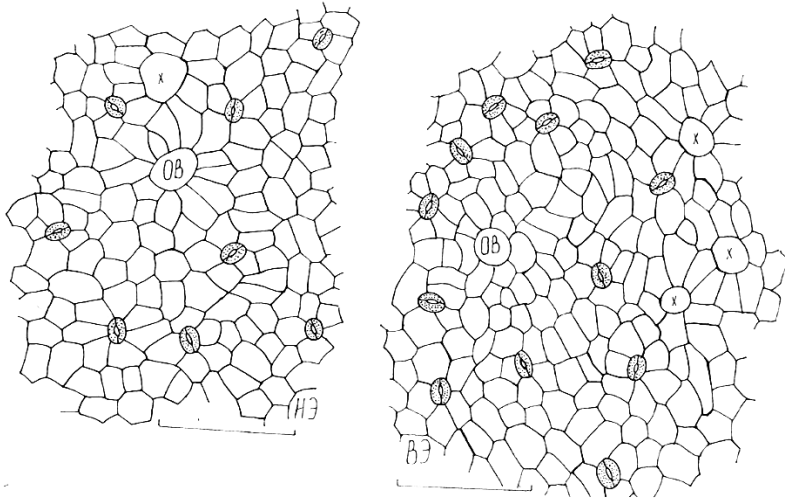


Рисунок 3. Структура эпидермы *Linosyris villosa*: нэ — нижняя эпидерма, вэ — верхняя эпидерма, ов — основание волоска

На 1 мм^2 верхней эпидермы в среднем приходится до 150, на нижней — до 200 устьиц. Параметры устьиц на обеих эпидермах одинаковые: $20 \times 14 \text{ мкм}$. Устьица аномоцитные, каждое окружено 4—7 околоустьичными клетками, но чаще их число 5—6. Устьица расположены беспорядочно, устьичные щели направлены в разные стороны. Покровные клетки эпидерм 5—7 угольные по форме с прямыми стенками и плотно прилегают друг к другу. Клетки мелкие, на 1 мм^2 верхней эпидермы приходится до 2850 клеток, на нижней — 2550 клеток. По параметрам клетки примерно одинаковые: длина — 19—34 мкм, ширина — 18—22 мкм.

Заключение. Ортотропный побег *Linosyris villosa* в условиях Калмыкии достигает в среднем до 17,5 см и на нем закладывается до 18 листьев. Наиболее развитые листья средней формации достигают в длину до 4 см при ширине 0,5—0,6 см. Верхушечный и пазушный побеги заканчиваются корзинкой или щитком из нескольких корзиночек. Корзинки диаметром до 0,3 см и до 1,2 см высотой. Обертка осотавлена из 5 рядов черепитчато-расположенных листочков с бесцветными, перепончатыми краями. Общеложье голое. В корзинке 8—9 обоеполых трубчатых цветков с желтым венчиком. Семянки с хохолком.

Толщина листовой пластинки от 300 до 260 мкм, толщина мезофилла от 180 до 230 мкм. Между пучками мезофилл состоит

из 6—7 слоев палисадных клеток с параметрами 22—38 мкм длиной и 8—14 мкм. Абаксиальная поверхность листа несет неглубокие борозды, в которых собраны устьица и простые волоски. Лист амфистоматный. Устьица аномоцитные, размерами 20*14 мкм. На 1 мм² верхней эпидермы приходится в среднем до 150 устьиц и около 2850 покровных клеток. На 1 мм² верхней эпидермы волосков больше, чем на нижней.

Плотное расположение клеток мезофилла, их палисадность, ранняя дифференцировка проводящих пучков, мелкие, достаточно многочисленные устьица, длинные простые волоски, бороздки на абаксиальной поверхности, где собраны большая часть устьиц и волосков — демонстрирует адаптацию листа к хорошо освещенным открытым местам, высоким температурам и дефициту влаги.

Список литературы:

1. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. — 614 с.
2. Жизнь растений. Под ред. А.Л. Тахтаджяна. М.: Просвещение, 1981. — 590 с.
3. Ларионов М.В. Биоаккумуляция некоторых токсикантов в зависимости от мощности техногенного фактора // Актуальные вопросы науки. — 2014. — № 12. — С. 10—12.
4. Окаева К.П., Дорджиева В.И., Очирова К.С. Анатомия листа лекарственных растений Asteraceae L. флоры Калмыкии. Естественные науки. — 2013. — № 4. — С. 031—041.
5. Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н., Кочемарова И.П. Практикум по анатомии растений. М.: Высшая школа, 1979. — 224 с.

4.4. ФИЗИОЛОГИЯ

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ИНДИВИДОВ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ КАЧЕСТВА МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дорджиева Дельгер Басанговна

*канд. биол. наук, доцент Калмыцкого государственного университета,
РФ, г. Элиста*

Пантина Евгения Евгеньевна

*магистрант 2 курса Калмыцкого государственного университета,
РФ, г. Элиста
E-mail: vegenia85@mail.ru*

BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE BRAIN OF INDIVIDUALS WITH DIFFERENT LEVEL OF QUALITY OF COGITATIVE ACTIVITY

Delgr Dordzhieva

*candidate of Biology, assistant professor of Kalmyk state university,
Russia, Elista*

Evgenia Pantina

*undergraduate 2 courses of Kalmyk state university,
Russia, Elista*

АННОТАЦИЯ

Целью исследования было изучение биоэлектрической активности головного мозга индивидов с различным уровнем мыслительной деятельности. Было проведено электроэнцефалографическое исследование и измерение уровня качества мыслительной деятельности у учащихся старших классов. Исследование показало, что у детей с высоким качеством мыслительной деятельности при решении

пространственного теста «Равена» мощность ритмов была более высокой, чем у испытуемых с низким КМД, при этом отмечается преобладание дельта и бета-ритмов в лобных и затылочных областях головного мозга.

ABSTRACT

Studying of bioelectric activity of a brain of individuals with various level of cogitative activity was a research objective. Elektroentsefalografichesky research and measurement of a level of quality of cogitative activity at the studying senior classes was taken. Research showed that at children with high quality of cogitative activity at the solution of the spatial Ravenna test the power of rhythms was higher, than at examinees with low QCA, thus prevalence the delta and beta rhythms in frontal and occipital areas of a brain is noted.

Ключевые слова: электроэнцефалография; качество мыслительной деятельности.

Keywords: electroencephalography; quality of cogitative activity.

Проблема связи между умственной деятельностью и биоэлектрической активностью мозга давно уже находится в центре внимания многих экспериментальных электрофизиологических исследований.

Известно, что реализация психических процессов, таких как мышление, требует сложного взаимодействия во времени корковых и подкорковых центров, осуществляемого главным образом за счет быстрой согласованной передачи импульсных потоков от одного пункта мозга к другому. В решении данной проблемы особое место отводится электрофизиологическому методу. Развитие этого метода открыло совершенно новые возможности проникновения в физиологические механизмы, которые лежат в основе сложных психологических процессов и раньше не были доступны научному анализу. Успех в открытии таких возможностей принадлежит регистрации биотоков головного мозга — электроэнцефалографии.

По мнению разных авторов [5; 7; 11] электроэнцефалография является одним из самых распространенных физиологических приемов оценки функционального состояния мозга. Это обеспечивается благодаря хорошей информативности количественных характеристик кривой электрической активности головного мозга.

В нашей работе исследовалась биоэлектрическая активность головного мозга учащихся 10—11 классов школ г. Элиста с разным уровнем мыслительной деятельности. У всех испытуемых ЭЭГ

регистрировалось в состоянии бодрствования с открытыми и закрытыми глазами и при решении пространственного теста.

Регистрация биоэлектрической активности головного мозга осуществлялась с помощью электроэнцефалографа «Энцефалан-131-01». В качестве пространственного теста использовались задания теста Равена (детский вариант, состоящий из трех серий заданий). Использование именно этого теста обусловлено тем, что по мнению ряда авторов [8; 11] образное мышление играет ведущую роль в процессах познавательной деятельности, а зрительно-моторная координация является важнейшей функцией, на которую опирается развитие познавательных и изобразительных навыков.

Качество мыслительной деятельности определялось по числу правильных ответов. Поэтому испытуемые были поделены на две группы: с низким и высоким качеством мыслительной деятельности (КМД). Статистический анализ осуществлялся с помощью F-критерия в программе Excel 2007.

В исследовании приняло участие 34 человека: 17 мальчиков, из них 9 человек имели низкое, а 8 — высокое КМД, и 17 девочек, из которых 8 испытуемых обладали низким и 9 — высоким КМД.

При регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у испытуемых в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами мощность основных ритмов преобладала у детей, имеющих высокое качество мыслительной деятельности, и особенно у девочек. Спектральный анализ ЭЭГ у всех испытуемых показал преобладание дельта-ритма в лобных, альфа-ритма в затылочных и тета-ритма в височных отведениях у девочек и лобных областях головного мозга у мальчиков. В данном состоянии наименьшую мощность имели бета-1 и бета-2-ритмы, но при этом у мальчиков обеих групп мощность была выше, чем у девочек.

В состоянии спокойного бодрствования после того, как испытуемые открывали глаза, наблюдалось резкое снижение мощности ритмов, но при этом дельта-ритм был более выражен также в лобных областях. Альфа-ритм имел более высокие показатели в затылочных и теменных отведениях. У девочек с высоким КМД в лобных и центральных отведениях левого полушария наблюдалось преобладание бета-ритма над альфа-волнами. Самая низкая мощность бета-ритмов была у мальчиков с низким КМД.

Активная мыслительная деятельность при решении пространственного теста Равена способствовала резкому повышению бета-ритмов, особенно у девочек с высоким КМД в затылочных и лобных областях. Мальчики с низким КМД имели самые низкие показатели

этих ритмов. Дельта-ритм также преобладал в лобных областях, но более мощно был выражен в группе испытуемых с высоким КМД. Мощность тета-ритма по сравнению с состоянием спокойного бодрствования была выше в лобных и центральных областях.

Исходя из полученных результатов, можно заключить, что изменение общей картины в ритмах ЭЭГ обследуемых испытуемых при мыслительной деятельности соответствует данным, имеющимся в литературе.

Многие исследователи [1; 10; 9; 10] отмечают, что при переходе от спокойного состояния к активному бодрствованию мощность альфа-ритма снижается. В нашем исследовании это характерно было для испытуемых всех групп. Наиболее заметные изменения наблюдались в затылочных отведениях. Но необходимо отметить, что у девочек с высоким КМД мощность альфа-ритма была выше по сравнению со всеми испытуемыми. Это, возможно, свидетельствует о том, они были более расслаблены и не реагировали на внешние раздражители.

Так как природа изменения дельта-активности до настоящего времени окончательно не изучена, то согласно традиционным взглядам, сложная мыслительная деятельность сопровождается возникновением диффузного дельта-ритма, увеличением его мощности [2]. В нашем исследовании дельта-ритм как у испытуемых с низким, так и с высоким уровнем КМД преобладал, как в состоянии покоя, так и при мыслительной деятельности. Но при решении теста «Равен» наблюдалось небольшое снижение активности этого ритма. Это указывает на определенное снижение уровня функциональной активности мозга [45].

Анализ полученных нами результатов показал, что в состоянии покоя бета-ритмы имели самые низкие значения мощности в двух группах испытуемых, но при мыслительной деятельности эти ритмы были более выражены. Увеличение мощности бета-частот в ЭЭГ лобных областей связывают с участием последних в регуляции уровня бодрствования и внимания [4], анализе зрительной информации и процессах «невербальной категоризации» [3], реакциях на новые стимулы [6]. Повышение мощности бета-частот у испытуемых с низким уровнем КМД указывает на то, что у них существенно менее выражена активация неокортикальных структур, ответственных в том числе, за реализацию зрительно-пространственных преобразований, логическое сравнение признаков пространственных объектов.

Тета-ритм при решении сложного пространственного теста «Равен» повышал свою мощность. Экспериментально было доказано,

что тета-ритм является ритмом лимбических структур, вовлеченных в эмоциональное реагирование [3], а генератором его активности являются структуры гиппокампа [9]. П.К. Анохин полагал, что увеличение в ЭЭГ тета-ритма может являться признаком готовности испытуемого к выполнению деятельности, отражать рабочее напряжение [1].

Список литературы:

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М. Медицина, 1968. — 543 с.
2. Галкина Н.С. Электроэнцефалограмма детей в норме и при патологии М. Медицина, 1973. — С. 285.
3. Гусельников В.И. Электрофизиология головного мозга М. Просвещение, 1976. — 358 с.
4. Данько С.Г. Электроэнцефалографические корреляты состояний мозга при вербальном обучении // Физиология человека. — 2005. — Т. 31. — № 5. — С. 15—20.
5. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография: с элементами эпилептологии. Таганрог: ТРТУ. 1996. — 358 с.
6. Кротин Ю.Г. Техника и методика электроэнцефалографии. Л. Наука. 1971. — 1936 с.
7. Ливанов М.Н. Пространственная организация процессов головного мозга. М. Наука, 1972. — 182 с.
8. Лови О.В. Руководство по использованию зрительно-моторного гештальт-теста Бендер М. Когнито-центр, 1996. — 40 с.
9. Лытаев С.А. Негативные компоненты зрительных вызванных потенциалов в механизмах классификации неполных изображений // Журн. высшей нервной деятельности. — 1993. — Т. 43. — № 5. — С. 851—859.
10. Николаев А.Р. Спектральные перестройки ЭЭГ и организация корковых связей при пространственном и вербальном мышлении // Журн. высшей нервной деятельности. — 1996. — Т. 46. — № 5. — С. 831—847.
11. Разумникова О.М. Частотно-пространственная организация активности коры мозга при конвергентном и дивергентном мышлении в зависимости от фактора пола // Физиология человека. — 2005. — Т. 31. — № 3. — С. 39—49.
12. Steriade M. Basic. Mechanismas of cerebral rhythmic activities // EEG and Clin Neurophysiol. — 1990. — V. 76. — № 6. — P. 481—489.

4.5. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

НЕКОТОРЫЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ВИРГИНСКОГО В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ОШ

Абсатаров Равшанбек Ракманалиевич

старший преподаватель кафедры «Экологии и туризма»

Ошского гуманитарно-педагогического института,

Киргизия, г. Ош

E-mail: rrr_51@mail.ru

SOME FEATURES MORPHOFUNCTIONAL JUNIPERUS VIRGINYANA IN THE URBAN ENVIRONMENT CITY OSH

Absatarov Ravshanbek

senior lecturer in "Environment and Tourism"

Osh Humanitarian Pedagogical Institute in Osh,

Kyrgyzstan, Osh

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены вопросы увеличения выбросов автотранспорта и их влияния на уличные посадки *Juniperus virginiana* L. Для оценки влияния факторов городской среды на посадки можжевельника виргинского, произрастающего на территории г. Ош, использовалась шкала, разработанная А.О. Герасимовым.

ABSTRACT

This article describes how to increase vehicle emissions and their impact on the street planting *Juniperus virginiana* L. To assess the influence of factors of the urban environment on the landing Virginian juniper, which grows in the city of Osh, use a scale developed by A.O. Gerasimov.

Ключевые слова: автотранспорт; городская растительность; *Juniperus virginiana* L.

Keywords: transport; urban vegetation; *Juniperus virginiana* L.

Введение

В городе Ош год за годом возрастает загрязнение атмосферы. Город Ош расположен в юго-восточной части Ферганской впадины. Ош — второй по величине городов Кыргызстана. Его территория составляет 182,5 км². По состоянию на 1 января 2012 г. население города составляло 516 тыс. 200 чел. Городской администрации, помимо собственно города Ош, подчинены 11 пригородных сёл общим населением 255,6 тысяч жителей. Население города с пригородами оценивается в более чем 500000 жителей.

На протяжении многих лет проблема отработанных газов от автотранспорта выходит на одно из первых мест. Вклад автотранспорта в уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Ош составляет 80 %. Основные компоненты, выбрасываемые в атмосферу при сжигании различных видов топлива в двигателях всех видов: оксид углерода, оксиды серы, азота, соединения свинца, сажа, углеводороды, в том числе канцерогенный бензапирен C₂₀H₁₂, несгоревшие частицы топлива и т. п. Около 70 % свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью, попадает в атмосферу с отработанными газами, из них 30 % оседает на земле сразу, а 40 % остается в атмосфере. Данные соединения оказывают негативное влияние на развитие и метаболизм разных групп организмов, в том числе и на можжевельник виргинский. Особенно сильно страдают хвойные породы от кислых газов: засыхают верхушки деревьев, ослабляется рост стволов в толщину, уменьшается длина и увеличивается число хвоинок на побеге, быстрее опадает хвоя [4].

Объект и методика исследования

Объект нашего исследования — можжевельник виргинский — принадлежит к роду можжевельники, семейству Кипарисовые [*Cupressaceae*], порядку Хвойные [*Pinales* или *Coniferales*], подклассу Хвойные [*Pinidae*], классу Хвойные [*Pinopsida*], отделу Голосеменные [*Gymnospermae*]. Можжевельник виргинский – вечнозеленое хвойное растение, в естественных условиях произрастающее в Северной Америке, от Канады до штата Флорида. Встречается в разнообразных ландшафтных зонах: на склонах гор, на скалах, на океанском побережье и речных террасах. В культуре можжевельник виргинский используется более трехсот лет. Это популярный материал для городского озеленения: парков, скверов и лесопарков. Ценится специалистами за свою декоративность и выносливость в городских условиях.

Целью данной работы является изучение влияния автомобильного транспорта на состояние уличных посадок можжевельника виргинского в г. Ош. Большая часть автопарка города представлена

легковыми автомобилями — 75 %, грузовые автомобили составляют 20 %, автобусы — 5 %. Количество легковых автомобилей с каждым годом увеличивается.

Исследования проводились на улицах Дом-Быта, Исанова и Ленина. Определялась интенсивность движения (маш/час), измерялось расстояние от края проезжей части до посадок можжевельника виргинского (рисунок № 1). Определены морфометрические показатели различных жизненных состояний *Juniperus virginiana* в городе Ош.

Для оценки влияния факторов городской среды на посадки можжевельника виргинской, произрастающей на территории г. Ош, использовалась, шкала, разработанная А.О. Герасимовым [2]. Она объединяет основные негативные факторы, воздействующие на древесные растения (выбросы автомобилей, загрязнение выбросами стационарных предприятий, степень важности магистрали и состояние напочвенного покрова)

Результаты и их обсуждение.



Рисунок 1. Интенсивность движения автотранспорта основных улиц города Ош

Суммарная оценка загруженности улиц автотранспортом согласно ГОСТу 17.2.2.0377, в микрорайоне Дом-Быта: загруженность высокая, в улице Ленина около музыкального училища загруженность средняя, а в улице Исанова интенсивность движения автотранспортом более низкая.

Исходя из этого, особое значение мы обратили на рядовые посадки *Juniperus virginiana* около моста микрорайона Дом-Быта. Морфометрические показатели *Juniperus virginiana* L на улице с высокой загруженностью автотранспортом демонстрируют замедление роста в высоту.

Таблица 1.

Морфометрические показатели	Класс жизненности								
	Здоровое дерево			Угнетенное дерево			Сильно угнетенное дерево		
	ул. Ленина	ул. Исаева	ул. Домбыга	ул. Ленина	ул. Исаева	ул. Домбыга	ул. Ленина	ул. Исаева	ул. Домбыга
Возраст	10	15	20	10	15	20	-	-	-
Высота, м	1,8	4,52	3,2	3,62	3,8	2,5	-	-	-
Диаметр ствола, см на высоте 1,3 м	8	10	12	5	8	4,5	-	-	-
Число хвоинок на 10 см побега	100,0± 4,6	100,0± 4,6	105,0± 5,0	115,0± 4,0	115,0± 4,0	125,0± 3,0	-	-	-

Для *Juniperus virginiana* L, нами были выделены следующие группы посадок:

1. Посадки находятся более чем в 8 метрах от автодорог городского значения, стационарных источников выбросов вблизи нет (территория ОшТУ);
2. Посадки находятся в 4 метрах от дорог городского значения (ул. Ленина);
3. Посадки находятся на расстоянии менее 2 метров от автомобильных дорог городского значения (около моста микрорайона Домбыга), имеется повышенный поток автотранспорта.

Анализ атмосферного воздуха в исследованных районах показал, что в районе повышенного потока автотранспорта в воздухе отмечено превышение ПДК для растений по выбросам пыли, диоксида серы и оксида азота. Первая группа насаждений исследовалась в районах с наиболее благоприятными условиями, то есть качество атмосферного воздуха здесь соответствовало нормативам. Согласно литературным данным вышеуказанные факторы могут быть основными причинами дифференциации растений в городской среде на классы жизненности [2; 3]. Однако при оценке насаждений с помощью индекса жизненного состояния древостоев [1] оказалось, что посадки *Juniperus virginiana* L на территории г. Ош характеризовались преимущественно как здоровые — 75 % и поврежденные — 25 %; сильно поврежденных, разрушенных и полностью деградированных древостоев не обнаружено.

Среди исследованных нами насаждений *Juniperus virginiana* L в г. Ош лишь около 7 % деревьев было отнесено к группе сильно угнетенных растений (III класс жизнестойкости). Данные особи произрастали на ул. Ленина около Музучилища. По-видимому, на эти растения из факторов городской среды максимальное воздействие, оказали рекреационные воздействия, которые привели к значительным нарушениям почвенного покрова в подкороновом пространстве и механическим повреждениям растений. Более 20 % особей *Juniperus virginiana* L находилось в состоянии угнетения (II класс жизнестойкости), они произрастали преимущественно в тех же районах, что и сильно угнетенные деревья.

Выводы

Установлено, что рядовые посадки, представленные *Juniperus virginiana* L, имели качественно лучшее санитарное и декоративное состояние, которое доказывает, что можжевельник виргинский является устойчивым растением урбанизированной среды. Рекомендуется постепенная замена уличных посадок на *Juniperus virginiana* L, более долговечные и устойчивые к факторам городской среды виды.

При подборе видового состава рядовых посадок автодорог города следует учитывать особенности строения кроны и характеристики для эффективного снижения уровня запыленности и загазованности как *Juniperus virginiana* L.

Список литературы:

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. — 1989. — № 4. — С. 51—57.
2. Герасимов А.О. Устойчивость хвойных пород в уличных посадках Санкт-Петербурга: дис...к.б.н. / А.О. Герасимов. СПб, 2003. — 181 с.
3. Журкова Н.В. Биомониторинг состояния древесных пород в условиях большого города: автореф. дис...к.б.н. М.: 2002. — 25 с.
4. Ярославцев Г.Д. Пылезащитные свойства некоторых древесных пород [Текст] / Г.Д. Ярославцев. Изв. АН ТССР. — 1954. — № 5. — С. 40—51.

**КСЕНОБИОТИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ
ЗАГОРОДНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ
В МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНАХ
НА ЗАПАДЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ларионов Николай Викторович

*канд. биол. наук, учитель МОУ СОШ села Барки Балашовского района,
РФ, г. Балашов*

Ларионов Максим Викторович

*д-р биол. наук, профессор кафедры биологии и экологии
Балашовского института (филиала) Саратовского государственного
университета имени Н.Г. Чернышевского,
РФ, г. Балашов
E-mail: m.larionow2014@yandex.ru*

**XENOBIOTIC CONTAMINATION RUSTIC
RECREATIONAL FACILITIES IN THE MUNICIPAL
DISTRICTS IN THE WEST OF SARATOV REGION**

Nikolay Larionov

*cand. of biological Sciences,
teacher of school of the village Barki Balashov district,
Russia, Balashov*

Maxim Larionov

*doctor of biological Sciences, professor of the Department of biology
and ecology Balashov Institute (branch)
of Saratov state University named after N.G. Chernyshevsky,
Russia, Balashov*

АННОТАЦИЯ

Рекреационное природопользование в западных муниципальных районах Саратовского региона является с медико-биологических и социально-экологических позиций необходимой для населения сферой занятий и благоприятствует проявлению отрицательных геоэкологических процессов — от преобразования ландшафтов до постоянного поступления в окружающую среду поллютантов.

Опасность для рекреационных зон Аркадак и Ртищево представляют нефтепродукты. Их концентрации превышают контрольные значения. Отмечен тренд концентраций нефтепродуктов в почвах рекреационных объектов восходящего типа.

ABSTRACT

Recreational use of natural resources in Western municipal districts of the Saratov region is with medico-biological and socio-environmental positions needed by the people in the field of practice and favors the manifestation of negative geocological processes — from the conversion of landscapes to a continuous release into the environment of pollutants. Danger to recreational areas Arkadak and Rtishchevo are petroleum products. Their concentrations exceed the reference values. The observed trend of concentrations of petroleum products in soils of recreational facilities is rising type.

Ключевые слова: рекреационное природопользование; антропогенная нагрузка; загрязнение почв; состояние рекреационных объектов.

Keywords: recreational use of natural resources; anthropogenic load; soil pollution; the condition of recreation facilities.

Широкий круг экологических проблем, актуальных для территории Саратовской области, связан с отрицательными проявлениями для окружающей среды процесса урбанизации и сопутствующих явлений техногенного характера [1—3; 8—10; 15; 18; 19], что в итоге сказывается на состоянии живых организмов и на здоровье проживающих в урбанизированных районах людей [1; 4—7; 11—17; 22—24; 27; 28]. При этом важно иметь достоверную информацию об экологическом состоянии почвенной среды, так как в ней депонируются многие химические вещества, в числе которых и продукты техногенных выбросов и отходов, которые затем по-разному перераспределяются в пространстве, во-первых, по почвенным горизонтам, во-вторых, являются источником опасности для почвенных и наземных организмов, а, в-третьих, представлять один из ведущих факторов снижения экологической устойчивости как отдельных биоценозов, так и сформированных экосистем в комплексе.

Западные (правобережные) районы Саратовской области характеризуются уникальными природно-географическими условиями. Климат в Правобережье области умеренно-континентальный, с относительным дефицитом дождей в весенне-летний период, что значительно лимитирует вегетацию растений. Равнинный характер

рельефа обуславливает практически свободное проникновение воздушных масс. Летом случаются засухи и суховеи. Тем не менее, погодно-климатические факторы существенно мягче по сравнению с остальной частью региона, особенно в сравнении с заволжскими районами [1]. Это дает возможность эффективно заниматься сельскохозяйственным производством, что, в общем, и характеризует область как регион с яркой аграрной направленностью в социально-экономическом производстве. В правобережной части Саратовской области сформированы зональные степные фитоценозы. Лесные массивы, расположенные вдоль речных русел (пойменные леса), являются аazonальными компонентами. В советские годы активно создавались искусственные насаждения из хвойных (представлены культурами сосны обыкновенной) и лиственных пород вокруг городов, объектов техносферы, в сельской местности. Большое внимание тогда уделялось созданию лесополос вдоль железнодорожных и автодорожных насыпей, а также создавались водоохранные, полезащитные насаждения и посадки древесных растений и кустарников других целевых категорий.

Население сел и загородных территорий в правобережных административных районах занято преимущественно в сфере растениеводства, животноводства, торговли, транспортной отрасли и в меньшей степени на производстве и лесохозяйственной отрасли. Популярным среди населения остается возделывание приусадебных участков, выращивание домашнего скота и домашней птицы. Сенокосная и пастбищная дигрессия природных фитоценозов проявляется все отчетливее. В советский период создавались специальные рекреационные зоны для удовлетворения разнообразных нужд населения. Для проведения интересного досуга и отдыха жителей на природе, занятий физической культурой и спортом, историко-культурного краеведения, а также для улучшения самочувствия и успешного оздоровления местного населения организовывались и соответствующим образом оснащались различные рекреационные объекты. В наше время рекреационная деятельность развивается, особенно в районе расположения водоемов (рек, стариц, прудов), загородных дачных участков и огородов, пригородных лесов, посадок, заливных лугов. К этим «популярным» рекреационным объектам налажено транспортное сообщение. При этом транспортные потоки становятся более интенсивными, что связано с рядом объективных причин и в том числе с неуклонным ростом частного транспорта. Таким образом, антропогенная нагрузка связана с характером природопользования на приведенных территориях [21].

Отдельного рассмотрения заслуживает проблема химического воздействия на рекреационные объекты, проявляющаяся в загрязнении почвенного покрова и сопредельных природных сред различными химическими веществами.

К важнейшим химическим загрязнителям почв и обитающих здесь живых организмов относится группа ксенобиотиков. Из ксенобиотиков наибольшего внимания заслуживают тяжелые металлы и нефтехимические поллютанты [12; 26; 27]. Их действие на живые организмы еще не достаточно изучено. Поэтому исследование параметров загрязнений данными ксенобиотиками окружающей среды является крупной научной задачей в геохимии и прикладной экологии. Собственно, вопросам нефтехимического загрязнения почв в пределах рекреационных зон и посвящена данная работа. Эмиссия нефтехимических ксенобиотиков происходит главным образом в процессе выбросов железнодорожного и автомобильного транспорта, образования отходов от использованных нефтепродуктов (горюче-смазочных материалов, расходных резиновых материалов автомобилей), а также при использовании бытовой и автомобильной химии, захламления территорий во время массового отдыха.

Также на экологические параметры загородных рекреационных зон определенное техногенное влияние оказывает и близость городских поселений, функционирующих в них предприятий, организаций и учреждений, мастерских различного профиля, а также разного рода строительные и ремонтные работы вдоль магистралей и прочих сооружений по ходу транспортных сообщений.

Эколого-геохимический мониторинг выполнялся в течение 2011—2014 гг. на территории рекреационных зон в пригородах Аркадака и Ртищево, образующих административные районы и расположенных на западе Саратовской области. Объектами мониторинговых исследований являлись территории вдоль источников поступления нефтепродуктов в почвенную среду. Интервал статистической достоверности результатов исследований 95 %.

В результате исследований содержания нефтепродуктов в пахотном слое почвенного покрова в районе г. Аркадака получены следующие данные, представленные в форме линейной гистограммы на рисунке 1. Условным контролем служили немногочисленные природные экосистемы (относительно сохранившиеся участки лиственных лесов) Аркадакского муниципального района.

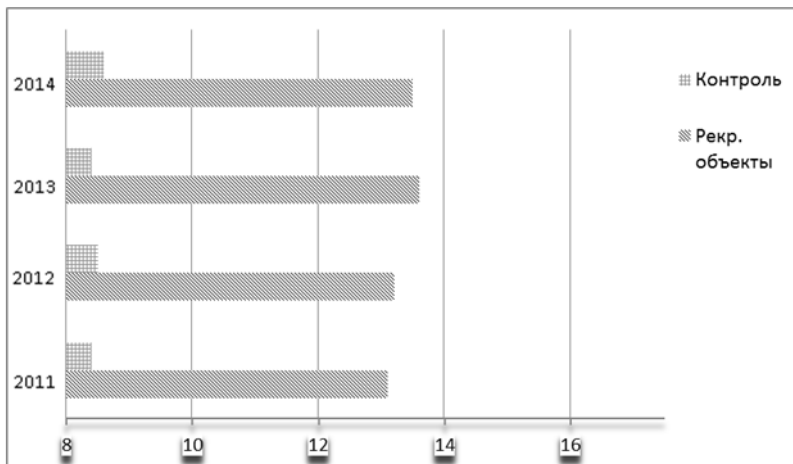


Рисунок 1. Среднеарифметические показатели (при показателях точности опыта $p < 0,05$) концентраций нефтепродуктов в почвах (загородные рекреационные зоны г. Аркадака), мг/кг

Данная гистограмма показывает, что в течение периода мониторинговых исследований просматривается тенденция роста концентраций нефтепродуктов в почвенной среде рекреационных территорий (садов, дачных поселков, посещаемых населением лесов, посадок около водоемов). Рост концентраций нефтепродуктов в конце наблюдений к началу (2014 г. к 2011 г.) составил 2,8 %. В целом установленные концентрации нефтепродуктов сравнительно не высоки, но достоверно превышают контрольные показатели. В частности, среднеарифметические величины концентраций анализируемых ксенобиотиков в 2014 году на 33,8 % превышает их содержание в почвенном покрове сохранившихся экосистем (контрольный показатель).

При исследованиях нефтехимического загрязнения загородных рекреационных зон Ртищево получены схожие результаты. Статистические обработанные результаты геохимического мониторинга данных объектов графически отображены на рисунке 2. В данном случае за условный контроль приняты сохранившиеся экосистемы Ртищевского района — по аналогии с первым муниципальным районом сохранившиеся участки лиственных (пойменных) лесов.

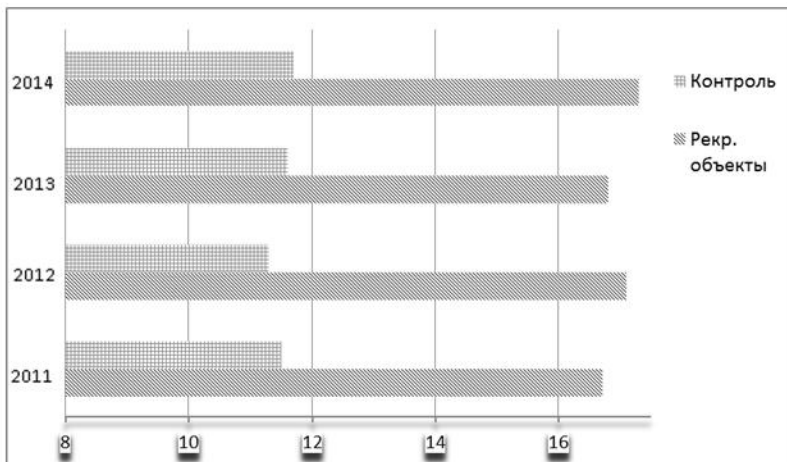


Рисунок 2. Среднеарифметические показатели (при показателях точности опыта $p < 0,05$) концентраций нефтепродуктов в почвах (загородные рекреационные зоны г. Ртищево), мг/кг

За интервал мониторинговых исследований почвенной среды на данных территориях среднеарифметические показатели концентраций нефтепродуктов достоверно увеличивались. Процентный рост их содержания составил 3,3 % в 2014 г. к 2011 г. В то же время данные показатели являются экологически значимыми, поскольку они достоверно выше соответствующих контрольных параметров. К примеру, в 2014 г. в пахотном слое почвенного покрова объектов мониторинга содержалось на 20,8 % больше нефтепродуктов по сравнению с окружающими природными экосистемами.

Населенный пункт Ртищево с более мощным транспортным потенциалом, главным образом за счет внушительной структуры железнодорожного узла в региональном масштабе, непосредственно оказывает химическое воздействие на примыкающие районы, в том числе и на рекреационные территории. Это является дополнительным фактором, как логичное следствие, техногенно-химической деградации почвенного покрова, почвенных сообществ и наземных биогеоценозов в совокупности. Поэтому концентрации нефтепродуктов в верхних слоях почвенного покрова здесь более существенны.

Если количество автотракторного транспорта, особенно личного, будет увеличиваться, в чем, конечно, можно не сомневаться, с большой долей вероятности можно предполагать наращивание

темпов ремонтных и строительных работ в местах пролегания дорожных и коммунально-коммуникационных сетей по территории зон рекреации и, безусловно, устойчивый рост объемов поступления в окружающую среду, главным образом в почвенный покров, нефтепродуктов и других экотоксикантов, содержащихся в транспортных выбросах и отходах.

В целом результаты экспериментальных исследований почвенных проб из ключевых рассматриваемых участков на окраинах городов Аркадака и Ртищево демонстрируют наличие химического фактора дигрессии экосистем, которые и так подвергаются усиливающейся антропогенной нагрузке — рекреационной, пастбищной (на свободных от древесного покрова участках), сенокосной и промышленной (сбор грибов, ягод, сбор и заготовка растений с различными хозяйственными признаками). На отдельных участках происходит вырубка древесного покрова. Прикатывание грунта и растительного покрова автотракторным транспортом значительно ухудшает морфологическую структуру почв.

Общее экологическое состояние изученных загородных рекреационных объектов оценивается как стабильное. Рекреационные объекты гг. Аркадака и Ртищево пригодны для посещения и отдыха населения. Культуру рационального и экологически грамотного рекреационного природопользования среди населения необходимо повышать.

К сожалению применяемые рекультивационные и мелиоративные меры недостаточны. Лесовосстановительные работы требуется интенсифицировать. Древесно-кустарниковые насаждения вокруг городов, особенно в дачной зоне, вблизи огородов, пастбищ и водоемов, а также вдоль автомагистралей и железнодорожных насыпей находятся в определенной мере в неудовлетворительном и зачастую в расстроенном состоянии. Необходимо проведение целого комплекса ревизионных, санитарных и агротехнических мер по благоустройству и улучшению экологического состояния пригородных и магистральных зеленых насаждений, их обновлению и обогащению древесными растениями и кустарниками с высокими защитными биологическими свойствами. Особого внимания заслуживает проблема благоустройства водоохраных зон. Целесообразно принятие мер по расширению русел малых рек, сокращению и очистке выбросов загрязненных сточных вод в них. Все перечисленные мероприятия являются ключевыми структурными компонентами муниципальной системы экологической безопасности для жителей данных районов.

Полезной мерой является четкое административное регулирование и управление рекреационной деятельностью в районе исследований, перманентное преобразование и совершенствование системы управления охраной окружающей среды в пределах природных и культурных ландшафтов, представляющих экологическую и рекреационную ценность.

Природные территории правобережных районов представляют высокую культурно-историческую, эстетическую, научную и воспитательную ценность. На данных территориях следует развивать такое культурно-просветительское направление общественной и педагогической деятельности, как геоэкологическое краеведение. Ландшафтная структура и имеющаяся дорожная сеть представляют уникальную возможность для развития и действенного функционирования системы экологического и географического туризма.

Список литературы:

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2013 году». Саратов, 2014. — 242 с.
2. Котова Н.П., Ларионов Н.В., Ларионов М.В. Экологическая характеристика водных экосистем Саратовской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2009. — № 12. — С. 115—119.
3. Ларионов М.В. Агрохимическая характеристика почв в пределах урбанизированных территорий Поволжья // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 3. — С. 307. [Электронный ресурс]— Режим доступа. — URL: <http://www.science-education.ru/103-6074>. (дата обращения: 1.04.2015).
4. Ларионов М.В. Деградация окружающей среды в зоне влияния техногенных и сельскохозяйственных объектов / М.В. Ларионов [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — Т. 13 — № 1—6. — С. 1347—1349.
5. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Влияние степени загрязнения окружающей среды на здоровье населения в Саратовской области // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2009. — № 4. — С. 122—126.
6. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Демографические особенности животных популяций в Саратовской области // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2009. — № 6. — С. 190—194.
7. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Зависимость заболеваемости подростков — жителей Саратовской области от состояния окружающей среды // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. — 2010. — Т. 3. — № 2. — С. 211—216.

8. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Экологическое состояние водных объектов Среднего Поволжья // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2010. — № 12. — С. 56—60.
9. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий // Научное обозрение. — 2012. — № 4. — С. 98—106.
10. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Содержание техногенных тяжелых металлов в приземном слое воздуха урбанизированных территорий Поволжья // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 2. — С. 366. [Электронный ресурс]— Режим доступа. — URL: <http://www.science-education.ru/102-6063>. (дата обращения: 1.04.2015).
11. Ларионов М.В., Любимов В.Б., Перевозчикова Т.А. Обзор научной литературы по проблеме влияния экологических факторов на здоровье человека // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2—6. — с. 1204—1210.
12. Ларионов М.В. Накопление древесными растениями тяжелых металлов в зависимости от автотранспортной нагрузки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. № 4-1. — С. 228—232.
13. Ларионов М.В. Особенности накопления техногенных тяжелых металлов в почвах городов Среднего и Нижнего Поволжья // Вестник Томского государственного университета. — 2013. — № 368. — С. 189—194.
14. Ларионов М.В. Оценка экологического состояния и устойчивости древесных насаждений урбанизированных территорий ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Брянский гос. ун-т им. акад. И.Г. Петровского» (БГУ). Брянск, 2012. — 182 с.
15. Ларионов М.В. Оценка экологического состояния окружающей среды в условиях урбанизации; Минобрнауки России, Федеральное гос. Бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Брянский гос. ун-т им. акад. И.Г. Петровского» (БГУ). Брянск, 2012. — 240 с.
16. Ларионов М.В. Оценка экологического состояния городской среды в Среднем и Нижнем Поволжье методом экологического картографирования // Достижения вузовской науки. — 2012. — № 1. — С. 31—36.
17. Ларионов М.В., Сираева И.С. Систематический анализ древесных и кустарниковых растений, произрастающих в искусственных ландшафтах Воронежской области (на примере г. Новохоперска) В сборнике: Наука и образование в XXI веке: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 января 2015 г.: в 5 частях. ООО "АР-Консалт". Москва, 2015. — С. 28—30.
18. Ларионов М.В. Совершенствование механизма экологического аудирования в системе экологического менеджмента // Науки о Земле на современном этапе. — 2014. — № XI. — С. 59—61.

19. Ларионов Н.В., Ларионов М.В. О состоянии воздушного бассейна в пределах урбосистем Среднего Поволжья (Саратовская область) // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2009. — № 12. — С. 51—55.
20. Ларионов Н.В., Ларионов М.В. Тяжелые металлы как фактор техногенного воздействия на почвы урбозкосистем Саратовского региона // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2009. — № 11. — С. 22—26.
21. Ларионов Н.В., Ларионов М.В. Экологические особенности природопользования в Среднем и Нижнем Поволжье // Естественные и математические науки в современном мире. — 2015. — № 28. — С. 58—64.
22. Любимов В.Б., Ларионов М.В., Перевозчикова Т.А. Корреляционный анализ влияния специфических загрязнителей воздуха на периферический сосудистый тонус студентов (на примере Волгоградской области) // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2—6. — С. 1216—1221.
23. Любимов В.Б., Ларионов М.В., Перевозчикова Т.А. Роль экологических факторов в развитии сердечно-сосудистых заболеваний у местного населения (Урюпинский район Волгоградской области) // Наука и современность. — 2015. — № 35. — С. 14—19.
24. Любимов В.Б., Ларионов М.В., Перевозчикова Т.А. Характеристика экологической обусловленности патологий у жителей Волгоградской области // Инновации в науке. — 2015. — № 41. — С. 13—18.
25. Любимов В.Б. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вдоль железнодорожных путей в условиях городского и сельского ландшафта / В.Б. Любимов, М.В. Ларионов [и др.] // Вестник Брянского государственного университета. — 2011. — № 4. — С. 200—204.
26. Larionov N.V., Larionov M.V. Eco-analytical research of some xeno-biotics in soils // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. — 2014. — Т. 1. — № 6. — С. 153—155.
27. Larionov M.V., Larionov N.V. To the question about the impact of oil products and waste on the soil // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. — 2014. — Т. 1. — № 6. — С. 155—156.
28. Larionov M.V. Scheme technogenic stress of natural and artificial landscapes of the Saratov and Volgograd regions В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы науки и образования. сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 января 2015 г.: в 16 частях. Тамбов, 2015. — С. 8—9.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННО-АКТИВНОЙ ЗОНЫ Г. КУРСКА

Сердюков Сергей Юрьевич
аспирант КГУ,
РФ, г. Курск
E-mail: serdyukov.kursk@mail.ru

HEAVY METAL CONTENT IN THE GRASS VEGETATION OF KURSK INDUSTRIAL-ACTIVE ZONE

Sergey Serdyukov
post-graduate student of Kursk State University,
Russia, Kursk

АННОТАЦИЯ

Были исследованы образцы травянистой растительности на содержание тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Ni, Co, Cu) методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов по фитотоксичности не зафиксировано. Металлы на исследуемой территории распределены в соответствии с господствующей розой ветров (Pb, Cd, Ni — северо-запад, Zn, Co, Cu — юго-восток).

ABSTRACT

The content of heavy metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Co, Cu) in the grass vegetation was analysed by atomic absorption spectroscopy. Excess of phytotoxic maximum permissible concentrations of heavy metals was not detected. The metals in the study area were distributed in accordance with the prevailing wind rose (Pb, Cd, Ni — Northwest, Zn, Co, Cu — Southeast).

Ключевые слова: травянистая растительность; тяжелые металлы; промышленно-активная зона; атомно-абсорбционная спектроскопия; фитотоксичность; роза ветров.

Keywords: grass vegetation; heavy metals; industrial-active zone; atomic absorption spectroscopy; phytotoxicity; wind rose.

В настоящее время признанными приоритетными загрязнителями в условиях городской среды считаются тяжелые металлы [8].

Для Курской области характерными загрязнителями являются Pb, Zn, Cd, Ni, Co и Cu, что, в первую очередь, связано с промышленным профилем региона. Высокое содержание данных элементов наблюдается в естественных, урбанизированных и аграрных экосистемах. Наибольшие концентрации тяжелых металлов зафиксированы в почвах на территории города Курска вблизи промышленных зон [2; 4—7].

Основным биоиндикатором загрязнения пищевых сетей тяжелыми металлами и главным источником их поступления в животные организмы являются растения. В связи с этим изучение концентрации и динамики распределения тяжелых металлов в растениях является очень важным разделом в оценке состояния окружающей среды [9].

Элементный состав почвенной среды отражается в химическом составе растений. Металлы поступают в растения главным образом в результате абсорбции корнями. Еще один путь поступления тяжелых металлов в растения возможен из воздушных потоков [3].

Исходя из того, что вышеуказанные тяжелые металлы по степени токсического действия на окружающую среду и санитарно-гигиеническим нормативам относятся к высокоопасным (кадмий, свинец, цинк) и умеренноопасным (кобальт, никель, медь) химическим элементам [1; 8], то с целью определения возможных экологических рисков был проведен анализ содержания этих тяжелых металлов в растительном покрове.

Исследования проводились в мае-июне 2013 года на территории Сеймского административного округа города Курска в зоне действия промышленных предприятий ЗАО «Курский завод силикатного кирпича», ООО «Курскхимволокно», ЗАО «Курский завод Аккумулятор», ТЭЦ-1, ОАО «Курскрезинотехника», ЗАО «Курский трикотажный комбинат "Сейм"», ООО «Комбинат строительных материалов и работ». Кроме того, здесь проходят оживленные автомобильные трассы, вносящие свой вклад в выбросы тяжелых металлов. Отбор образцов наземной фитомассы травянистой растительности, представленной луговыми злаками, проводился на территориях, непосредственно прилегающих к указанным предприятиям по направлению розы ветров на расстоянии 10 м, 300 м и 800 м от условного «центра» обозначенной промышленной зоны. Координаты точек отбора представлены в таблице 1. Почва на всей территории пробоотбора — серая лесная среднесуглинистая. В воздушно-сухой фитомассе отобранных образцов проведено определение содержания тяжелых металлов (Pb, Zn, Cd, Ni, Co и Cu) методом атомно-абсорбционной

спектрокопии на ААС-30. Все анализы проводились в трехкратной повторности с выводом окончательного результата в виде среднего арифметического.

Таблица 1.

Координаты точек пробоотбора (по данным Google Earth)

Точка отбора, №	Направление	Расстояние от «центра», м	С.Ш.	В.Д.
1	Запад	10	51°39'54.06"	36°5'54.33"
2		300	51°39'56.18"	36°5'40.81"
3		800	51°40'0.29"	36°5'8.91"
4	Северо-запад	10	51°40'27.62"	36°5'36.36"
5		300	51°40'6.14"	36°5'58.01"
6		800	51°39'54.02"	36°6'16.93"
7	Север	10	51°39'58.83"	36°6'54.92"
8		300	51°40'3.05"	36°7'15.85"
9		800	51°40'5.15"	36°7'34.42"
10	Северо-восток	10	51°39'42.15"	36°7'52.80"
11		300	51°39'53.27"	36°8'3.95"
12		800	51°40'7.28"	36°8'13.91"
13	Юго-запад	10	51°39'32.50"	36°5'17.10"
14		300	51°39'2.95"	36°5'40.64"
15		800	51°38'50.12"	36°6'21.74"
16	Восток	10	51°39'59.70"	36°9'15.72"
17		300	51°39'47.18"	36°9'32.11"
18		800	51°39'23.81"	36°9'16.47"
19	Юго-восток	10	51°39'3.49"	36°8'57.42"
20		300	51°38'56.98"	36°9'39.08"
21		800	51°38'39.43"	36°9'32.45"
22	Юг	10	51°38'24.63"	36°8'56.82"
23		300	51°38'24.64"	36°7'34.03"
24		800	51°38'51.36"	36°7'55.37"

Результаты анализа содержания тяжелых металлов в растительности представлены в таблице 2.

Содержание свинца в растениях не превысило ПДК ни в одной из точек пробоотбора с максимальным значением относительно ПДК 0,43 (25,75 мг/кг), при этом наибольшие его средние концентрации выявлены в образцах на северо-западном направлении (23,67 мг/кг) при максимальном удалении от «центра» промышленной зоны (16,19 мг/кг).

Таблица 2.

Содержание тяжелых металлов (ТМ) в воздушно-сухой фитомассе травянистой растительности с территории промышленно-активной зоны г. Курска, мг/кг

ТМ	Расстояние от «центра», м	Направление								ПДК _{фит.} * [9]
		З	С-З	С	С-В	Ю-З	В	Ю-В	Ю	
Pb	10	20,50	25,75	5,75	12,75	20,25	7,25	10,25	15,75	60,00
	300	18,25	24,00	9,25	13,75	19,00	10,25	11,75	20,75	
	800	17,00	21,25	10,75	11,50	16,25	21,00	9,25	22,50	
Zn	10	73,75	45,00	31,25	52,25	35,75	40,00	141,25	40,25	400,00
	300	44,50	55,75	50,75	37,00	25,25	84,75	80,50	40,00	
	800	64,00	40,75	65,00	47,00	86,25	47,75	18,50	37,25	
Cd	10	1,63	3,43	1,00	1,05	1,53	0,63	1,08	1,40	100,00
	300	1,53	2,90	0,88	1,08	1,35	1,13	1,15	1,45	
	800	1,50	1,95	1,13	1,18	1,53	1,53	0,98	1,20	
Ni	10	12,50	14,75	4,50	5,50	6,00	9,00	9,25	4,75	80,00
	300	6,25	17,25	7,25	4,75	4,50	9,25	9,50	4,75	
	800	6,25	5,50	4,00	4,25	8,00	15,75	3,50	6,00	
Co	10	1,30	0,78	1,50	1,25	1,85	1,58	2,00	1,95	100,00
	300	0,70	1,48	1,08	1,50	1,78	1,75	1,83	1,95	
	800	1,05	1,30	1,55	1,23	1,83	1,85	1,70	2,00	
Cu	10	3,50	4,25	1,50	8,00	6,25	3,75	5,75	2,25	20,00
	300	5,75	5,50	4,50	3,00	2,75	2,75	2,25	7,50	
	800	6,75	5,25	5,75	3,25	5,50	10,75	2,00	6,25	

* — при фитотоксичной концентрации тяжелых металлов в растениях нарастание их надземной фитомассы снижается на 50 %

Содержание цинка ни в одном из образцов не достигло уровня ПДК с максимальным значением относительно ПДК 0,35 (141,25 мг/кг), при этом наибольшие его средние концентрации выявлены в образцах на юго-восточном направлении (80,08 мг/кг) вблизи «центра» промышленной зоны (57,44 мг/кг).

Содержание кадмия не превысило ПДК по всем образцам с максимальным значением относительно ПДК 0,03 (3,43 мг/кг), при этом большее его накопление в растениях выявлено на северо-западном направлении (2,76 мг/кг) в ближайшем радиусе от «центра» промышленно-активной зоны (1,47 мг/кг).

Никель в исследованных образцах растительности по концентрации не превысил ПДК, с наибольшим значением относительно

предельно допустимой концентрации 0,22 (17,25 мг/кг); преимущественное его накопление в растениях выявлено на северо-западном направлении (12,5 мг/кг) в ближайшем радиусе от «центра» промышленной зоны (8,28 мг/кг).

Содержание кобальта не превысило ПДК по всем образцам с максимальным значением относительно ПДК 0,02 (2,00 мг/кг), при этом наибольшие его средние концентрации в растениях выявлены на южном направлении (2,76 мг/кг) при максимальном удалении от «центра» промышленной зоны (1,56 мг/кг).

Содержание меди ни в одном из образцов не достигло уровня ПДК с максимальным значением относительно ПДК 0,40 (8,00 мг/кг), при этом наибольшие средние концентрации меди выявлены в образцах на восточном направлении (5,75 мг/кг) при максимальном удалении от «центра» промышленно-активной зоны (5,69 мг/кг).

Полученные результаты свидетельствуют о следующем:

1. концентрации тяжелых металлов в растительном покрове промышленно-активной зоны города Курска в плане фитотоксичности не должны вызывать опасений. Если рассматривать ситуацию глобально, то можно предполагать, что эти травы могут использоваться травоядными животными с последующим включением содержащихся в них тяжелых металлов в цепи питания, и на конечном уровне трофической цепи тяжелые металлы будут сконцентрированы со значениями, которые необходимо будет рассматривать с точки зрения ПДК для растительных кормов. Но в настоящее время нет достоверной информации об использовании травостоя с мест пробоотбора в качестве корма скоту;

2. тяжелые металлы получили свое распространение в соответствии с господствующей розой ветров для города Курска (свинец, кадмий и никель больше сконцентрированы на северо-западном направлении, а другие три металла — на юго-восточном).

Список литературы:

1. ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения». М.: Стандартинформ, 2008. — 5 с.
2. Жидеева В.А. Загрязнение тяжелыми металлами почв садовых агроценозов Курской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Курск, 2000. — 23 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почве и растениях. М.: Мир, 1989. — 439 с.: ил.

4. Неведров Н.П. Аккумуляция тяжелых металлов растительностью урбоэкотопов г. Курска / Н.П. Неведров, Е.П. Проценко, Л.А. Арепьева, А.В. Пученкова // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов / сб. материалов IV Международного экологического конгресса. Тольятти-Самара, Самарский научный центр РАН, Тольяттинский госуниверситет. — Т. 2. — 2013. — 268 с.
5. Никитина О.В. Экологическое состояние чернозема типичного и агроценозов пригородной зоны г. Курска: автореф. дис. ... к-та с.-х. наук. Курск, 2009. — 21 с.
6. Прусаченко А.В. Экотоксикологическая оценка загрязнений тяжелыми металлами урбаноземов города Курска: автореф. дис. ... к-та биол. наук. Москва, 2011. — 20 с.
7. Соленая А.В. Состояние фитопедоценозов города Курска и их экологическая оптимизация: диссер. ... к-та с.-х. наук. Курск, 2000. — 186 с.
8. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. — 148 с.
9. Яшин И.М. Водная миграция химических элементов в почвенном покрове./ Яшин И.М., Раскатов В.А., Шишов Л.Л. М.: Изд-во МСХА, 2003. — 316 с.

СЕКЦИЯ 5.

ХИМИЯ

5.1. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

ОДНОКОМПОНЕНТНАЯ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНАЯ МАСТИКА С ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОСТОЙКОСТЬЮ

Саракуз Олег Николаевич

*канд. хим. наук, ст.н. сотрудник
ООО «Технологии полимерных материалов»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Горяйнов Георгий Иванович

*канд. физ.-мат. наук, доцент ГУМРФ им. адмирала О.С. Макарова,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: ggcomposit@mail.ru*

POLYURETH ONE-COMPONENT ELASTIC HEAT RESISTANCE POLYMER-BITUMEN MASTIC

Oleg Sarakuz

*candidate of chemical Sciences, Senior researcher of Ltd. «TRM» ,
Russia, Saint-Petersburg*

Georgii Goriainov

*candidate Sci. Sciences, docent of State University of Maritime
and Inland Shipping n. a. Admiral Makarov Saint-Petersburg,
Russia, Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является разработка однокомпонентной полимерно-битумной мастики с повышенной теплостойкостью. Был использован раствор нефтяного битума в толуоле, углеводородный термоэластопласт, изоцианатсодержащий полиэфируретановый форполимер и агент для «холодной вулканизации» диеновых полимеров. Разработанная мастика имеет высокую, по сравнению с аналогами, теплостойкость в сочетании с прочностью и эластичностью. Это связано с тем, что молекулы битума частично химически сшиваются с молекулами форполимера. Термоэластопласт также участвует в процессе образования химической сетки. Именно это и обеспечивает хорошие эксплуатационные характеристики мастики.

ABSTRACT

The aim of this work is to develop a single-component, polymer-bitumen mastic with high thermal endurance. Was used dissolved in toluene petroleum bitumen, hydrocarbon thermoplastic elastomer, a hydrocarbon thermoplastic elastomer, isocyanate prepolymer poliefiruretanovy and agent «cold vulcanization» for the diene polymers. Mastic has developed a high heat resistance in combination with strength and elasticity compared with analogues. This is due to the fact that the molecules are crosslinked bitumen partially chemically with molecules forpolimera. Termoelastoplast also involved in the formation of a chemical network. This is what provides good physical and mechanical properties mastic.

Ключевые слова: полиуретаны; битумы; форполимер; модификация; «холодная вулканизация»; теплостойкость.

Keywords: polyurethanes; bitumen; prepolymer; modification; “cold vulcanization”; high heat resistance.

Теплостойкость является важным показателем для мастик строительного назначения, в особенности, для мастик, работающих в условиях воздействия повышенных температур, например, при нагреве кровли солнечными лучами или на горячих трубопроводах.

Композиции на основе битумов находят широкое применение в качестве кровельных гидроизолирующих и антикоррозионных материалов.

Покрытия на основе немодифицированных битумов при их доступности и дешевизне обладая хорошей водостойкостью и водонепроницаемостью, имеют такие существенные недостатки, как отсутствие эластичных свойств и низкая теплостойкость. Поэтому эти материалы обладают хрупкостью при отрицательных темпера-

турах, а также становятся пластичными (размягчаются) при повышенных температурах [10].

Известно использование эластомерных материалов в составе битумных мастик для придания им эластических свойств и повышения теплостойкости. Так, например, производятся однокомпонентные резинобитумные мастики, в которых эластичность достигается за счет введения в раствор битума в органическом растворителе (уайт-спирит, толуол) резиновой крошки [8]. Однако, хотя резиновая крошка за счет деструкции этаноламином и переводится в растворимое в битуме состояние, термостойкость материала для ряда областей применения не достаточно высокая, так же как и его прочность (таблица 1). Выпускаются также каучуково-битумные мастики [4; 5; 6; 7], в которых пластификатором-эластификатором служат твердые высокомолекулярные синтетические каучуки: полиизопреновый (СКН-3), полибутадиеновый (СКД) или дивинил-стирольный (СКС-30). Каучуки, хотя и растворяются в битумном растворе, однако, как сами по себе, так и в составе мастики после ее отверждения представляют собой мало прочные, нетеплостойкие материалы (прочность на разрыв 0.5—1.5 МПа, температура размягчения 50—70 °С [9]). Поэтому, как показано в таблице 1, теплостойкость таких битумных мастик, содержащих каучуковую добавку, находится на уровне резинобитумных мастик т. е. не выше 90—110 °С. Прочностные показатели мастик так же высоки.

Целью данной работы являлось разработка рецептуры однокомпонентной полимерно-битумной мастики на основе промышленно выпускаемых нефтяных битумов и лаков на основе, обладающей повышенной в сравнении с аналогами теплостойкостью за счет химического связывания («сшивания») самой битумной основы и частичной вулканизации полимерной составляющей. Разрабатываемый материал по всем другим показателем должен отвечать требованиям, предъявляемым к кровельным и гидроизоляционным мастикам.

В работе были использованы следующие материалы:

- Битумный лак БТ-577 (ТУ 2384-001-562906-59-01) производства ЗАО «Новобйтхим», Санкт-Петербург, представляет собой раствор нефтяного битума в толуоле при масс. соотношении 1:2;
- Угледородный термоэластопласт, гранулированный;
- Изоцианатсодержащий форполимер на основе простого полиэфиртриола и диизоцианата Т-80, мольное соотношение 1:2.05, содержание изоцианатных групп 2.6% масс.;
- п-динитробензол, ч.д.а.

Теплостойкость образцов мастики определялась по ГОСТ 15088-83 (суть метода в фиксации температуры, при которой происходит внедрение в материал иглы, находящейся под определенной нагрузкой, на глубину 1 мм), прочность при разрыве, относительное удлинение, водопоглощение, водонепроницаемость, прочность сцепления с бетоном, гибкость на брусе (морозостойкость) — по ГОСТ 30693-2000, вязкость — на вискозиметре ВЗ-4.

Известно, что термоэластопласты, в отличие от каучуков, обладают высоким уровнем физико-механических показателей: прочность при разрыве до 30 МПа, относительное удлинение 800 % [10] и при этом хорошо растворяются в толуоле, что представлялось перспективным в его использовании для улучшения эластических и прочностных показателей разрабатываемых битумных мастик. Влияние дозировки термоэластопласта на вязкость его раствора в лаке БТ-577 представлено на рис. 1.

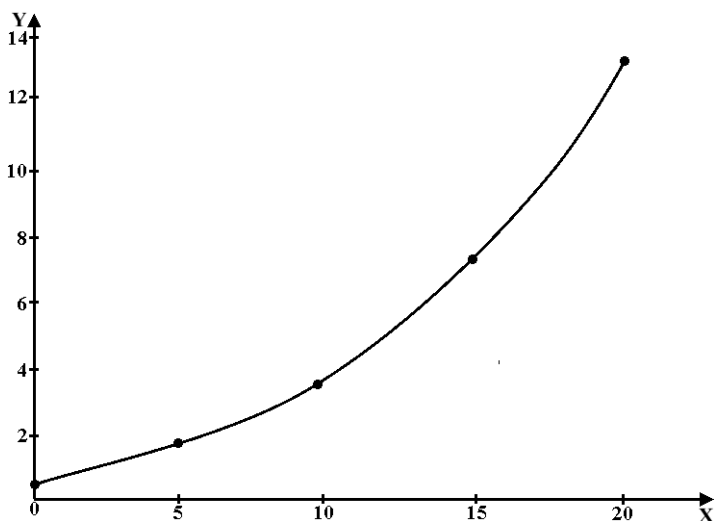


Рисунок 1. Зависимость вязкости раствора термоэластопласта а лаке БТ-527 по ВЗ-4 от состава раствора. (По оси Y — вязкость по ВЗ-5, минуты; по оси X — количество термопласта, % масс.).

Из рис. 1 очевидно, что оптимальная вязкость композиции достигается при содержании термоэластопласта 10—14 % масс., при более высокой его концентрации состав не технологичен (трудно наносимый).

После трех суток сушки при температуре 18—20 °С материал содержащий 12 % масс. термоэластопласта имел хорошие физико-механические характеристики: прочность 1.3 МПа, удлинение 900 %, однако, теплостойкость такой мастики находилась на уровне рассмотренных выше аналогов (порядка 100—110 °С).

Битумы, являющиеся высококипящими продуктами переработки нефти, сланцев или каменного угля, представляют собой материалы весьма сложного химического состава, различающиеся в зависимости от местонахождения добычи полезного ископаемого, и состоят из различных ароматических углеводородов, азотсодержащих продуктов и т. п. [10]. Так, например, в состав выпускавшейся до 1996 года при добыче и переработке сланцев Сланцеперерабатывающим комбинатом (г. Сланцы, Ленинградская область) сланцевой битумной мастики СБН (ТУ 38.10989-89) входили фенолосодержащие углеводороды, что позволило использовать в рецептуре двухкомпонентной мастики с торговым названием «Битурэл» [3] на ее основе форполимер — полиоксипропилентриизоцианат в качестве отвердителя при массовом соотношении СБН:форполимер=70:30.

О наличии в промышленно выпускаемых нефтяных битумах каких-либо реакционноспособных функциональных групп конкретных сведений в литературе нет.

Было проведено исследование по возможности связывания молекул битума химической пространственной сеткой, что способствовало бы повышению его теплостойкости, за счет использования компонентов, теоретически способных реагировать с возможно присутствующими в структуре битума реакционноспособными группами. Исходя из предположения, что в используемом в данной работе нефтяном битуме возможно, по аналогии со сланцевым битумом, также содержатся фенольные группы, по рецептуре упомянутого выше материала «Битурэл» была приготовлена смесь лака БТ-577 с форполимером в соотношении 70:30. Оказалось, что после выдержки смеси при температуре 18—20 °С в течение трех суток, произошло ее отверждение с образованием эластомера с прочностью 0.8 МПа и удлинением 300 %. Это однозначно свидетельствует о наличии в нефтяном битумном лаке выбранной марки функциональных (гидроксильных) групп, реагирующих с изоцианатными группами форполимера. Поскольку задачей данной работы была разработка рецептуры однокомпонентной мастики с достаточно большим сроком хранения, полученный результат был использован для определения оптимального количества форполимера, которое обеспечивало бы протекание химического взаимодействия

между битумом и форполимером, но, в то же время, не приводило бы к существенному возрастанию вязкости системы.

Влияние количества форполимера на изменение вязкости композиции: лак БТ-577 плюс 12 % масс. термоэластопласта в процессе ее хранения при комнатной температуре представлено на рис. 2. Из данных рис. 2 следует, что при всех дозировках форполимера вязкость состава достигает максимума в течение примерно 12 суток. При этом оптимальное содержание форполимера в композиции, обеспечивающее ее достаточно приемлемую вязкость для использования после завершения реакции битума с форполимером (возрастание вязкости примерно в 1,5—2 раза по сравнению с исходной), составляет 4—8 % масс.

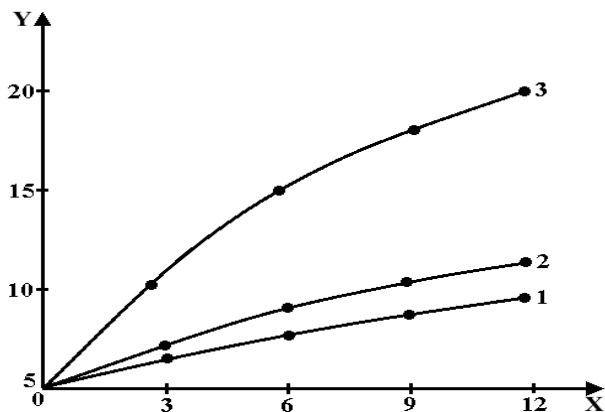


Рисунок 2. Влияние дозировки форполимера на вязкость композиции лак БТ-577 + 12 % масс. термоэластопласта в процессе хранения при 18—20 °С. (По оси Y — вязкость по ВЗ-4 в минутах, по оси X — время хранения в сутках).

Кривая 1 — количество форполимера 4 %.

Кривая 2 — количество форполимера 8 %.

Кривая 3 — количество форполимера 12 %.

Отвержденные образцы материала, полученные из мастики с содержанием 6 % масс. форполимера после выдержки ее при комнатной температуре в течение 12 суток, имели показатели: прочность при разрыве при 20 °С — 1.6 МПа, удлинение при разрыве 800 %, теплостойкость 120 °С. Чтобы еще больше повысить термостойкость разрабатываемого материала в качестве агента «холодной вулканизации» по двойным связям [1] для входящего в его состав термо-

эластопласта в работе был опробован п-нитробензол в количестве 1,0 % от массы всей композиции. Действительно, добавка п-динитробензола приводит к большему увеличению термостойкости отвержденной мастики за счет, по всей видимости, возрастания температуры размягчения самого термоэластопласта; при этом так же возрастает прочность материала (таблица 1).

Таким образом, в результате проведенной работы нами был подобран оптимальный состав однокомпонентной битумно-полимерной мастики, имеющий следующий состав:

- битумный лак БТ-577 — 100 масс ч.;
- углеводородный термоэластопласт — 12 масс. ч.;
- изоцианат-содержащий форполимер на основе простого полиэфиртриола — 6 масс. ч.;
- п-динитробензол — 1.0 масс. ч.

В таблице 1 приведены эксплуатационные характеристики мастики разработанного состава в сравнении с показателями мастик-аналогов.

Таблица 1.

Эксплуатационные характеристики однокомпонентных битумно-полимерной мастик

№ п/п	Марка мастики	Показатели		
		Теплостойкость, °С	Прочность, МПа	Удлинение %
1	Разработанная	135	1.8	800
2	Патент Ru 22 09 219 (резино-битумная)	105	0.48	—
3	ТУ 5775-018-17925162-2004 ТУ 5775-034-17925162-2005 ТУ 5775-007-72746455-2007 (каучуково-битумная «Технониколь» №21, 24, 31)	95—110	0.5—0.9	500
4	ГОСТ 30693-2000 (битумно-полимерная)	110	1.0	500
5	ТУ 5775-032-11149403-2013 (битумно-полимерная NeoMast)	90	0.2	200

Как следует из данных таблицы 1 теплостойкость разработанной мастики более чем на 25 % выше значения этого показателя для

аналогов (135 и 90—110 °С, соответственно). Кроме того, новая композиция превосходит аналоги по прочности и эластичности.

По показателям водопоглощения (0,5 % за 24 часа), прочности сцепления с бетоном (0.6 МПа) и водонепроницаемости (72 часа при давлении воды 0.03 МПа) морозостойкости (гибкость на брусе R=5 мм при минус 50 °С) разработанная мастика соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ 30653-2000 к мастикам кровельным и гидроизоляционным.

Выводы:

1. Разработана рецептура однокомпонентной эластичной теплостойкой полимерно-битумной композиции.

2. Оптимальный состав мастики содержит 100 масс. частей лака БТ-577, 12 % масс. частей углеводородного термоэластопласта, 6 масс. частей изоцианат-содержащего форполимера на основе простого полиэфира и 1.0 масс. частей п-динитробензола.

3. Мастика обладает повышенной более чем на 25 %, в сравнении с аналогами, теплостойкостью, а так же более высокой прочностью и эластичностью в сочетании с водонепроницаемостью, водопоглощением, прочностью сцепления с бетоном, морозостойкостью и технологичностью, отвечающими соответствующим требованиям ГОСТ на мастики кровельные и гидроизоляционные.

Список литературы:

1. Вулканизация эластомеров. Изд. Химия, М. 1967 г., — 427 с.
2. Мастика кровельная, битумно-полимерная, NeoMast. ТУ 5775-032-11149403-2013.
3. Мастика кровельная «Битурэл». ТУ 38. 403 770-1993.
4. Мастика битумно-полимерная. ГОСТ 30693-2000.
5. Мастика кровельная ТехноНиколь 21. ТУ 5775-018-17925162-2004.
6. Мастика кровельная ТехноНиколь 24. ТУ 5775-034-17925162-2005.
7. Мастика кровельная ТехноНиколь 31. ТУ 5775-007-72746455-2007.
8. Патент Российской федерации RU 2209219.
9. Синтетический каучук. Изд. Химия, Ленинградское отделение, 1976 г., — 250 с.
10. Энциклопедия полимеров. Изд. «Советская энциклопедия», М., — 1972 г., — т. 1, — 267 с.

5.2. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХЦЕЗИЕВОГО ЙОДИДА ВИСМУТА

Надилов Ермурат Галымбекович

*канд. хим. наук, доцент Алматинского университета энергетики и связи,
Республика Казахстан, г. Алматы*

Иманбекова Тохтабуби Джумадиловна

*канд. техн. наук,
доцент Алматинского университета энергетики и связи,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: tanya_nespayeva@mail.ru*

Есенгабылова Нургалипа Жансеркеновна

*преподаватель Казахского национального технического университета,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: Nur-esen65@mail.ru*

ELECTRIC AND DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF BISMUTH CESIUM TRIIODIDE

Ermurat Nadirov

*candidate of chemical sciences, Associate Professor
of Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Tokhtabuby Imanbekova

*candidate of engineering sciences, Associate Professor
of Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

Nurgalipa Yesengabylova

*lecturer of Kazakh National Technical University,
Republic of Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты исследования электропроводности и диэлектрических свойств соединения трехцезиевого йодида висмута. Результаты показали, что сопротивление и тангенс диэлектрических потерь зависят от частоты. Изменения температурной зависимости электропроводности свидетельствуют о структурных перестройках кристаллической решетки вещества.

ABSTRACT

The paper describes the research on electric conductivity and dielectric characteristics of bismuth cesium triiodide compounds. The research revealed electrical resistance and tangent of dielectric losses are of a polarizing nature. The changes in temperature dependence of electric conductivity indicate the structural rearrangement of crystal lattice of a substance.

Ключевые слова: сопротивление; диэлектрическая постоянная; угол диэлектрических потерь; добротность; поляризация; релаксация.

Keywords: resistance; dielectric constant; dielectric losses angle; quality factor; polarization and relaxation.

В настоящее время для анализа закономерностей изменения электропроводности расплавов и твердых кристаллов под влиянием различных факторов используются теории ионной и электронной проводимости. Ионная электропроводность расплавов и твердых кристаллов в большей степени определяется дефектностью их строения и характером теплового движения.

Наличие ионов в расплаве и кристаллах связано с диссоциацией их молекул, дефектностью структуры и примесями. Внутри кристалла возможны образования свободных узлов решетки вследствие выхода части ионов на поверхность. Кроме того, в расплаве и кристаллах ион может находиться в междуузлии и перемещаться под действием теплового движения и электрического поля из одного междуузлия в соседнее.

Проводимость в этом случае определяется следующим выражением:

$$\alpha = \alpha_0 \exp\left(-\frac{W}{RT}\right), \quad (1)$$

где: $W = \Delta E + \Delta U$ — «энергия активации»,
 ΔE — разность энергии иона в положении 1 и 2;

ΔU — потенциальный барьер между положениями равновесия 2 и 3 (рисунок 1).

Согласно формуле (1), зависимость логарифма электропроводности от величины обратной абсолютной температуры $\frac{1}{T}$ должна быть прямолинейной. Однако при изменении электропроводности в широком интервале температур зависимости $\lg \alpha \cdot \frac{1}{T}$ не могут быть представлены прямой. Происходит излом зависимости электрических свойств вблизи температур структурных перестроек кристаллической решетки вещества. Более резкое изменение величины электропроводности с температурой и криволинейный характер зависимости $\lg \alpha \cdot \frac{1}{T}$ вещества следует связывать с возрастанием подвижности макромолекул и возникновением группового механизма движения ионов.

Иное положение в устойчивом состоянии соединения, для которого зависимость $\lg \alpha \cdot \frac{1}{T}$ прямолинейна. В этом случае значение энергии активации W в уравнении (1) составит определенную величину и не зависит от температуры.

Диэлектрические характеристики включают прежде всего дипольный момент и поляризуемость. Эти характеристики определяются на основе измерения диэлектрической постоянной, ε .

Согласно формуле Клаузиуса-Моссоти, данные величины связаны соотношением:

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \cdot \frac{M}{d} = \frac{4}{3} \pi N_A \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3kT} \right), \quad (2)$$

где: ε — диэлектрическая постоянная среды;

M — молекулярная масса;

d — плотность;

N_A — число Авогадро;

α — поляризуемость;

μ — дипольный момент.

Измеряя диэлектрическую постоянную как функцию температуры, по формуле (2) можно найти поляризуемость и дипольный момент молекулы.

Измерив диэлектрическую постоянную конденсатора со средой вакуум (ε'), а также с веществом (ε''), легко вычислить:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} \text{ или } \operatorname{tg} \delta = \frac{1}{Q_c},$$

где Q_c — добротность электрического конденсатора.

Величина $\operatorname{tg} \delta$ численно равна доле запасенной в диэлектрике энергии, необратимо рассеиваемой в виде тепловых потерь за один период колебаний электрического поля.

Интерес к исследованиям диэлектрических потерь и проницаемости вещества обусловлен важностью этих характеристик для практических применений.

Современные теории диэлектрической поляризации и потерь позволяют в ряде случаев связать значения ε , $\operatorname{tg} \delta$ и параметры, характеризующие их зависимость от температуры и частоты электрического поля, со строением соединения (вещества) и характером теплового движения.

Таким образом, исследуя диэлектрические свойства, получаем ряд сведений о строении вещества.

Целью данной работы является исследование электропроводности и тангенса угла диэлектрических потерь соединения трехцезиевого йодида висмута, полученных по различной методике.

Методика измерений сопротивлений и диэлектрических свойств.

Исследуемые соединения прессовали под давлением в $3000 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$ в таблетки с диаметром $15,64 \pm 0,02$ мм и толщиной $3 \pm 0,02$ мм. Таблетку зажимали между электродами, которые присоединялись к колебательному контуру измерителя добротности.

Измерения проводимости производили на приборах измерителя добротности ВМ-560 (TESLA) и Е-4-11, предназначенных не только для измерений добротности, а также для определения резонансной емкости объектов и резонансной частоты контуров.

Диапазон частот измерений приборов довольно широк и имеет пределы от 50 кГц до 300 мГц. Техника измерений приведена в работе [1]. Погрешность градуировки шкал генератора по частоте

не превышает $\pm 1\%$, а по добротности — $0,5\%$. Момент настройки контура в резонанс определяется по максимальному напряжению на измерительном конденсаторе U_c (рисунок 1).

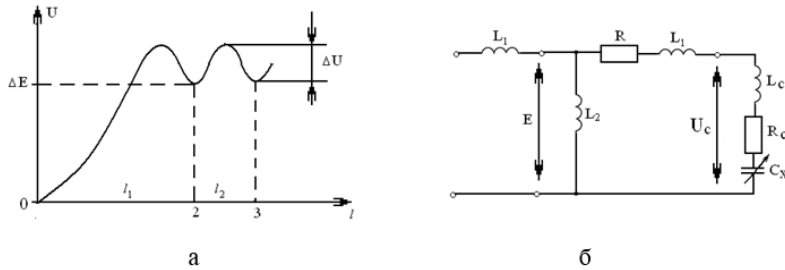


Рисунок 1. Потенциальный барьер при движении иона в расплаве и схема измерения электропроводности и сопротивлений образцов

Измерения сопротивлений двухполюсников проводили при параллельном подключении к измерительному контуру.

Расчет характеристик двухполюсника производили по следующим формулам:

1. активное сопротивление

$$R_x = \frac{1}{\omega C_1} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{Q_1 - Q_2}, \quad \omega = 2\pi f,$$

где: f — частота резонанса,

Q_1 и Q_2 — добротности контуров с исследуемым образцом и без образца.

2. полное сопротивление

$$Z_x = \frac{R_x \cdot jX}{R_x + jX},$$

где $X = X_L - X_C$, $X_C = \frac{1}{\omega C_x}$, $X_L = \omega L_x$.

3. добротность измеряемого объекта при емкостном характере реактивной составляющей определялась выражением

$$Q_x = \frac{(C_1 - C_2) Q_1 Q_2}{C_1 (Q_1 - Q_2)}.$$

4. диэлектрические потери

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{Q_x} = \frac{C_1 (Q_1 - Q_2)}{(C_1 - C_2) Q_1 Q_2}.$$

Результаты исследования. В работе исследованы электрические и диэлектрические свойства трехцезиевого йодида висмута, полученного различными методами. Впервые соединение было получено под названием “сухого способа синтеза”. Позже было получено это же соединение “мокрым способом синтеза”.

Структуры, физико-химические свойства соединений не различались друг от друга. Однако нами установлены определенные различия в электрических и диэлектрических свойствах этих солей. Существовало специфическое различие в ориентационном кристаллическом состояний соединений [1—3].

Приведенные на рисунке 2 кривые зависимости $\operatorname{tg} \delta = F(f)$ позволяют предположить, что в исследуемых кристаллах возникает релаксационная поляризация.

Кривые тангенса угла диэлектрических потерь, как для «сухого», так и для «мокрого» трехцезиевого йодида висмута имеют один хорошо выраженный максимум и второй, который лежит в области частот выше 130 МГц.

Тангенс угла диэлектрических потерь для «мокрого» трехцезиевого йодида висмута начинает увеличиваться с увеличением частоты уже при 30 МГц. При частоте 42 МГц достигает максимума и в дальнейшем падает с увеличением частоты (рисунок 2, а кривая б).

Тангенс угла диэлектрических потерь «сухого», трехцезиевого йодида висмута (рисунок 4, кривая б) возрастает с увеличением частоты до величины 0,187 (при частоте 88 МГц), а при дальнейшем увеличении частоты уменьшается до $9,4 \cdot 10^{-2}$ (при частоте 98 МГц), затем опять растет до величины 0,275 (при частоте 110 МГц).

Наличие первого низкочастотного пика можно объяснить подвижностью иона $[Bi_2J_9]^{3-}$ в переменном электрическом поле. Тенденция же к образованию второго пика связана с частотой собственных колебаний ионов цезия Cs^+ .

Более детальную картину в ориентационном кристаллическом состоянии могла бы дать температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь, однако из-за технических трудностей снять зависимость не удалось. Характер увеличения электропроводности «сухого» трехцезиевого йодида висмута при частоте 70 МГц и выше связан с поляризацией ионов $[Bi_2J_9]^{3-}$ и частичным освобождением ионов цезия. Вероятно, проводимость осуществляется по механизму скачка ионов цезия между соседними положениями равновесия. Далее при частоте 93 МГц и выше, наличие максимума $tg\delta$ свидетельствует о резонансном механизме потерь. При этом подвижность ионов цезия ограничена, и проводимость падает (рисунок 2, б кривая а).

Относительно низкие значения тангенса угла диэлектрических потерь в переменном электрическом поле при температуре 20 °С, а также стабильность соединения йодидов висмута с цезием при высоких температурах и высокая стойкость к старению делают трехцезиевого йодида висмута особенно интересным для электротехнической промышленности. Электрические свойства соединения полученных различными способами, несколько различаются, особенно $tg\delta$, что свидетельствует о неидентичности кристаллического состояния солей (рисунок 2, кривые а, б).

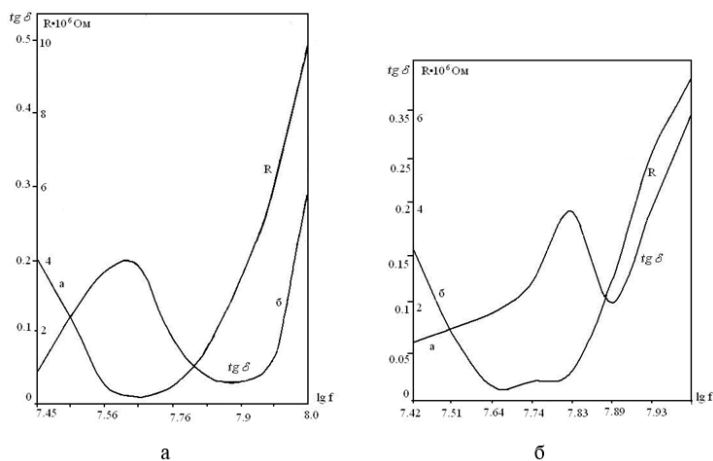


Рисунок 2. Зависимости диэлектрических свойств и сопротивлений трехцезиевого йодида висмута, полученного «мокрым» (а) и «сухим» (б), способами от частоты переменного тока

Таким образом, трехцезиевый йодид висмута, полученный по методу [1], имея характер зависимости $R = F(f)$, сходный с характером соли, имеет лучшую проводимость. Пик $tg \delta = F(f)$ приходится в область более высоких частот (рисунок 3, кривая б). Значит, частота собственных колебаний ионов трехцезиевого йодида висмута выше, чем у ионов соли по методу [3], а подвижность — меньше.

Длительное хранение (4 года) соединений йодидов висмута с цезием не вызывают заметного изменения кривых термического разложения, сопротивлений и тангенс угла диэлектрических потерь. Периодические замеры во время хранения показали, что отклонения кривой $R = F(f)$ от первоначальной не превышают 2—3 % и укладываются в пределах погрешностей измерений. На кривой функции $tg \delta = F(f)$ вообще отсутствуют заметные отклонения, это еще раз подтверждает, что соединения очень слабо подвержены старению.

Результаты исследования и анализ электрохимических ячеек дают положительный ответ на возможность применения такого класса соединений в качестве преобразователя информации.

Электропроводность. Результаты исследования.

Проводимость снимали на той же установке, что и диэлектрические свойства. Исследование проводимости производили при заданной частоте 80 МГц и интервале температур от 20 до 350 °С. Выбор интервала температур лимитировался условием фазной устойчивости вещества. Температура печи регулировалась по току и управлялась в автоматическом режиме системой «датчик-реле-электронный самописец». Результаты исследования показаны на рис. 3.

Как видно на рисунка 5, до температуры 200 °С наблюдается плавный рост проводимости, затем резкий скачок проводимости примерно на 6 порядков, после чего опять плавный рост температурной проводимости, но сравнительно с большей скоростью.

Объяснить такой характер изменения проводимости можно, исходя из способности соединений йодистого висмута с цезием создавать полуупорядоченные структуры.

Картина движения ионов в соединении йодидов висмута с цезием качественно весьма сходна с перемещением заряженных частиц, возникающих в суперионных кристаллах, если представить состояние в виде жесткого упорядоченного каркаса, образованного ионами висмута, внутри которого находится текучая «жидкость», образованная ионами йода и цезия.

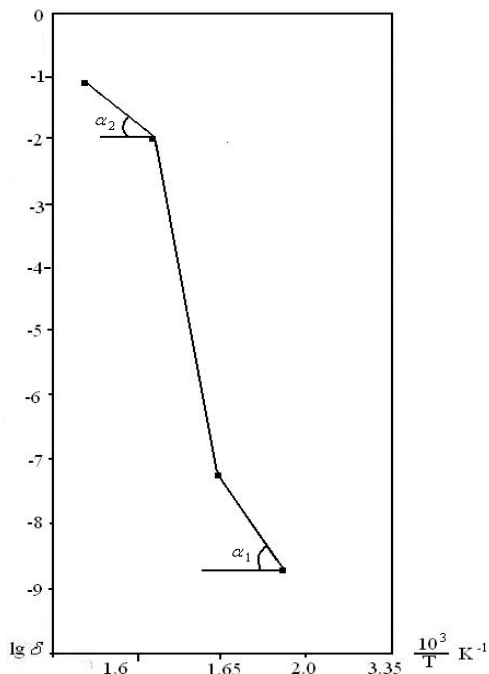


Рисунок 3. Зависимость электропроводности трехцезиевого йодида висмута от температуры

При температуре около $200 \text{ }^\circ\text{C}$ кристаллы $\text{Cs}_3[\text{Bi}_2\text{I}_9]$ переходят в новое особое состояние — суперионное. Проводимость скачком возрастает на шесть порядков. Подвижными носителями зарядов становятся ионы цезия, йода и электроны. По-видимому, электронная проводимость реализуется наряду с ионной и играет некоторую роль (рисунок 3). Относительная доля электронной проводимости зависит как от температуры образца, так и от величины пропускаемого тока — о чем свидетельствуют данные эксперимента и расчеты энергий активации:

$$\Delta E_1 = 7,64 \cdot 10^{-21} \text{ Дж},$$

$$\Delta E_2 = 48,29 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

Зависимости электропроводности от температуры и частоты переменного тока для исследуемых соединений носят необычный характер и могут вызвать практический интерес.

Рассчитанные значения поляризуемости α , дипольного момента μ , диэлектрической проницаемости ε приведены в таблице 1.

Выводы:

1. Исследование электропроводности и диэлектрических свойств показали, что сопротивление R и тангенс потерь $tg \delta$ зависят от частоты, и процессы потерь носят поляризационный характер.

2. Особенности температурной зависимости электропроводности свидетельствует о структурных перестройках кристаллической решетки вещества.

3. Вычислены поляризуемость, дипольный момент и диэлектрическая проницаемость соединения.

Таблица 1.

Результаты вычислений

Соединения	Поляризуемость, α	Дипольный момент, μ	Диэлектрическая проницаемость, ε
$Cs_3(Bi_2J_9)$	$37,093 \cdot 10^{-24}$	$370,93 \cdot 10^{-24}$	15,341

Список литературы:

1. Грохольский А.Л. Измеритель добротности — куметры. Новосибирск, Наука, 1966.
2. Лилеев А.С., Бакалаева И.В., Лященко А.К. Диэлектрические свойства насыщенных растворов системы $Va(HCOO)_2-Cu(HCOO)_2-H_2O$ //Журн. неорг. химии. — 2001. — № 4. — С. 689–693.
3. Плющев В.Е. Цезий. М.: ИИЛ, 1963.
4. Щербаков В.В. Закономерности в электропроводности и диэлектрические характеристики двухкомпонентных и трехкомпонентных растворов неорганических электролитов: Дисс.док. хим. наук // Моск. хим.-технол. инт-т. М.: 1992.

СЕКЦИЯ 6.
НАУКИ О ЗЕМЛЕ

6.1. ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
АВЗЯНСКОЙ ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНОЙ
РУДОНОСНОЙ ФОРМАЦИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ**

Ларионов Николай Николаевич

*канд. геол. мин. наук, доцент
Башкирского государственного университета,
РФ, г. Уфа
E-mail: nn-larionov@yandex.ru*

**LITHOFACIES FEATURE OF THE AVZYAN
TERRIGENOUS-CARBONATE ORE-BEARING
FORMATIONS IN THE SOUTH URALS**

Larionov Nikolai

*cand. geol. min. Sciences, Associate Professor of the Bashkir State University,
Russia, Ufa*

АННОТАЦИЯ

Целью исследования являлось изучение фациальной изменчивости и связанной с ней металлогенической специализации отложений авзянской рудоносной формации. Для достижения цели использована методика литолого-фациального анализа, в результате которого построены литолого-фациальные профили соответствующих стратиграфических подразделений. Установлена закономерная связь фаций с минерагенической специализацией, а также тектоническое

совмещение разнофациальных разрезов, подтверждающее наличие на западном склоне Южного Урала аллохтонных структур.

ABSTRACT

The aim of the investigation was to study facies variability and related metallogenic deposits of the Avzyan ore-bearing formations. To achieve it the lithofacies analysis method was used, as a result the lithofacies profiles of appropriate stratigraphic units were built. The natural link of facies with a mineragenous specialization, tectonic combination of different facies cuts, confirming the presence of allochthonous structures on the western side of the Southern Urals were installed.

Ключевые слова: авзянская рудоносная формация; автохтон; аллохтон; литолого-фациальный профиль; минерогеническая зональность; фация.

Keywords: the Avzyan ore-bearing formations; autochthon; allochthon; lithofacies profile; mineragenous zoning; facies.

Фациальные особенности отложений авзянской рудоносной формации изучены слабо. Наиболее полные сведения по этому вопросу содержатся в работах А.В. Маслова [2; 3], где рассмотрены общие принципы литолого-фациального анализа докембрийских образований, дана типизация разрезов и их площадное распространение. Однако наиболее интересный катаскинский уровень исследован не достаточно детально, совершенно не затронуты вопросы связи фаций и оруденения. Это послужило причиной, заставившей автора вновь вернуться к этому вопросу [1] в кандидатской диссертации. В открытой печати эти материалы публикуются впервые.

Реконструкция фациальных условий осадконакопления осуществлялась посредством детального изучения структурно-текстурных особенностей пород, взаимоотношений генетических типов осадков, фаций, их мощностей и ряда других признаков.

Среди осадочных пород авзянской рудоносной формации выделено 12 макрофаций, объединяющих 18 фаций. В целях удобства пользования каждой фацией присвоены буквенные обозначения. Первая буква обозначает генетическую группу отложений, вторая макрофацию и третья — фацию. Совокупность генетических групп, макрофаций, фаций и литологических типов пород отражены в таблице 1.

Таблица 1.

Литологические типы пород, фации и макрофации и генетические группы отложений авзянской рудоносной формации

Генетические группы отложений	Макрофации	Фации	Литологические типы пород	
			Краткая характеристика	Индекс
Прибрежно-морские	Терригенных отложений прибрежных отмелей.	Песчано-алевролито-глинистых осадков прибрежных отмелей.	Переслаивание мелкозернистых песчаников, алевролитов и глинистых пород. Прослои и линзы крупнозернистых песчаников. Слоистость волнистая и горизонтальная. Следы трещин усыхания.	ПРТ-1
			Переслаивание мелкозернистых песчаников, часто доломитистых или алевролитов горизонтально и волнистослоистых с глинистыми породами.	ПРТ-2
	Терригенно-карбонатных отложений прибрежных отмелей.	Терригенно-карбонатных осадков прибрежных отмелей.	Чередование доломитов массивных или тонкослоистых, содержащих примесь алевро-пелитового материала и терригенных пород (песчаников, алевролитов, пелитов) на карбонатном цементе	ПРК
	Терригенных отложений прибрежного мелководья морского бассейна.	Алеврито-песчаных осадков прибрежного слабоподвижного мелководья морского бассейна.	Переслаивание мелкозернистых песчаников и алевролитов с горизонтальной и волнистой слоистостью.	ПМП
	Карбонатных отложений прибрежного мелководья морского бассейна.	Карбонатных осадков прибрежного мелководья морского бассейна.	Известняки и доломиты волнистослоистые с примесью терригенного материала. Редкие прослои алевро-пелитового материала.	ПМК

Лагунные	Глинисто-карбонатных отложений изолированных и полу-изолированных мелководных бассейнов.	Глинисто-карбонатных осадков мелководья замкнутого бассейна.	Чередование известняков и доломитов, мергелей, глинистых пород. Слоистость пологоволнистая, окраска пестрая.	ЛМК
	Терригенных отложений изолированных и полу-изолированных мелководных бассейнов.	Алевритовых осадков мелководья замкнутого бассейна.	Алевролиты массивные, глинистые с мелкой пологоволнистой слоистостью, пестроокрашенные.	ЛМА
Мелководно-морские	Терригенных отложений мелководья морского бассейна.	Песчано-алевролитоглинистых осадков малоподвижного мелководья морского бассейна.	Песчано-алевролитоглинистых осадков малоподвижного мелководья морского бассейна.	МММ
		Алевролитых осадков малоподвижного мелководья морского бассейна.	Алевролитых осадков малоподвижного мелководья морского бассейна.	ММА
		Алевролитоглинистых осадков мелководно-морского бассейна.	Алевролитоглинистых осадков мелководно-морского бассейна.	ММГ

	Терригенно-карбонатных отложений мелководья морского бассейна.	Карбонатно-терригенных осадков мало-подвижного мелководья морского бассейна.	Карбонатно-терригенных осадков малоподвижного мелководья морского бассейна.	ММТ
		Глинисто-известковых осадков открытого мелководья морского бассейна.	Глинисто-известковых осадков открытого мелководья морского бассейна.	ММИ
	Карбонатных отложений мелководья морского бассейна.	Карбонатно-фитогенных осадков умеренного и слабо-подвижного мелководья морского бассейна.	Карбонатно-фитогенных осадков умеренного и слабоподвижного мелководья морского бассейна.	ММФ
		Обломочно-карбонатных осадков подвижного мелководья морского бассейна.	Обломочно-карбонатных осадков подвижного мелководья морского бассейна.	ММБ
Морские удаленные	Терригенных отложений удаленных зон морского бассейна.	Алевролитоглинистых осадков удаленных от побережья частей морского бассейна.	Алевролитоглинистых осадков удаленных от побережья частей морского бассейна.	МУТ

Отложения авзянской формации представлены комплексом осадков различного генезиса, испытывающих существенные фациальные изменения по латерали. Для представления о характере фациальных изменений и взаимоотношениях выделенных фаций построены литолого-фациальные профили по линии Кулгунино-Кужа-Верхний Авзян-Тукан-Малый Инзер-Тирлян-Катав-Ивановск-Куса для каждой подсвиты авзянской свиты (рис. 1, 2). Разрезы на профилях изображены в виде двух колонок, на левой приведены литологические типы пород, на правой — генетические типы осадков (фации). В промежутках между разрезами показаны макрофации и их взаимо-переходы.

Для того чтобы иметь представление о нормальной последовательности фаций в пределах осадочного бассейна, приведем схематический профиль фациальных обстановок морского карбонатного осадконакопления по Плейфорду [4, с. 402] и на этом профиле определим место каждого из изученных нами разрезов катаскинской подсвиты и ее аналогов (рис. 3), полученный ряд Кулгунино-Кужа-Куса-Мал. Инзер (Катав-Ивановск)-В. Авзян-Тукан-Тирлян дает последовательную смену фациальных обстановок от прибрежно-морских до морских удаленных и совпадает с направлением СЗ-ЮВ, то есть вкрест простирания структур западного склона Южного Урала. С этой последовательностью хорошо согласуется направленная минерагеническая зональность, выраженная в смене барит-полиметаллического оруденения через магнетитовое к существенно железистому. Подобная зональность убедительно иллюстрируется изменением содержания железа и магния в зависимости от фаций (табл. 2).

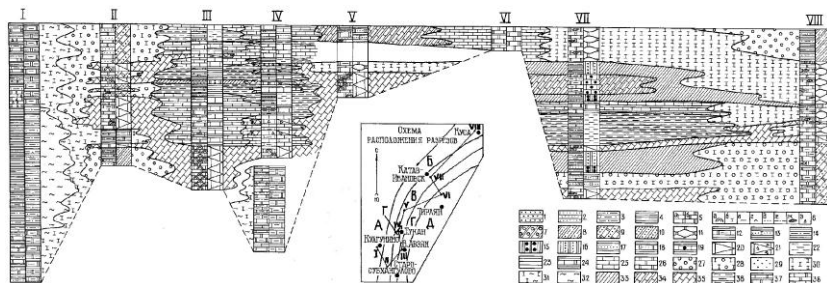


Рисунок 1. Литолого-фациальный профиль отложений катаскинской подсвиты (RF_{2av1}) и ее аналогов

Условные обозначения

I—VIII — разрезы катаскинского уровня, в левой колонке показаны литологические типы пород, в правой — фации. I —

скважина I Кулгунинская; II — сводный разрез Кужинского района; III — р. Бол.Авзян в пос. Верх.авзян; IV — сводный разрез Зигазино-Комаровского района; V — сводный разрез Инзерского района; VI — р. Терженка Тирлянский район; VII — р. Катав у г. Катав-Ивановск; VIII — сводный разрез Кусинского района. Буквами на схеме обозначены площади распространения преобладающих фаций: А — тылового рифа (зарифовых); Б — рифовых; В-Д — фаций предрифовой зоны: В — мелководно-морских, Г — морских удаленных внутренней подзоны, Д — морских удаленных внешней подзоны.

1—5 — литологические типы пород: 1—2 — песчаники: 1 — гравелитистые и крупнозернистые, 2 — мелкозернистые; 3 — алевролиты; 4 — сланцы; 5 — известняки (а) и доломиты (б); 6 — характеристика пород: а — строматолитовые текстуры, б — карбонатность, в — глинистость, г — углистость, д — песчаность, е — алевролитистость, ж — линзы кремней, з — текстуры плоско-обломочных брекчий и конгломератоподобные текстуры; 7—26 — фации: 7 — песчано-алевритоглинистых осадков прибрежных отмелей (ПРТ-1), 8 — алевритоглинистых осадков прибрежных отмелей (ПРТ-2), 9 — терригенно-карбонатных осадков прибрежных отмелей (ПРК), 10 — алеврито-песчаных осадков прибрежного слабоподвижного мелководья морского бассейна (ПМП), 11 — карбонатных осадков подвижного прибрежного мелководья морского бассейна (ПМК), 12 — глинисто-карбонатных осадков мелководья замкнутого бассейна (ЛМК), 13 — глинистых осадков мелководья замкнутого бассейна (ЛМТ), 14 — алевритовых осадков мелководья замкнутого бассейна (ЛМА), 15 — песчано-алеврито-глинистых осадков малоподвижного мелководья морского бассейна (МММ), 16 — алевритовых осадков относительно удаленных частей мелководья морского бассейна (ММА), 17 — алеврито-глинистых осадков мелководья морского бассейна (ММГ), 18 — карбонатно-терригенных осадков малоподвижного мелководья морского бассейна (ММТ), 19 — глинисто-известковых осадков открытого мелководья морского бассейна (ММИ), 20 — карбонатно-фитогенных осадков умеренно- и слабоподвижного мелководья морского бассейна (ММФ), 21 — обломочно-карбонатных отложений подвижного мелководья морского бассейна (ММБ), 22 — алеврито-глинистых отложений удаленных от побережья частей морского бассейна (МУТ), 23 — глинистых и карбонатно-глинистых осадков удаленных от побережья частей морского бассейна (МУГ), 24 — глинисто-карбонатных осадков удаленных от побережья частей морского бассейна (МУП), 25 — известковых осадков удаленных от побережья частей морского бассейна (МУИ), 26 — доломитовых

и глинисто-доломитовых садков удаленных от побережья частей морского бассейна (МУД); 27—38 — макрофации: 27 — терригенных отложений прибрежных отмелей, 28 — терригенно-карбонатных отложений прибрежных отмелей, 29 — терригенных отложений прибрежного мелководья морского бассейна, 30 — карбонатных отложений прибрежного мелководья морского бассейна, 31 — глинисто-карбонатных отложений изолированных и полуизолированных мелководных бассейнов, 32 — терригенных отложений изолированных и полуизолированных мелководных бассейнов, 33 — терригенных отложений мелководья морского бассейна, 34 — терригенно-карбонатных отложений мелководья морского бассейна, 35 — карбонатных отложений мелководья морского бассейна, 36 — терригенных отложений удаленных зон морского бассейна, 37 — терригенно-карбонатных отложений удаленных зон морского бассейна, 38 — карбонатных отложений удаленных зон морского бассейна

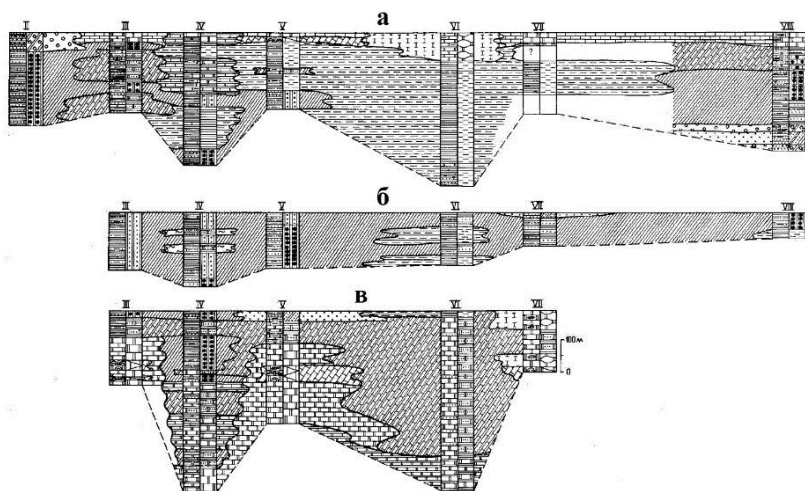


Рисунок 2. Литолого-фациальные профили отложений верхних подсвит авзянской свиты

Условные обозначения

а — малоинзерская (RF_{2av_2}) и ушаковская (RF_{2av_3}) подсвиты, б — куткурская подсвита (RF_{2av_4}), в — реветская (RF_{2av_5}) и тюльменская (RF_{2av_6}) подсвиты. Остальные условные обозначения см. на рис. 1

В таблице 2 районы расположены в порядке последовательной смены фаций (см. рис. 3). Содержание железа в породах закономерно увеличивается при переходе от прибрежно-континентальных фаций к морским, тогда как содержание магния в том же направлении уменьшается. Это дает основания считать, что рудоносность зависит не только от палеогеографических условий осадконакопления, но и от фациальных особенностей каждого конкретного разреза.



Рисунок 3. Схематический профиль, показывающий основные фациальные обстановки морского карбонатного осадконакопления (по Плейфорду, 1972, *Ann. Soc. Ged. Belgique*, V. 95)

Условные обозначения

1 — глубоководные фации с прослоями турбидитов; 2 — фации предрифовой зоны; 3 — рифовые фации; 4 — фации тылового рифа; 5 — фундамент. Римскими цифрами обозначены изученные разрезы катакского уровня, расположенные на профиле соответственно их фациальной характеристике: I — Кулгунинский, II — Кужинский, III — Авзянский, IV — Зигазино-Комаровский, V — Инзерский, VI — Тирлянский, VII — Катав-Ивановский, VIII — Кусинский; индексами показано преобладающее оруденение.

Далее сопоставим расположение разрезов на схематическом фациальном профиле с их местом в современной структуре Башкирского мегантиклинория. В общем виде оно совпадает, несоответствие наблюдается лишь в положении Зигазино-Комаровского (Тукан) и Авзянского рудного районов, которые как бы поменялись местами.

Таблица 2.

Зависимость средних содержаний Fe и Mg (вес.%) в породах авзянской рудоносной формации от фациальных условий осадконакопления

Породы	Район и преобладающие генетические группы отложений							
	Кужинский. Лагунные, прибрежно-морские		Инзерский. Прибрежно-морские, мелководно-морские		Авзянский. Мелководно-морские, морские удаленные		Зигазино-Комаровский. Морские удаленные, мелководно-морские	
	Fe	Mg	Fe	Mg	Fe	Mg	Fe	Mg
Глинистые породы	2,7 ¹	2,84	2,83	2,73	3,42	2,35	3,29	1,73
	3	3	3	3	11	7	17	4
Песчаники	1,87	2,42	2,65	0,84	-	-	-	-
	9	9	3	3	-	-	-	-
Доломиты	1,91	10,5	1,67	8,79	3,52	7,34	4,69	8,56
	10	10	9	9	7	15	27	11
Известняки	-	-	-	2,09	1,62	2,13	1,75	2,28
	-	-	-	1	10	9	17	4

Изучая разрез катакской подсыты Зигазино-Комаровского рудного района мы обратили внимание на то, что он делится на два отдельных фрагмента. Основная часть представлена морскими фациями и располагается в интенсивно дислоцированной зоне, находясь часто в запрокинутом залегании. Диссонансом этому является нижняя пестроцветная толща, которая практически не дислоцирована, имеет очень пологое залегание и большие мощности. Эти отложения не совместимы с вышележащими, как в структурно-тектоническом, так и в фациальном отношении. Поэтому на рис. 1 стратиграфическая колонка разделена на две независимые части, не имеющие между собой стратиграфического соотношения. Анализ фаций позволяет предположить, что пестроцветная толща с барит-полиметаллической специализацией залегает автохтонно на месте своего образования, а перекрывающие ее темноокрашенные отложения мелководно-морского генезиса с железо-магнезиальной специ-

¹ Здесь и далее в числителе содержание в вес. %, в знаменателе — количество проб.

ализацией представляют собой интенсивно дислоцированный аллохтон, тектонически перемещенный сюда из зоны, располагающейся восточнее меридиана пос. Верхний Авзян, то есть перемещение составило не менее 25—30 км. В свете этих данных становится актуальным вопрос о наличии на западном склоне Южного Урала аллохтонных тектонических структур, определяющих геологическую позицию и минерагеническую специализацию целых рудных районов. Тектоническое соотношение разнофациальных разрезов подтверждено результатами бурения скважины № 2 по объекту ГДП-200 «Авзянская площадь». Таким образом, даже весьма упрощенный литолого-фациальный анализ отложений авзянской рудоносной формации позволяет сделать следующие выводы:

1. Отложения формации испытывают значительные фациальные изменения по латерали, проявляющиеся наиболее резко в направлении с северо-запада на юго-восток.

2. Фациальные изменения сопровождаются закономерной минерагенической зональностью, от барит-полиметаллического оруденения, связанного с прибрежно-морскими и лагунными фациями (западные разрезы), через магнетитовое оруденение мелководно-морских фаций, до существенно железистого, характерного для более удаленных зон морского бассейна.

3. Авзянская рудоносная формация представляет собой комплекс отложений единого трансгрессивного цикла осадконакопления. Снизу вверх по разрезу наблюдается постепенное снижение роли лагунных и прибрежно-морских и возрастание мелководно-морских и удаленных морских отложений.

4. Закономерное изменение фаций по латерали, в ряде мест оказывается нарушенным, что в совокупности с другими данными позволяет предположить тектоническое совмещение разнофациальных разрезов, подтверждающее наличие на западном склоне Южного Урала достаточно крупных аллохтонных структур.

Список литературы:

1. Ларионов Н.Н. Геология и рудоносность авзянской терригенно-карбонатной формации среднего рифея на Южном Урале // Автореф. дисс. канд. геол.-минер. наук. Екатеринбург, 1994. — 20 с.
2. Маслов А.В., Крупенин М.Т. Разрезы рифея Башкирского мегантиклинория (западный склон Южного Урала) // Информационные материалы. Свердловск, УрО АН СССР, 1991. — 172 с.
3. Маслов А.В. Типы разрезов авзянской свиты среднего рифея // Отечественная Геология, — 1993. — № 1. — С. 49—56.
4. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы // Пер. с англ.-М.: Недра, 1981. — 751 с.

6.2. ГЕОЭКОЛОГИЯ

НЕКОТОРЫЕ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ЗАГРАДИТЕЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ИМ В.П. ГРИБА

Сергутин Максим Владимирович

*научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и экологии
Научного центра геомеханики и проблем горного производства,
Горный университет,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: sergutin.m@mail.ru*

SOME HYDROGEOECOLOGICAL ASPECTS OPERATION OF THE BARRIER DRAINAGE AT THE FIELD V.P. GRIBA

Maksim Sergutin

*scientist of hydrogeology and ecology laboratory, Scientific center
geomechanics and problem of mining production, University of Mines,
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено гидрогеологическое строение месторождения им. В.П. Гриба. Описана основная проблема, связанная с эксплуатацией системы заградительного дренажа, вынос взвешенных частиц. Обозначены методы снижения концентраций взвешенных частиц в дренажных водах.

ABSTRACT

Considered hydrogeological structure of the deposit V.P. Griba. Described the main problem associated with the operation of the barrier drainage, removal of suspended solids. Marked reduction techniques concentrations of suspended particles in the drainage water.

Ключевые слова: взвешенные частицы; дренажные скважины; геоэкология; дебит.

Keywords: suspended particles; drainage wells; geo-ecology; rate.

Месторождение им. В.П. Гриба расположено в Архангельской области в 130 км на северо-восток от областного центра. Вмещающие кимберлитовую трубку отложения венда перекрыты каменноугольными и четвертичными отложениями.

Четвертичный комплекс на водоразделах маломощный (не более 10 м) представлен песчано-глинистыми отложениями. В долинах рек комплекс представлен песчано-гравийными образованиями, его мощность достигает 30 м.

В толще каменноугольных и вендских отложений выделяют ряд водоносных горизонтов и комплексов [4; 5]:

- олмуго-окуневский (C_2ol-ok) водоносный горизонт, приуроченный к пачке доломитизированных известняков мощностью около 20 м, закарстованных в нижней части, а в верхней — выветрелых до состояния доломитовой муки;
- урзуго-воереченский водоносный комплекс ($C_2 ur-vr$), который подразделяется на воереченский относительно водоупорный горизонт ($C_2 vr$) представленный переслаиванием песчаников и алевролитов мощностью 5—10 м и урзугский водоносный горизонт ($C_2 ur$) слабосцементированных песчаников мощностью 30—40 м;
- падунский комплекс ($V_2 pd$) мощностью около 160 м, представленный переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов;
- комплекс слабопроницаемых мезенских ($V_2 mz$) и усть-пинезских ($V_2 up$) отложений представленных переслаиванием алевролитов, аргиллитов и песчаников.

Месторождение намечено к отработке открытым способом до глубины 450 м в течение 16 лет [3]. Карьером планируется полное вскрытие отложений четвертичного комплекса, карбона, парунской свиты и вскрытие верхней части мезенской свиты мощностью 230 м.

Падунский водоносный комплекс является основным, определяющим более 70 % притока подземных вод в проектируемый карьер. Для снижения притоков подземных вод в карьер эксплуатируются два контура водопонижающих скважин. Основной ряд состоит из 75 скважин глубиной около 230 м, равномерно расположенных на расстоянии 50 м вокруг проектного (предельного) контура карьера.

Дополнительный ряд, состоящий из 12 скважин глубиной порядка 75 м, в экстренном порядке был построен в осушаемой (северной) части озера Черное летом 2014 г. для снижения притоков в карьер со стороны восточного борта, где расположена перегубленная долина проточного озера Черное. Дополнительный ряд скважин оборудован на четвертичный водоносный комплекс и верхнюю часть падунского водоносного комплекса. Суммарная производительность

скважин дополнительного ряда в настоящий момент составляет $800 \text{ м}^3/\text{час}$ и постепенно снижается ввиду тенденции к осушению четвертичного водоносного комплекса. Предполагается что в 2020 г. К моменту полного вскрытия карьером падунского водоносного комплекса отпадет необходимость в эксплуатации дополнительного ряда скважин, кроме того его работа будет невозможна поскольку уровни подземных вод в районе северной части озера Черного будут ниже забоев скважин. В ближайшей перспективе проблемы, связанные с эксплуатацией дополнительного ряда скважин, не наблюдаются: высокая проницаемость четвертичных отложений способствует стабильной эксплуатации всех 12 скважин с относительно большими дебитами (в данный момент до $80 \text{ м}^3/\text{час}$) при небольшой обводненной мощности (менее 10 м); качество откачиваемых вод позволяет их сбрасывать в речную сеть без дополнительной очистки.

Скважины основного контура предназначены для снижения напоров в падунском водоносном комплексе. Производительность основного дренажного ряда на начало 2015 года составляет $6300 \text{ м}^3/\text{час}$.

На основном водопонижающем контуре постоянно работают 70 из 75 скважин, таким образом средний дебит скважин основного контура составляет $90 \text{ м}^3/\text{час}$. На дополнительном контуре постоянно работают все 12 скважин со средним дебитом $67 \text{ м}^3/\text{час}$.

Эксплуатация основного ряда водопонижающих скважин осложнена в первую очередь высокими содержаниями взвешенных частиц в откачиваемой воде до $1000 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Содержание взвешенных частиц в поверхностных водотоках в естественных условиях не превышает $5\text{—}7 \text{ мг}/\text{дм}^3$, при сбросе дренажных вод рыбохозяйственные нормативы не допускают увеличение концентрации взвесей по сравнению с естественными условиями более чем на $0,25 \text{ мг}/\text{дм}^3$ [6]. Кроме того, абразивные свойства откачиваемых вместе с водой песчаных и пылеватых частиц способствуют быстрому выходу из строя водоподъемного оборудования вследствие износа подшипников и других деталей насосов.

Вынос с дренажными водами большого количества взвешенных частиц обусловлен слабыми цементационными связями в падунских песчаниках, способствующих образованию каверн в первую очередь в непосредственной близости от водопонижающих скважин, где скорость движения воды максимальна. При эксплуатации дополнительного ряда скважин подобные проблемы не наблюдаются в течение первых суток откачки из четвертичного водоносного комплекса вода осветляется и вынос взвесей далее не наблюдается. На соседнем

месторождении им. М.В. Ломоносова, которое расположено в 30 км на юго-запад, при откачке из того же самого падунского водоносного комплекса содержание взвешенных частиц редко превышает величины 5—10 мг/дм³ [7]. На разных месторождениях нет существенных отличий в конструкциях скважин и их режимах эксплуатации, поэтому большую разницу в содержании взвешенных частиц можно объяснить различием в качественных характеристиках дренируемых пород. Падунские отложения на месторождении им. М.В. Ломоносова характеризуется несколько более высокими показателями прочности [2] по сравнению с месторождением им. В.П. Гриба, что косвенно свидетельствует о более слабых цементационных связях на рассматриваемом месторождении.

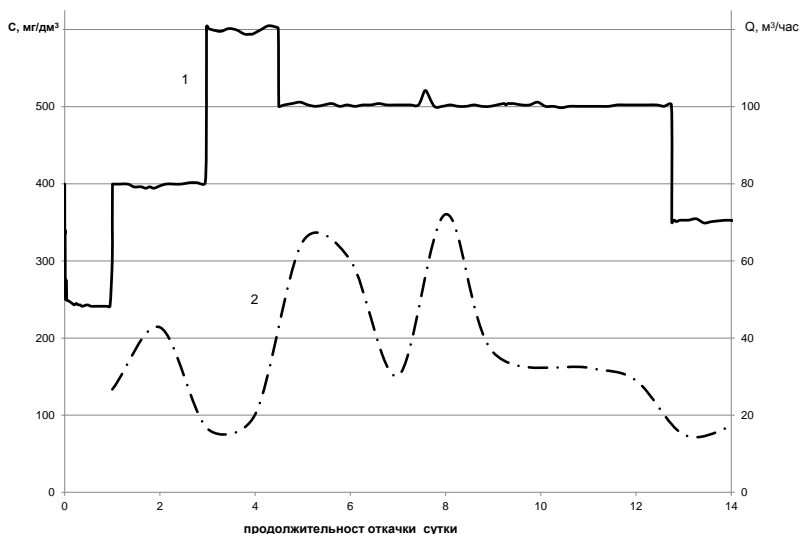


Рисунок 1. График изменений дебита откачки (Q , кривая 1) и содержания взвешенных частиц в откачиваемой воде (C , кривая 2) при опробовании скважины на месторождении им. В.П. Гриба

Экспериментально установлено, что существует нелинейная связь между дебитом скважины, временем от начала её эксплуатации с постоянным дебитом и содержанием взвешенных частиц в откачиваемой воде (рис. 1). При этом интенсивность выноса частиц из горной породы не зависит от конструкции фильтров, что экспериментально доказано при опробовании ряда скважин с пятью различными

типовыми конструкциями среди которых щелевые фильтры отечественного и импортного производства, с гравийной обсыпкой создаваемой в скважине и блочные, фильтры различных диаметров и с разными размером щели.

Отсутствие строго научного описания процесса выноса вместе с откачиваемой водой твердых частиц из водоносных горизонтов не позволяет эффективно решать эту проблему. В итоге, на производстве единственным надежным решением обозначенной проблемы является строгое соблюдение регламента эксплуатации водопонижающих скважин. Регламент предписывает плавное поэтапное увеличение производительности вводимых в эксплуатацию скважин, при регулярном контроле содержания взвешенных частиц в откачиваемых водах. Таким образом, значение концентрации взвешенных частиц является основным критерием для изменения производительности системы заградительного дренажа. Поскольку при современной производительности скважин пробок в карьер составляет около 900 м³/час, что существенно выше проектных значений в 400 м³/час, следовало бы увеличить производительность водопонижающих скважин большинство из которых работают на пределе возможностей по содержанию взвешенных частиц. Кроме того, регулярный выход из строя водоподъемного оборудования не позволяет одновременно эксплуатировать более 70 скважин основного контура, практически постоянно 5 скважин находятся в ремонте [1].

Список литературы:

1. Заостровцев В.Н., Бабадутов О.И., Шапоров М.Ю., Миняева И.А. Технология и оборудование водоотлива в карьере ГОКа им. В. Гриба // Горный журнал. — 2014. — № 3. — С. 91—95.
2. Кольцова Е.И. Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий месторождения имени Ломоносова с позиций оценки устойчивости карьерных откосов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. — 2003. — № 1. — С. 71—74.
3. Наливайко В.А., Стахеев А.Г., Опахин А.А. Проектирование ГОКа им. В. Гриба на месторождении алмазов // Горный журнал. — 2014. — № 3. — С. 33—36.
4. Норватов Ю.А., Петрова И.Б., Котлов С.Н. Особенности гидрогеоэкологических условий разработки открытым способом алмазного месторождения им. В.П. Гриба // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2011. — № 5. — С. 426—430.
5. Пенделяк Р.Н., Веричев Е.М., Головин Н.Н. Месторождение им. В.Гриба: геологическое строение и алмазность // Горный журнал. — 2014. — № 3. — С. 18—23.

6. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
7. Шкиль И.Э. Опыт эксплуатации дренажного контура водопонижающих скважин на карьере трубки Архангельской//Горный журнал. — 2009. — № 10. — С. 13—14.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

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

Сборник статей по материалам
XXIX международной научно-практической конференции

№ 4 (28)
Апрель 2015 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 09.04.15. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,75. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630099, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 16, офис 807
E-mail: mail@sibac.info

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