

Министерство образования и науки
Российской Федерации

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308–4758



Выпуск №2, 2015 г.

Выходит 4 раза в год

	«Наука. Инновации. Технологии» Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета
Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
Главный редактор	д-р геогр. наук, профессор В. С. Белозеров
Редакционный совет журнала	А. А. Левитская, председатель, ректор СКФУ, канд. филол. наук, доцент; И.А. Евдокимов, заместитель председателя, проректор по научной работе СКФУ, д-р техн. наук, профессор; В.С. Белозеров, главный редактор, д-р геогр. наук, профессор; М.Ч. Залиханов, д-р геогр. наук, профессор, академик РАН (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик); А.Г. Храмцов, д-р техн. наук, профессор, академик РАН; Ю. Ю. Балега, д-р физ.-мат. наук, член-корр. РАН (САО РАН, п. Нижний Архыз); С.В. Рязанцев, д-р экон. наук, член-корр. РАН (ИСПИ РАН, г. Москва); И. М. Агибова, д-р пед. наук, профессор; Т.П. Бондарь, д-р мед. наук, профессор; А.А. Лиховид, д-р геогр. наук, профессор; В.С. Тикунов, д-р геогр. наук, профессор (МГУ им. Ломоносова, г. Москва).
Редакционная коллегия	М.Т. Абшаев, д-р физ.-мат. наук, профессор (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик); И.В. Бегдай, канд. техн. наук, доцент; В.С. Белозеров, д-р геогр. наук, профессор (главный редактор); Т. П. Бондарь, д-р мед. наук, профессор; В.Б. Бородулин, д-р мед. наук, профессор (Саратовский ГМУ Росздрава, г. Саратов); О.А. Бутова, д-р мед. наук, профессор; Т. И. Герасименко, д-р геогр. наук, профессор (Оренбургский гос. университет, г. Оренбург); В. А. Гридин, д-р геол.-минерал. наук, профессор; Л. И. Губарева, д-р биол. наук, профессор; Т.И. Джандарова, д-р биол. наук, доцент; Ю. И. Диканский, д-р физ.-мат. наук, профессор; Л.А. Диневич, д-р физ.-мат. наук, профессор (Тель-Авивский университет, г. Тель-Авив); К.В. Ерин, д-р физ.-мат. наук, профессор; А.И. Жакин, д-р физ.-мат. наук, профессор (Юго-Западный гос. университет, г. Курск); А.Р. Закинян, канд. физ.-мат. наук, доцент; А. О. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор (Уральский федеральный университет им. Б. Ельцина); А.А. Коляда, д-р физ.-мат. наук, доцент (Белорусский гос. университет, г. Минск); А.А. Лиховид, д-р геогр. наук, профессор; А.Д. Лодыгин, д-р техн. наук, доцент; А.В. Лысенко, д-р геогр. наук, доцент; И.Н. Молодикова, канд. геогр. наук (Центрально-Европейский университет, г. Будапешт); В.И. Наац, д-р физ.-мат. наук, профессор; Т.Г. Нефедова, д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); П. М. Полян, д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); В.В. Разумов, д-р геогр. наук, профессор; Л.Д. Тимченко, д-р ветеринар. наук, профессор; Л. Д. Цатурян, д-р мед. наук, профессор (Ставропольский гос. мед. университет, г. Ставрополь); Н. И. Червяков, д-р техн. наук, профессор; В. А. Шальнев, д-р геогр. наук, профессор; Н.А. Щитова, д-р геогр. наук, профессор; А.С. Молахосеини, канд. наук, доцент (Исламский университет Азад, Керман, Иран).
Свидетельство о регистрации	ПИ № ФС77–52723 от 8.02.2013.
Подписной индекс	Объединенный каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94011 Журнал включен в БД «Российский индекс научного цитирования». Журнал «Вестник Ставропольского государственного университета» перерегистрирован в журнал «Наука. Инновации. Технологии» в связи с переименованием учредителя.
Адрес Телефон Сайт E-mail	355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1 (8652) 33-07-32 www.ncfu.ru vsbelozerov@yandex.ru
ISSN	2308–4758
©	ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 2015

	«Science. Innovations. Technologies» North Caucasus Federal University
Founder	Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «North Caucasus Federal University»
Editor in chief	V. S. Belozеров, Doctor of Geographical Sciences, professor
Editorial Council	A.A. Levitskaya, chairman, Rector SKFU, PhD. Philology Sciences, Associate Professor; I.A. Evdokimov, Vice Chairman, Dr. Technical Sciences, Professor; V.S. Belozеров, Chief Editor, Doctor of Geographical Sciences, professor; M.Ch. Zalikhanov, Dr. of Geographical Sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences (Mountain Geophysical Institute, Nalchik); A.G. Hramtsov, Dr. Technical Sciences, Professor, academician of the Russian Academy of Sciences; Y.Y. Balega, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (SAO RAS, p. Lower Arhiz); S.V. Ryazantsev, Dr. of Economic Sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (ISPR RAS, Moscow); I.M. Agibova, Dr. Pedagogical Sciences, Professor; T.P. Bondar', Dr. Medical Sciences, Professor; A.A. Likhovid, Dr. Doctor of Geographical Sciences, professor; V.S. Tikunov, Doctor of Geographical Sciences, professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow).
Editorial Board	M.T. Abshaev, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, professor (Mountain Geophysical Institute, Nalchik); I.V. Begday, Ph.D., Associate Professor; V.S. Belozеров, Dr. of Geographical Sciences, professor, editor in chief; T. P. Bondar', MD, professor; Borodulin V.B., MD, Professor (Saratov State Medical University, Saratov); O. A. Butova, MD, professor; Gerasimenko T.I., Dr. of Geographical Sciences, Professor (Orenburg State University, Orenburg); Gridin V.A., Dr. of geological-mineralogical Sciences, Professor; Gubareva L.I., Sc.D., Professor; Dzhandarova T.I., Sc.D., Associate Professor; Y. I. Dikanskiy, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, professor; Dinevich L.A., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Tel-Aviv University, Tel-Aviv); K. V. Erin, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, professor; Zhakin A.I., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Southwest State University, Kursk); A. R. Zakinyan, candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor; Ivanov A.O., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Yeltsin's Ural Federal University); Kolyada A.A., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor (Belarusian State University, Minsk); A. A. Likhovid, Dr. of Geographical Sciences, professor; A. D. Lodygin, Dr. of Technical Sciences, associate professor; A. V. Lysenko, Dr. of Geographical Science, associate professor; Molodikova I.N., Ph.D. (Central European University, Budapest); Naats V.I., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Nefedova T.G., Dr. of Geographical Sciences, Leading Researcher, Russian Academy of Sciences (IG RAS, Moscow); Polyana P.M., Dr. of Geographical Sciences, Leading Researcher, Russian Academy of Sciences (IG RAS, Moscow); Razumov V.V., Dr. of Geographical Sciences, Professor; Timchenko L.D., Dr. of Veterinary Sciences, Professor; Tsaturyan L.D., MD, Professor (Stavropol State Med. University, Stavropol); N.I. Chervyakov, Dr. of Technical Sciences, professor; V.A. Shalnev, Dr. of Geographical Sciences, Professor; N.A. Shitova, Dr. of Geographical Sciences, Professor; A.S. Molahosseini, assistant professor, PH.D (Islamic Azad University, Kerman).
Certificate	ПИ № ФС77–52723 dated February 8th 2013.
The Index	The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting». The journal «Bulletin of the Stavropol state University» renamed in the journal «Science. Innovations. Technologies» due to renaming of the founder.
Adress Phone Site E-mail	355009, Stavropol, Pushkin street, 1 8 (8652) 33-07-32 www.ncfu.ru vsbelozеров@yandex.ru
ISSN	2308–4758
©	FGAOU VPO «North Caucasus Federal University», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Адамчук А. С., Амироков С. Р., Притула Т. К.

Исследование устойчивости структуры математической модели взаимодействия четырех сообществ 7

Нагорнов Н. Н., Червяков Н. И.

Коррекция ошибок при передаче и обработке информации, представленной в сок, методом синдромного декодирования 15

Попов И. П.

Построение абстрактной модели силового поля типа электромагнитного. Часть 1 41

Червяков Н. И., Ляхов П. А., Шульженко К. С.

Применение адаптивных фильтров на основе системы остаточных классов в спутниковой связи 55

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Александрова А. Ю.

Великий шелковый путь: геополитические, географические и экономические аспекты проектирования трансграничного туристского маршрута 68

Аникеева О. С.	Публикация карт в сети Интернет: эволюция картографии	78
Махмудов Р. К., Горбань О. А.	Картографо-геоинформационные методы в анализе преступности (на примере Ставропольского края)	86
Молодикова И.Н.	Мигранты с Северного Кавказа в ЕС: проблемы интеграции и гендерных ролей	99
Нефедова Т. Г.	Рекреация горожан как фактор сохранения и реконструкции сельского расселения нечерноземья	120
Топилин А. В.	Миграционные процессы и рынок труда в России	140

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Беляев Н.Г., Пономаренко Д.Г., Магомедова А.И.	Использование продуктов с высоким содержанием сывороточного белка как средства, повышающего адаптивные возможности женского организма	154
Берсенева О.А.	Ферментативная активность микобиоты как интегральный показатель экологического состояния почв в зоне влияния металлургических производств	164

Бондарь Т.П., Петровский С.А.

Взаимосвязь вязкости крови и биофизических
свойств мембраны эритроцитов у больных са-
харным диабетом 2 типа 172

Денисова Е.В., Супрунчук В.Е.,

Горбачева А.А., Ширинян М.Г.

Формирование микрокапсул на основе фукои-
дана путем внешнего и внутреннего гелеобра-
зования 179

Шкарлет Г. П.

Фауна и население птиц полезационных насаж-
дений Ставропольского края 187

ФИЗИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №2, 2015

УДК 517.2

Адамчук А.С. [Adamchuk A.S.],
Амироков С.Р. [Amirokov S.R.],
Притула Т.К. [Pritula T.K.]

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТРУКТУРЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕТЫРЕХ СООБЩЕСТВ

Study of structure stability in a mathematical model of four interacting groups

Рассматривается проблема математического моделирования процессов динамики и изменений структуры четырех взаимодействующих сообществ с помощью системы нелинейных дифференциальных уравнений вольтерровского типа. Показано, что можно найти стационарное состояние с положительными координатами, когда все сообщества сосуществуют. Предложены алгоритм и программа поиска и исследования на устойчивость стационарного состояния с ненулевыми координатами математической модели динамики четырех взаимодействующих сообществ.

Ключевые слова: алгоритм, программа, модель, устойчивость, дифференциальные уравнения.

We will discuss the problem of mathematical modeling of dynamic processes and structure change in a model with four interacting groups using a system of Walter's non-linear differential equations. We will show that it is possible to find a stationary state with positive coordinates when all groups exist. We will also suggest an algorithm and a program for finding the stationary state with non-zero coordinates and testing its stability in a mathematical model of dynamics between four interacting groups.

Key words: algorithm, program, model, stability, differential equations.

В математических моделях взаимодействия нескольких сообществ динамика изменения их численности и структуры обычно описывается обобщенной системой нелинейных дифференциальных уравнений Вольтерра.

Изучение процессов динамики и изменений структуры взаимодействующих сообществ в различных сферах человеческой деятельности сегодня по-прежнему представляет особый интерес. Так, в экономике до сих пор важны как вопросы о методах конкуренции, так и условия сосуществования многих фирм на рынке для решения проблемы демополизации

товаров и услуг [1, 2]. При моделировании процессов глобализации, которые были рассмотрены в работах [3], остаются актуальными вопросы исследования возможности и условий сосуществования государств, как взаимодействующих сообществ. К системам вольтерровского типа четырех и более уравнений сводятся и математические модели взаимного информационного взаимодействия двух этносов [4] и другие.

Большинство методов и алгоритмов нелинейной динамики эффективны в приложениях сравнительно малой размерности. К настоящему времени хорошо изучены системы нелинейных дифференциальных уравнений размерности не выше 3. Однако для решения многих практических задач (передачи информации, медицины, сейсмологии, экономики, и т.д.) требуется использование систем большей размерности.

Поэтому для решения задач, связанных с исследованием более сложных взаимодействий необходимо исследование систем размерности 4 и выше, а также создание новых математических моделей, на которых они могут быть апробированы.

В частности, можно предложить следующую упрощенную модель обучения в вузе.

Пусть U_1 – количество поступающих на первый курс вуза из числа абитуриентов, способных обучаться и обмениваться информацией между собой.

U_2 – студенты вуза, еще не обученные, но способные обучаться;

U_3 – отстающие студенты, не способные или не желающие обучаться, вуз может их отчислять за неуспеваемость;

U_4 – преподаватели.

Тогда модель обучения в университете можно представить в виде:

$$\begin{aligned}\frac{dU_1}{dt} &= a_1 U_1 + a_{12} U_1 U_2 - a_{13} U_1 U_3 - a_{14} U_1 U_4 - a_{11} * U_1^2 \\ \frac{dU_2}{dt} &= a_2 U_2 + a_{21} U_1 U_2 - a_{23} U_2 U_3 + a_{24} U_2 U_4 + a_{22} * U_2^2 \\ \frac{dU_3}{dt} &= a_3 U_3 + a_{31} U_1 U_3 + a_{32} U_2 U_3 - a_{34} U_3 U_4 \\ \frac{dU_4}{dt} &= a_4 U_4 + a_{42} U_2 U_4 - a_{43} U_3 U_4\end{aligned}\quad (1)$$

- где a_i — коэффициенты естественного прироста каждого вида (скорость поступления на учебу или работу в университет);
- a_{ii} — коэффициенты внутривидовой конкуренции ($i = 1, 2, 3, 4$);
- $a_{12} = a_{21}$ — коэффициент прироста обученных из числа поступивших U_1 за счет информированности и помощи в учебе студентами U_2 ;
- a_{24} — коэффициент прироста обученных студентов U_2 , получивших знания от преподавателей;
- $a_{23} = a_{32}$ — коэффициент убыли обученных, которые могут быть отчислены по разным причинам;
- a_{42} — коэффициент прироста количества преподавателей из числа успешных студентов-выпускников;
- a_{14} — коэффициент убыли первокурсников за счет неуспеваемости;
- a_{34} — коэффициент отчисления отстающих;
- a_{43} — коэффициент уменьшения количества преподавателей из-за отчисления студентов.

Коэффициенты в данной модели положительны.

Все 4 вида участников процесса обучения в практике работы вуза сосуществуют. Поэтому является важным исследование условий их сосуществования.

Отметим, что в этой модели, вообще говоря, должны быть учтены ограничения по численности, например $U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \leq N$ — общее число людей, занятых учебой в университете в конкретном учебном году. Могут быть также добавлены при уточнении модели ограничения, учитывающие план набора, общее количество студентов, число преподавателей и другие контрольные цифры. В данной статье ограничения пока в модели не учитываются.

Необходимо найти сбалансированное соотношение численности между этими четырьмя сообществами, что соответствует математической задаче о поиске и исследовании на устойчивость соответствующей стационарной точки для четырехвидовой системы уравнений Лотки-Вольтерра.

Предложенная математическая модель есть частный случай обобщенной четырехвидовой модели взаимодействия, которая описывается

системой 4-х нелинейных дифференциальных уравнений вольтерровского типа.

$$\begin{aligned}\frac{dU_1}{dt} &= a_1 U_1 + a_{12} U_1 U_2 + a_{13} U_1 U_3 + a_{14} U_1 U_4 + a_{11} * U_1^2 \\ \frac{dU_2}{dt} &= a_2 U_2 + a_{21} U_1 U_2 + a_{23} U_2 U_3 + a_{24} U_2 U_4 + a_{22} * U_2^2 \\ \frac{dU_3}{dt} &= a_3 U_3 + a_{31} U_1 U_3 + a_{32} U_2 U_3 + a_{34} U_3 U_4 + a_{33} * U_3^2 \\ \frac{dU_4}{dt} &= a_4 U_4 + a_{41} U_1 U_4 + a_{42} U_2 U_4 + a_{43} U_3 U_4 + a_{44} * U_4^2\end{aligned}\quad (2)$$

Система (2) имеет 16 стационарных точек, которые получаются, если приравнять все правые части уравнений системы (2) к нулю. Пятнадцать имеют как минимум одну нулевую координату, поэтому для нашей модели не годятся. Интересно найти ненулевые координаты такой точки равновесия, в которой все 4 сообщества U_i сосуществуют.

Обозначим координаты ненулевой стационарной точки: $A(l, m, n, k)$.

В вольтерровской модели, оказывается, можно получить алгоритм и формулы для отыскания точных координат как интересующей нас точки, так и всех остальных стационарных точек для систем любой размерности, благодаря особому виду нелинейных членов дифференциальных уравнений системы (2).

Для четырехвидовой модели правые части уравнений системы (2) при $n = 4$ имеют вид:

$$\begin{aligned}U_1(a_1 + a_{12}U_2 + a_{13}U_3 + a_{14}U_4 + a_{11} * U_1) &= 0, \\ U_2(a_2 + a_{21}U_1 + a_{23}U_3 + a_{24}U_4 + a_{22} * U_2) &= 0, \\ U_3(a_3 + a_{31}U_1 + a_{32}U_2 + a_{34}U_4 + a_{33} * U_3) &= 0, \\ U_4(a_4 + a_{41}U_1 + a_{42}U_2 + a_{43}U_3 + a_{44} * U_4) &= 0.\end{aligned}\quad (3)$$

Так как для предложенной модели нас интересует только точка с ненулевыми координатами, где все $U_i \neq 0$, на них в (3) можно сократить и получить линейную алгебраическую систему четырех уравнений (4), которая, будучи невырожденной, имеет единственное решение и решается стандартными методами линейной алгебры.

$$\begin{aligned}a_1 + a_{12}U_2 + a_{13}U_3 + a_{14}U_4 + a_{11} * U_1 &= 0; \\ a_2 + a_{21}U_1 + a_{23}U_3 + a_{24}U_4 + a_{22} * U_2 &= 0;\end{aligned}\quad (4)$$

$$\begin{aligned} a_3 + a_{31}U_1 + a_{32}U_2 + a_{34}U_4 + a_{33}^*U_3 &= 0; \\ a_4 + a_{41}U_1 + a_{43}U_2 + a_{43}U_3 + a_{44}^*U_4 &= 0; \end{aligned}$$

В частности, метод Жордана-Гаусса позволит найти стационарные точки и для вольтерровских моделей размерности выше 4.

Обозначим координаты ненулевой стационарной точки: $A(l, m, n, k)$. Следующий шаг исследования этого стационарного состояния системы (2) на устойчивость – линейаризация методом Ляпунова. Получаем характеристическое уравнение:

$$\begin{vmatrix} c_1 - \lambda & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \alpha_{14} \\ \alpha_{21} & c_2 - \lambda & \alpha_{23} & \alpha_{24} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & c_3 - \lambda & \alpha_{33} \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} & \alpha_{43} & c_4 - \lambda \end{vmatrix} = 0, \quad (5)$$

в котором коэффициенты c_i , α_{ij} после линейаризации связаны с координатами $A(l, m, n, k)$ стационарной точки соотношениями:

$$\begin{aligned} c_1 &= a_1 + a_{12}m + a_{13}n + a_{14}k \\ c_2 &= a_2 + a_{21}l + a_{23}n + a_{24}k \\ c_3 &= a_3 + a_{31}l + a_{32}m + a_{34}k \\ c_4 &= a_4 + a_{41}l + a_{42}m + a_{43}n \\ \alpha_{12} &= a_{12}l; \alpha_{13} = a_{13}l; \alpha_{14} = a_{14}l; \\ \alpha_{21} &= a_{21}m; \alpha_{23} = a_{23}m; \alpha_{24} = a_{24}m; \\ \alpha_{31} &= a_{31}n; \alpha_{32} = a_{32}n; \alpha_{34} = a_{34}n; \\ \alpha_{41} &= a_{41}k; \alpha_{42} = a_{42}k; \alpha_{43} = a_{43}k. \end{aligned} \quad (6)$$

В развернутом виде уравнение (5) алгебраическое, в правой части которого – полином 4 степени:

$$d_0\lambda^4 + d_1\lambda^3 + d_2\lambda^2 + d_3\lambda + d_4 = 0$$

Выражаем его коэффициенты через коэффициенты c_i , α_{ij} :

$$\begin{aligned} d_0 &= 1, d_1 = -c_1 - c_2 - c_3 - c_4 \\ d_2 &= c_1c_2 - \alpha_{13}\alpha_{31} - \alpha_{14}\alpha_{41} - \alpha_{23}\alpha_{32} - \alpha_{24}\alpha_{42} - \alpha_{34}\alpha_{43} - \alpha_{12}\alpha_{21} + c_1c_3 + c_1c_4 + c_2c_3 + c_2c_4 + c_3c_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_3 = & \alpha_{12}\alpha_{21}c_3 - \alpha_{21}\alpha_{13}\alpha_{32} - \alpha_{12}\alpha_{41}\alpha_{24} - \alpha_{21}\alpha_{14}\alpha_{42} - \alpha_{13}\alpha_{41}\alpha_{34} - \alpha_{31}\alpha_{14}\alpha_{43} - \alpha_{23}\alpha_{42}\alpha_{34} - \alpha_{32}\alpha_{24}\alpha_{43} - \\
& - \alpha_{12}\alpha_{31}\alpha_{23} + \alpha_{12}\alpha_{21}c_4 + \alpha_{13}\alpha_{31}c_2 + \alpha_{23}\alpha_{32}c_1 + \alpha_{13}\alpha_{31}c_4 + \alpha_{14}\alpha_{41}c_2 + \alpha_{14}\alpha_{41}c_3 + \alpha_{24}\alpha_{42}c_1 + \alpha_{23}\alpha_{32}c_4 + \\
& + \alpha_{24}\alpha_{42}c_3 + \alpha_{34}\alpha_{43}c_1 + \alpha_{34}\alpha_{43}c_2 - c_1c_2c_3 - c_1c_2c_4 - c_1c_3c_4 - c_2c_3c_4 \\
d_4 = & \alpha_{12}\alpha_{21}\alpha_{34}\alpha_{43} - \alpha_{12}\alpha_{31}\alpha_{24}\alpha_{43} - \alpha_{12}\alpha_{23}\alpha_{41}\alpha_{34} - \alpha_{21}\alpha_{13}\alpha_{42}\alpha_{34} - \alpha_{21}\alpha_{14}\alpha_{32}\alpha_{43} + \alpha_{13}\alpha_{31}\alpha_{24}\alpha_{42} - \\
& - \alpha_{13}\alpha_{32}\alpha_{41}\alpha_{24} - \alpha_{31}\alpha_{14}\alpha_{23}\alpha_{42} + \alpha_{14}\alpha_{23}\alpha_{32}\alpha_{41} + \alpha_{12}\alpha_{31}\alpha_{23}c_4 + \alpha_{21}\alpha_{13}\alpha_{32}c_4 + \alpha_{12}\alpha_{41}\alpha_{24}c_3 + \alpha_{21}\alpha_{14}\alpha_{42}c_3 + \\
& + \alpha_{13}\alpha_{41}\alpha_{34}c_2 + \alpha_{31}\alpha_{14}\alpha_{43}c_2 + \alpha_{23}\alpha_{42}\alpha_{34}c_1 + \alpha_{32}\alpha_{24}\alpha_{43}c_1 - \alpha_{12}\alpha_{21}c_3c_4 - \alpha_{13}\alpha_{31}c_2c_4 - \alpha_{14}\alpha_{41}c_2c_3 - \\
& - \alpha_{23}\alpha_{32}c_1c_4 - \alpha_{24}\alpha_{42}c_1c_3 - \alpha_{34}\alpha_{43}c_1c_2 + c_1c_2c_3c_4
\end{aligned}$$

Далее, проверяя условия Рауса-Гурвица, можно сделать вывод об устойчивости или неустойчивости ненулевого стационарного состояния.

Разработана программа в программном комплексе на Delphi поиска стационарной точки со всеми ненулевыми координатами, а также исследования ее устойчивости. Конкретный пример применения этой программы приведен на рисунках 1 и 2.

Поиск стационарных точек четырехмерной вольтерровской модели

Введите начальные условия: $U1(0)=$ 1 $U2(0)=$ 1 $U3(0)=$ 1 $U4(0)=$ 1

Введите параметры:

a1: 2000	a12: -12	a13: -12	a14: 100	a11: -11
a2: 3020	a21: -80	a23: 0	a24: 40	a22: 20
a3: 600	a31: -12	a32: -14	a34: 0	a33: 2
a4: 1050	a41: -8	a42: -6	a43: -50	a44: 10000

Compute

Ненулевая стационарная точка:

$U1:$ 43,338981844 $U2:$ 21,374389560 $U3:$ 109,65461795 $U4:$ 0,4907689091

Коэффициенты полинома:

$d0:$ 1 $d1:$ 5077,7573186 $d2:$ -934044,1730 $d3:$ 43339833321 $d4:$ -8128440047,

Вывод об устойчивости:

Модель неустойчива

Рисунок 1.

Ввод параметров четырехмерной вольтерровской системы и результаты исследования.

Рассмотрим частный случай с другими параметрами.

Поиск стационарных точек четырехмерной вольтерровской модели

Введите начальные условия: $U1(0) = 1$ $U2(0) = 1$ $U3(0) = 1$ $U4(0) = 1$

Введите параметры:

a1: 60	a12: 12	a13: -12	a14: -56	a11: 11
a2: 30	a21: 0	a23: -145	a24: 22	a22: 2
a3: 25	a31: -12	a32: 14	a34: -1	a33: 0
a4: 10	a41: -8	a42: 68	a43: -1	a44: 0

Ненулевая стационарная точка:

U1: 2,0877964006 U2: 0,1047817356 U3: 0,4227868155 U4: 1,4133874901

Коэффициенты полинома:

d0: 1 d1: 23,175323875 d2: -1576,503920 d3: 759446,89297 d4: -4258,472042

Вывод об устойчивости:

Модель неустойчива

Рисунок 2.

Результаты поиска и исследования на устойчивость стационарной точки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чернавский Д. С., Щербаков А. В., Зульпукаров М. М. Модель конкуренции. Москва: Препринт ИПМ № 64, 2006 г.
2. Амироков С.Р., Адамчук А.С. Исследование изменений структуры модели конкуренции трех сообществ // Вестник СКФУ №2(35). 2013. С. 9–13.
3. Буданов В. Г. Проблема параметров порядка и глобализация // Глобализация: синергетический подход. М.: РАГС, 2002. С. 47–50.
4. Нахушев А. М. Уравнения математической биологии. М.: Высшая школа, 1995. 301 с.

ОБ АВТОРАХ

Адамчук Анна Станиславовна, доцент, кандидат физ-мат. наук, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности Северо-Кавказского федерального университета.

Тел. 8-906-463-64-81.

Email: adamchuk_anna@mail.ru.

Adamchuk Anna Stanislavovna, candidate of physical and mathematical sciences, professor (chair of applied mathematics and computer security, North Caucasus Federal University).

Phone 8-906-463-64-81.

Email: adamchuk_anna@mail.ru

Амироков Станислав Рауфович, кандидат физ-мат. наук, доцент кафедры высшей алгебры и геометрии Северо-Кавказского федерального университета.

Тел. 8-962-490-34-49.

E-mail: amirsr@mail.ru.

Amirokov Stanislav Raufovich, candidate of physical and mathematical sciences, chair of of higher algebra and geometry, North Caucasus Federal University.

Phone 8-962-490-34-49.

Email: amirsr@mail.ru.

Пругула Татьяна Константиновна, аспирант, программист компании «Теплосеть», г. Ставрополь.

Тел. 8-961-483-70-22.

E-mail: pritulatjana@yandex.ru.

Pritula Tatyana Konstantinovna, graduate, the programmer of the software Department of the company «Teploset».

Phone 8-961-483-70-22.

E-mail: pritulatjana@yandex.ru.

УДК 681.3

**Червяков Н. И. [Chervyakov N. I.],
Нагорнов Н. Н. [Nagornov N. N.]**

КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ПРИ ПЕРЕДАЧЕ И ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В СОК, МЕТОДОМ СИНДРОМНОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ

**Error correction in the transmission
and processing of information, provided in RNS,
by method of syndrome decoding**

В статье проведено развитие метода синдромного декодирования исправления ошибок в кодах СОК, основанного на методе расширения оснований СОК. Приведены основы избыточной СОК. Рассмотрены наиболее широко используемые алгоритмы обнаружения, локализации и исправления ошибок в СОК, а также конкретные примеры их использования. Для рассмотренных методов проведены анализ и сравнение, указаны основные достоинства и недостатки. Приведен полный алгоритм коррекции ошибок по информационным и контрольным основаниям методом синдромного декодирования и примеры его практического применения. Показано, что использование синдромов ошибок позволяет уменьшить время коррекции ошибок. Это происходит в силу того, что задачи по обнаружению, локализации и исправлению ошибок выполняются одной общей процедурой. Вычислительная сложность метода синдромного декодирования значительно меньше, чем широко используемого метода проекций, поскольку метод проекций требует $n + 1$ процедуру перевода числа из СОК в ОПСС, в то время как метод синдромного декодирования требует перевода числа в ОПСС лишь один раз.

Ключевые слова: система остаточных классов, расширение оснований, метод синдромного декодирования.

In article conducted the development of the method of syndrome decoding error correction codes in the RNS, based on the method of expanding the bases RNS. Presents the basics of excess RNS. Considered the most widely used algorithms for detecting, locating and correcting errors in the RNS, as well as concrete examples of their use. For the examined methods conducted an analysis and comparison, shows the main advantages and disadvantages. Shown the complete algorithm for error correction in information and control bases by the syndrome decoding method and examples of its practical application. It is shown that using error syndromes can reduce the time of error correction. This is due to the fact that the task of identifying, locating and correcting errors performed a common procedure. The computational complexity of the method of decoding the syndrome is much less than the widely used method of projection since projection method requires $n + 1$ the procedure of transfer number of RNS in generalized positional number system, whereas the syndrome decoding method requires the translation in generalized positional number system only once.

Key words: residue number system, expansion of bases, method of syndrome decoding.

1. Введение

Проблема высокой надежности не только передачи информации, но и ее обработки особенно актуальна в современных системах, работающих в реальном времени, где ошибки работы оборудования

должны быть обнаружены и исправлены немедленно. Высокая надежность должна достигаться не столько совершенствованием самих технических средств передачи и обработки информации, сколько за счет применения таких способов ее кодирования, которые были бы устойчивы по отношению к возможным случайным искажениям и позволяли бы при необходимости осуществлять коррекцию данных. В связи с этим наиболее перспективным путем решения рассматриваемой проблемы является придание вычислительным устройствам свойства устойчивости к отказам и сбоям в процессе функционирования. Отказоустойчивость обеспечивается сочетанием избыточности системы и наличием механизма обнаружения ошибок, а также процедур для автоматического восстановления ее правильного функционирования.

Наиболее широкими корректирующими возможностями обладают арифметические коды – непозиционные коды в модулярной арифметике. Модулярная арифметика обладает уникальными свойствами относительно обнаружения и коррекции ошибок. Во-первых, в ней отсутствует значимость порядка цифр в записи числа, во-вторых, коды и проверяемые числа представляются в виде остатков, что позволяет считать такие коды полностью арифметическими. Исходя из этих свойств, можно сделать вывод о том, что применение модулярной арифметики позволяет эффективно решать проблему построения отказоустойчивых систем и служит мощным инструментом для автоматического обнаружения и коррекции ошибок [1, 2].

2. Основы избыточной системы остаточных классов

Развитие высокопроизводительных и надежных вычислительных систем, обладающих свойством отказоустойчивости, базируется на идеях создания вычислительных средств с параллельной структурой, использующих параллельное представление и обработку данных. К их числу относятся непозиционные коды – коды, основанные на модулярной арифметике, т. е. коды, в которых данные представляются в системе остаточных классов (СОК) [2–4].

Если фиксированный ряд положительных чисел $p_1, p_2, \dots, p_n$ назвать основаниями (модулями) СОК, то под системой остаточных классов понимается такая непозиционная система счисления, в которой любое целое положительное число A представляется в виде набора остатков (вычетов) от деления представляемого числа на выбранные основания системы:

$$A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n), \quad (1)$$

где α_i – наименьшие неотрицательные вычеты (остатки) числа по модулям $p_1, p_2, \dots, p_n$. Цифры α_i данного представления по выбранным модулям образуются следующим образом:

$$\alpha_i = res + A \pmod{p_i} = A - \left[\frac{A}{p_i} \right] p_i, \quad \forall i \in (1, n], \quad (2)$$

где $\left[\frac{A}{p_i} \right]$ – целочисленное частное, p_i – основания (модули) – взаимно-простые числа.

В теории чисел доказано, что если $\forall i \neq j (p_i, p_j) = 1$, то в соответствии с китайской теоремой об остатках представление (1) является единственным, при условии $0 \leq A \leq D$, где $P = p_1 p_2 \dots p_n = \prod_{i=1}^n p_i$ – диапазон представления чисел, то есть существует число A , для которого:

$$\begin{aligned} A &\equiv \alpha_1 \pmod{p_1}; \\ A &\equiv \alpha_2 \pmod{p_2}; \\ &\dots \dots \dots \dots \\ A &\equiv \alpha_n \pmod{p_n}. \end{aligned} \quad (3)$$

Основным преимуществом такого представления является тот факт, что выполнение операций сложения, вычитания и умножения реализуется очень просто, по формуле:

$$\begin{aligned} A * B &= (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) * (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) = \\ &= ((\alpha_1 * \beta_1) \pmod{p_1}, (\alpha_2 * \beta_2) \pmod{p_2}, \dots, (\alpha_n * \beta_n) \pmod{p_n}), \end{aligned}$$

где * обозначает одну из операций (сложение, умножение или вычитание). Эти операции носят название модульных, так как для их выполнения в СОК достаточно одного такта обработки численных значений, причем эта обработка происходит параллельно, и величина числа в каждом разряде не зависит от других разрядов.

Рассматриваемые ниже коды СОК могут быть использованы для корректирования ошибок, возникающих при передаче информации или выполнении арифметических операций.

Если в представление (1) добавить разряд a_{n+1} , тогда получим:

$$A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+1}), \quad (5)$$

что соответствует некоторому числу из диапазона $[0, R)$, где $R = P \cdot p_{n+1}$.

Если представление (5) удовлетворяет условию:

$$0 \leq A < \frac{R}{P_{n+1}} = P_{n+1} \quad (6)$$

то число A однозначно определяется n -разрядным представлением $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+1})$. Поэтому разряд с основанием ∂_{n+1} можно считать избыточным. Оценим корректирующие возможности кодов СОК с одним и двумя избыточными разрядами по основаниям ∂_{n+1} и ∂_{n+2} .

Введем понятие ошибки. Под одиночной ошибкой будем понимать искажение какой-либо одной цифры представления (5), причем искажение ограничивается лишь величиной основания. Под k -кратной ошибкой будем понимать искажение k цифр представления (5).

Пусть $A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+1})$ переданное сообщение. Для принятого сообщения введем обозначение $\bar{A} = (\bar{\alpha}_1, \bar{\alpha}_2, \dots, \bar{\alpha}_n, \bar{\alpha}_{n+1})$. Сообщение назовем безошибочным, если $0 \leq \bar{A} < P_{n+1}$. Если же $\bar{A} \geq P_{n+1}$, то соответствующее представление назовем ошибочным.

Если передано сообщение (5), то принятым может оказаться любое из R сообщений. При этом P_{n+1} из них будут приняты как безошибочные, $R - P_{n+1}$ — как ошибочные, тогда число $R - P_{n+1}$ показывает суммарное количество обнаруживаемых возможных ошибок. Отношения $\frac{R - P_{n+1}}{R} = \frac{\partial_{n+1} - 1}{P_{n+1}}$ может служить мерой обнаруживающих способностей кода СОК. При упорядоченной СОК, когда основания расположены по возрастанию их величины, т. е. $p_1 p_2 < \dots < p_{n+1}$, тогда числа $D_1, D_2, \dots, D_{n+1}$ будут удовлетворять неравенствам $D_1 > D_2 > \dots > D_{n+1}$.

Наличие одного избыточного основания ∂_{n+1} является достаточным для обнаружения всех одиночных ошибок. Необходимо отметить, что введение одного контрольного основания позволяет обнаруживать не только любую одиночную ошибку (в цифре по одному основанию) но и 95 % двойных (в цифрах по двум основаниям) [3].

Искажение цифры по одному какому-либо основанию превращает это число в неправильное и тем самым позволяет обнаруживать на-

личие искажения. Более того, существует только одно – единственное значение этой цифры, которое может превращать неправильное число в правильное. Введение только одного контрольного основания не позволяет в общем случае локализовать ошибочный разряд. Для корректной локализации ошибочного разряда и гарантированного исправления всех одиночных ошибок необходимо введение двух контрольных разрядов ∂_{n+1} , ∂_{n+2} [2, 3].

Таким образом, кодирование информации в СОК является устойчивым по отношению к возможным случайным искажениям и отказам, что позволяет при необходимости осуществлять коррекцию данных.

3. Обнаружение, локализация и коррекция ошибок

Для коррекции ошибок в машинном коде необходимо обнаружить, локализовать и исправить ошибку. Первый шаг в процедуре обнаружения ошибки – это проверка, является ли полученный в результате вычислений вектор кодовым словом. Если в результате какой-либо операции или при передаче числа оказалось, что получено число $\bar{A} > P$, то это говорит о том, что в полученном числе произошла ошибка. Таким образом, обнаружение одиночной ошибки основано на том факте, что любое искажение цифры по одному из оснований превращает это число в неправильное, т. е. число выходит за рабочий диапазон. Выполнение операции обнаружения ошибок может быть выполнено следующими методами:

1. Метод ортогональных базисов на основе китайской теоремы об остатках (КТО).
2. Метод перевода числа из СОК в обобщенную позиционную систему счисления (ОПСС).
3. Метод совместного использования КТО и ОПСС.

Для первого метода характерным является сравнение полученной кодовой комбинации с величиной рабочего диапазона. Наиболее распространенным вариантом реализации данного метода является перевод исследуемой на предмет наличия ошибки кодовой комбинации в ПСС с помощью системы ортогональных базисов и сравнения полученной величины с известной в ПСС величиной рабочего диапазона следующим образом [3].

Пусть получено число $A = (a_1, a_2, \dots, a_{n+r})$, представленное в СОК с набором модулей $p_1, p_2, \dots, p_{n+r}$, таких, что $p_1 < p_2 < \dots < p_{n+r}$ и $(p_i, p_j) = 1$,

где $i \neq j$ и $i, j = \overline{1, n+r}$. Будем считать n модулей информационными, а r модулей контрольными.

1. Найдем рабочий R и полный P диапазоны: $R = p_1 p_2 \cdots p_n$,
 $P = p_1 p_2 \cdots p_{n+r}$.
2. Обозначим величину $\frac{P}{p_i} = P_i$ и вычислим ее.
3. Решим систему сравнений вида: $\beta_i \equiv P_i \pmod{p_i}$.
4. Нахождение веса m_i базисов: $m_i \in \mathbb{Z}_+ : m_i \cdot \beta_i \equiv 1 \pmod{p_i}$.
5. Вычисление ортогональных базисов B_i системы: $B_i = m_i \cdot P_i$.
6. Находится число A в ПСС: $A \equiv \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot B_i \pmod{P}$.
7. Если $A < R$, то A – верное число, иначе число A получено с ошибкой.

Пример 3.1. Пусть задана система оснований СОК $p_1=3, p_2=5, p_3=7, p_4=17$, причем p_1, p_2, p_3 – информационные модули, а p_4 – контрольный, и число $\bar{A} = (2, 3, 1, 13)$, тогда:

1. Полный диапазон $P = 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 17 = 1785$, а рабочий диапазон $R = 3 \cdot 5 \cdot 7 = 105$.
2. $P_1 = 595, P_2 = 357, P_3 = 255, P_4 = 105$.
3. $\beta_1 = 1, \beta_2 = 2, \beta_3 = 3, \beta_4 = 3$.
4. $m_1 = 1, m_2 = 3, m_3 = 5, m_4 = 6$.
5. $B_1 = 595, B_2 = 1071, B_3 = 1275, B_4 = 630$.
6. $\bar{A} \equiv (2 \cdot 595 + 3 \cdot 1071 + 1 \cdot 1275 + 13 \cdot 630) \pmod{1785} = 1373$.
7. $R = 105$, т. е. $\bar{A} > R$, следовательно, $(2, 3, 1, 13)$ – представление числа, содержащее ошибку.

Данный метод является наиболее широко используемым. Он достаточно прост в реализации, однако требует больших вычислительных ресурсов, так как необходимо проводить множество дополнительных вычислений.

Второй метод обнаружения ошибок основывается на операции перевода числа из СОК в ОПСС. Число $A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+r})$ в ОПСС может быть представлено в виде:

$$A = a_1 + a_2 p_1 + a_3 p_1 p_2 + \dots + a_n p_1 p_2 \dots p_n, \quad (7)$$

где a_i есть цифры числа A , определяемые по формулам:

$$\begin{aligned} a_1 &= \alpha_1 \pmod{p_1}, \\ a_2 &= (\alpha_2 - a_1) \cdot c_{12} \pmod{p_2}, \\ a_3 &= ((\alpha_3 - a_1) \cdot c_{13} - a_2) \cdot c_{23} \pmod{p_3}, \\ &\dots \\ a_{n+r} &= (((\dots(\alpha_{n+r} - a_1) \cdot c_{1n+r} - \dots - a_{n+r-1}) \cdot c_{n+r-1n+r} \pmod{p_3}). \end{aligned} \quad (8)$$

Константы c_{ij} являются мультипликативными обратными величинами для p_i по модулю p_j при всех

$$1 \leq i \leq j \leq n + r, \text{ т. е. } c_{ij} \cdot p_i = 1 \pmod{p_j}.$$

Если в полученном представлении числа $A = [a_1, a_2, \dots, a_{n+r}]$ цифры по всем контрольным основаниям p_{n+i} ($i = \overline{1, r}$) равны нулю, то представление числа A в СОК безошибочно, иначе была допущена ошибка. Это утверждение основано на следующей теореме [3].

Теорема 3.1. Пусть $a_1, a_2, \dots, a_{n+r}$ (где n – число информационных оснований системы, а r – число избыточных оснований) являются числами упорядоченной ОПСС, т. е. $p_1 < p_2 < \dots, p_{n+r}$, тогда $A_{\text{ОПСС}}$ лежит в диапазоне разрешенных значений, только если все избыточные цифры ОПСС являются нулевыми:

$$a_{n+1} = a_{n+2} = \dots = a_{n+r} = 0. \quad (9)$$

Пример 3.2. Пусть задана система оснований СОК $p_1 = 2, p_2 = 3, p_3 = 5, p_4 = 7, p_5 = 1$, причем p_1, p_2, p_3 – информационные модули, а p_4, p_5 – контрольные, и число $\bar{A} = (1, 2, 3, 5, 5)$. Переведем его в ОПСС.

Вычислим константы c_{ij} :

$$c_{12} = \left| \frac{1}{2} \right|_3 = 2;$$

$$\begin{aligned}
c_{13} &= \left| \frac{1}{2} \right|_5 = 3; & c_{23} &= \left| \frac{1}{3} \right|_5 = 2; \\
c_{14} &= \left| \frac{1}{2} \right|_7 = 4; & c_{24} &= \left| \frac{1}{3} \right|_7 = 5; & c_{34} &= \left| \frac{1}{5} \right|_7 = 3; \\
c_{15} &= \left| \frac{1}{2} \right|_{11} = 6; & c_{25} &= \left| \frac{1}{3} \right|_{11} = 4; & c_{35} &= \left| \frac{1}{5} \right|_{11} = 9; & c_{45} &= \left| \frac{1}{7} \right|_{11} = 8.
\end{aligned}$$

Далее, пользуясь формулами (8), получаем:

$$\begin{aligned}
a_1 &= 1(\bmod 2) = 1, \\
a_2 &= (2-1) \cdot 2(\bmod 3) = 2, \\
a_3 &= ((3-1) \cdot 3-2) \cdot 2(\bmod 5) = 3, \\
a_4 &= (((5-1) \cdot 4-2) \cdot 5-3) \cdot 3(\bmod 7) = 5, \\
a_{n+r} &= (((((5-1) \cdot 6-2) \cdot 4-3) \cdot 9-5) \cdot 8(\bmod 11) = 0.
\end{aligned}$$

Представление числа $\bar{A} = (1, 2, 3, 5, 5)$ в ОПСС имеет вид: $A = [1, 2, 3, 5, 0]$. Так как $a_4 \neq 0$, то, согласно формуле (9), представление числа $\bar{A}$ в СОК неверно.

Достоинство этого метода заключается в том, что если решаемая задача состоит только в установлении факта возникновения ошибок, то при неравенстве нулю любой разрядной цифры процесс перевода прекращается. Это позволяет сократить объем вычислений, требуемый для обнаружения ошибок, что невозможно при использовании метода, основанного на использовании ортогональных векторов. Однако для локализации и исправления ошибок этот метод является неэффективным [3].

Для третьего метода сначала необходимо вычислить матрицу разложения ортогональных базисов:

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

в ОПСС по формуле (7):

$$B_i = b_{i1} + b_{i2} p_1 + b_{i3} p_1 p_2 + \dots + b_{in} p_1 p_2 \dots p_n \quad (11)$$

где b_{ij} , $i, j = 1, 2, \dots, n$ – коэффициенты ОПСС. Далее, по исходному представлению числа

$A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+r})$ в СОК вычисляем коэффициенты ОПСС a_i , согласно следующему алгоритму.

Цифры a_i в представлении ОПСС получаются суммированием по модулю p_i всех произведений $a_i b_i$ и переносом, генерируемом при формировании a_{i-1} . Перенос генерируется как число раз, когда сумма цифр в ОПСС переполняется по модулю p_i . Этот процесс используется для формирования цифр a_{i+1} . Последний перенос m , генерируемый при получении последней цифры числа в ОПСС a_i , представляет собой абсолютную величину $m \cdot p_1 p_2 \dots p_n$ или mP , и поэтому он отбрасывается.

Если в полученном представлении числа цифры по всем контрольным основаниям равны нулю, согласно условию (9), то представление числа A в СОК безошибочно, иначе была допущена ошибка.

Пример 3.3. Пусть задана система оснований СОК: $p_1 = 2, p_2 = 3, p_3 = 5, p_4 = 7, p_5 = 11$, причем p_1, p_2, p_3 – информационные модули, а p_4, p_5 – контрольные, и число $\bar{A} = (1, 1, 4, 0, 7)$. Тогда полный диапазон $P = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 = 2310$ и ортогональные базисы системы:

$$B_1 = 1155, B_2 = 1540, B_3 = 1386, B_4 = 330, B_5 = 210.$$

В этом случае матрица разложения ортогональных базисов в ОПСС вида (10) по формуле (11) будет иметь вид:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 0 & 2 & 1 & 2 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Теперь переведем число $\bar{A}$ в ОПСС. Процесс перевода представлен в табл. 1.

Таблица 1. Перевод числа $\bar{A}$ в ОПСС

Вычеты числа $ \bar{A} $ по модулю p_i	Модули				
	$p_1 = 2$	$p_2 = 3$	$p_3 = 5$	$p_4 = 7$	$p_5 = 11$
1	1	1	2	3	5
1	0	2	1	2	7
4	0	0	4	16	24
0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	7
Коэффициенты	$a_1 = 1$	$a_2 = 0$	$a_3 = 3$	$a_4 = 4$	$a_5 = 2$

По результатам вычислений мы можем заключить, что представление числа $\bar{A} = (1, 1, 4, 0, 7)$ ошибочно, так как условие (9) не выполняется, т. е. $a_4 \neq 0$ и $a_5 \neq 0$.

Достоинство этого метода в том, что использование его для локализации и исправления ошибок позволяет значительно уменьшить количество требуемых вычислительных ресурсов. А именно данный метод предоставляет значительно больше информации об ошибках, что в дальнейшем позволяет сократить количество необходимых процедур перевода числа из СОК в ОПСС.

После обнаружения ошибки ее необходимо локализовать, т. е. найти основание системы, по которому была допущена ошибка. В настоящее время известно два пути локализации ошибок, используемых при передаче и обработке информации, представленной в СОК:

- 1. Метод проекций.
- 2. Метод синдромного декодирования.

Метод проекций широко используется для локализации ошибок [5]. Проекцией числа $A = (\alpha_1, \alpha_1, ..., \alpha_{n+r})$ по основанию p_i , называется число A_i , полученное из A вычеркиванием соответствующего остатка α_i . Локализация данным методом происходит следующим образом. По исходному представлению числа в СОК вычисляем коэффициенты ОПСС a_i . Далее по каждому из модулей системы вычисляется соответствующая ему проекция A_i , которая проверяется на правильность. При этом проекция, которая окажется правильным числом, укажет на модуль, по которому произошла ошибка.

Для исправления ошибки после определения основания, по которому произошла ошибка, необходимо определить цифры $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+r}$, представленные в СОК, по представлению числа $\bar{A} = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+r}]$ в ОПСС и по основаниям $p_1, p_2, \dots, p_{n+r}$ из сравнений:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &\equiv a_1 \bmod p_1; \\ \alpha_2 &\equiv a_1 + a_2 Q_2 \bmod p_2; \\ &\dots\dots\dots \\ \alpha_{n+r} &\equiv a_1 + a_2 Q_2 + \dots + a_{n+r} Q_{n+r} \bmod p_{n+r}. \end{aligned} \quad (13)$$

Продemonстрируем принципы обнаружения, локализации и исправления ошибки в избыточной СОК с помощью метода проекций с помощью числового примера.

Пример 3.4. Пусть задана система оснований СОК: $p_1 = 2, p_2 = 3, p_3 = 5, p_4 = 7$, причем a_1, p_2 – информационные модули, а a_3, p_4 – контрольные, тогда полный диапазон будет равен: $P = 210$, а рабочий равен: $R = 2 \cdot 3 = 6$. Допустим, правильный результат равен: $a = (1, 0, 3, 3)$, а искаженный: $\bar{A} = (1, 1, 3, 3)$. Для определения ошибки вычислим коэффициенты ОПС a_i :

$$\begin{aligned} &\text{модули: } \underline{p_1, p_2, p_3, p_4} \\ \text{Тогда } \bar{A} = &\begin{cases} \alpha_1 = 1 \rightarrow \alpha_1 \beta_{11} + \alpha_1 \beta_{12} + \alpha_1 \beta_{13} + \alpha_1 \beta_{14} \rightarrow [1, 1, 2, 3], \\ \alpha_2 = 1 \rightarrow \alpha_2 \beta_{21} + \alpha_2 \beta_{22} + \alpha_2 \beta_{23} + \alpha_2 \beta_{24} \rightarrow [0, 2, 1, 2], \\ \alpha_3 = 3 \rightarrow \alpha_3 \beta_{31} + \alpha_3 \beta_{32} + \alpha_3 \beta_{33} + \alpha_3 \beta_{34} \rightarrow [0, 0, 3, 5], \\ \alpha_4 = 3 \rightarrow \alpha_4 \beta_{41} + \alpha_4 \beta_{42} + \alpha_4 \beta_{43} + \alpha_4 \beta_{44} \rightarrow [0, 0, 3, 5], \end{cases} \\ &\underline{[1, 0, 2, 2]}. \end{aligned}$$

Таким образом, число $\bar{A}$ в ОПС равно $[1, 0, 2, 2]$. Можно заметить, что $\bar{A} = a_1 + a_2 p_1 + a_3 p_1 p_2 + a_4 p_1 p_2 p_3 + 1 + 0 + 12 + 60 = 73$ вышло за пределы рабочего диапазона, так как $73 > 6$. Для принятия решения о том, что число искаженное, необходимо проверить на равенство нулю коэффициенты a_3 и a_4 . Итак, неравенства $\alpha_3 \neq 0$ и $\alpha_4 \neq 0$ устанавливают тот факт, что

число $\bar{A} = [1, 0, 2, 2]$ – ошибочное. Вычислим проекции числа $\bar{A}_i$, полученные из $\bar{A}$ последовательным зачеркиванием цифр a_i по основанию p_i .

По основанию $p_1 = 2$: для системы с основаниями $p_2 = 3, p_3 = 5, p_4 = 7$ вычислим ортогональные базисы в позиционной $B_i^{(1)}$ и обобщенной позиционной системах счисления $b_i^{(1)}$:

$$\text{и} \quad B_2^{(1)} = 70, B_3^{(1)} = 21, B_4^{(1)} = 15 \\ b_2^{(1)} = [1, 3, 4], b_3^{(1)} = [0, 2, 1], b_4^{(1)} = [0, 0, 1].$$

$$\text{Тогда} \quad \bar{A}_1 = \begin{array}{l} \text{модули: } \underline{3, 5, 7} \\ \left\{ \begin{array}{l} \alpha_2 = 1 \rightarrow [1, 3, 4] \\ \alpha_3 = 3 \rightarrow [0, 6, 3] \\ \alpha_4 = 3 \rightarrow [0, 0, 3] \end{array} \right. \\ \hline [1, 4, 4] \end{array}$$

$$\bar{A}_1 = a_2 + a_3 3 + a_4 15 = 1 + 12 + 60 = 73 > 6$$

По основанию $p_2 = 3$: для системы с основаниями $p_1 = 2, p_3 = 5, p_4 = 7$ вычислим ортогональные базисы в позиционной $B_i^{(2)}$ и обобщенной позиционной системах счисления $b_i^{(2)}$:

$$\text{и} \quad B_1^{(2)} = 35, B_3^{(2)} = 56, B_4^{(2)} = 50 \\ b_1^{(2)} = [1, 2, 3], b_3^{(2)} = [0, 3, 5], b_4^{(2)} = [0, 0, 5].$$

$$\text{Тогда} \quad \bar{A}_2 = \begin{array}{l} \text{модули: } \underline{2, 5, 7} \\ \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = 1 \rightarrow [1, 2, 3] \\ \alpha_3 = 3 \rightarrow [0, 9, 15] \\ \alpha_4 = 3 \rightarrow [0, 0, 15] \end{array} \right. \\ \hline [1, 1, 0] \end{array}$$

$$\bar{A}_2 = a_1 + a_3 2 + a_4 10 = 1 + 2 + 0 = 3 < 6$$

По основанию $p_3 = 5$: для системы с основаниями $p_1 = 2, p_2 = 3, p_4 = 7$ вычислим ортогональные базисы в позиционной $B_i^{(3)}$ и обобщенной позиционной системах счисления $b_i^{(3)}$:

$$\text{и} \quad B_1^{(3)} = 21, B_2^{(3)} = 28, B_4^{(3)} = 36$$

$$b_1^{(3)} = [1, 1, 3], b_2^{(3)} = [0, 2, 4], b_4^{(3)} = [0, 0, 6]$$

$$\text{Тогда} \quad \overline{A_3} = \begin{array}{l} \text{модули : } \underline{2, 3, 7} \\ \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = 1 \rightarrow [1, 1, 3] \\ \alpha_2 = 1 \rightarrow [0, 2, 4] \\ \alpha_4 = 3 \rightarrow [0, 0, 4] \end{array} \right. \\ \underline{[1, 0, 5]} \end{array}$$

$$\overline{A_3} = a_1 + a_2 2 + a_4 6 = 1 + 0 + 30 = 31 > 6$$

По основанию $p_4 = 7$: для системы с основаниями $p_1 = 2$, $p_2 = 3$, $p_3 = 5$ вычислим ортогональные базисы в позиционной $B_i^{(4)}$ и обобщенной позиционной системах счисления $b_i^{(4)}$:

$$\text{и} \quad B_1^{(4)} = 15, B_2^{(4)} = 10, B_3^{(4)} = 6$$

$$b_1^{(4)} = [1, 1, 2], b_2^{(4)} = [0, 2, 1], b_3^{(4)} = [0, 0, 1].$$

$$\text{Тогда} \quad \overline{A_4} = \begin{array}{l} \text{модули : } \underline{2, 3, 5} \\ \left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = 1 \rightarrow [1, 1, 2] \\ \alpha_2 = 1 \rightarrow [0, 2, 1] \\ \alpha_3 = 3 \rightarrow [0, 0, 3] \end{array} \right. \\ \underline{[1, 0, 2]} \end{array}$$

$$\overline{A_4} = a_1 + a_2 2 + a_3 6 = 1 + 0 + 12 = 13 > 6.$$

Итак, все проекции числа $\overline{A}$, кроме $\overline{A_2}$, неправильны. Следовательно, ошибочной цифрой является цифра $\alpha_2 = 1$ по основанию $p_2 = 3$.

Проведем теперь исправление для проекции $\overline{A_2}$:

$$\alpha_2 = (1 + 1 \cdot 2) \bmod 3 = 0 \bmod 3.$$

Правильная цифра по основанию $p_2 = 3$ равна: $\alpha_2 = 0$.

Метод проекций довольно прост. Однако и сам алгоритм определения ошибочной цифры, и последующее ее исправление

на основе метода проекций представляются малоэффективными и затратными с точки зрения практической реализации, так как вычисление каждой проекции требует выполнения операции восстановления числа из модулярного представления в двоичное и последующих вычислений над числами большой разрядности. Это вносит значительный вклад как в аппаратные затраты, так и в задержку работы устройства. Кроме того, такой метод подразумевает исправление лишь ошибочного остатка, а не всего числа, приводя к необходимости восстанавливать число с уже правильными значениями всех остатков. В итоге для локализации и исправления ошибки метод проекций требует $n + 1$ процедуру перевода числа из СОК в ОПСС [6].

Современной альтернативой методу проекций является метод синдромного декодирования. В его основе лежит метод расширения системы оснований СОК. Суть метода синдромного декодирования заключается в следующем. Пусть в результате вычислений в СОК получено некоторое число $A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+r})$. Для определения правильности числа A необходимо определить значения остатков $|A|_{p_{n+1}}, |A|_{p_{n+2}}, \dots, |A|_{p_{n+r}}$ по контрольным основаниям, которые представляют собой расширение системы оснований СОК.

Для этого нужно по известным остаткам $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ и соответствующей матрице разложения ортогональных базисов, рассчитываемой по формуле (7), с помощью перевода числа A в ОПСС методом совместного использования СОК и ОПСС, вычислить $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{n+r}$. Для того чтобы число A лежало в первоначальном диапазоне $[0, P]$, по условию (9), значения $\alpha_{n+1}, \alpha_{n+2}, \dots, \alpha_{n+r}$ должны быть равны нулю, иначе значение числа A выходит за пределы динамического диапазона. Этот факт используется для нахождения $|A|_{p_{n+1}}, |A|_{p_{n+2}}, \dots, |A|_{p_{n+r}}$.

Затем следует сравнить остатки $\alpha_{n+1}, \alpha_{n+2}, \dots, \alpha_{n+r}$ со значениями $|A|_{p_{n+1}}, |A|_{p_{n+2}}, \dots, |A|_{p_{n+r}}$ по тем же модулям, но образованными уже в ходе вычислений над входными данными, аналогичными тем, в результате которых было получено само число A . Сравнение остатков по контрольным основаниям можно осуществить их вычитанием:

$$\delta_i = \left| \alpha_{n+i} - |A|_{p_{n+i}} \right|_{p_{n+i}}, \text{ где } i = 1, \dots, r. \quad (14)$$

Числа δ_i называются синдромами ошибки, т.е. они позволяют определить правильность результата вычислений в СОК. В пред-

положении, что в полученном числе A оказались искаженными не больше чем l остатков, для кода, имеющего минимальное расстояние $d_{\min} = 2l + 1$, можно сформулировать следующие свойства синдромов ошибки:

1. Если все значения синдромов равны нулю: $\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_i = 0$, то ошибки не возникло, и вектор A является кодовым словом.
2. Если j значений синдромов ($1 \leq j \leq l$) не равны нулю, то ошибки произошли в соответствующих остатках по контрольным модулям, при этом вектор A является кодовым словом.
3. Если больше чем l значений синдромов не равны нулю, то произошла, по меньшей мере, одиночная ошибка в векторе A .

По численным значениям синдромов ошибок формируются константы ошибок таким образом, что при их сложении с информационными разрядами контролируемого числа A имевшая место ошибка в числе устраняется. В том случае, когда ошибка допущена по избыточному разряду, для ее исправления нужно вычесть величину ошибки из разряда, в котором она была допущена.

Далее, на основе рассматриваемых примеров будут представлены процессы коррекции ошибок по информационным и избыточным основаниям методом синдромного декодирования.

4. Примеры практического применения метода синдромного декодирования

Пусть задана система оснований СОК: $p_1 = 2, p_2 = 3, p_3 = 5, p_4 = 7, p_5 = 1$, причем p_1, p_2, p_3 – информационные модули, а p_4, p_5 – контрольные. Тогда полный диапазон $P = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 1 = 2310$ и ортогональные базисы системы:

$$B_1 = 1155, B_2 = 1540, B_3 = 1386, B_4 = 330, B_5 = 210.$$

В этом случае матрица разложения ортогональных базисов в ОПСС будет иметь вид аналогично (12):

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 0 & 2 & 1 & 2 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Ошибки в СОК характеризуются глубиной $\Delta_{ои}$, определяемой величиной основания p_i . Глубина ошибки представляет собой разницу между правильной и искаженной цифрой по основанию p_i . Поэтому в зависимости от того, прибавляется (Δ_+) либо вычитается (Δ_-) величина ошибки, рассмотрим два примера.

Пример 4.1. Пусть исходным числом является $A = 17 = (1, 2, 2, 3, 6)$. Допустим, что произошла ошибка по информационному основанию с прибавлением величины ошибки. Ошибочное число $\bar{A}$ имеет вид: $\bar{A} = (1, 2, 4, 3, 6)$. Проанализируем это число. Для этого рассмотрим перевод числа $\bar{A}$ из СОК в ОПСС, выполняемый с помощью метода расширения оснований, представленный в табл. 2.

Таблица 2. Перевод числа $\bar{A}$ в ОПСС с использованием метода расширения оснований СОК

Вычеты числа $ \bar{A} $ по модулю p_i	Модули				
	$p_1 = 2$	$p_2 = 3$	$p_3 = 5$	$p_4 = 7$	$p_5 = 11$
1	1	1	2	3	5
2	0	4	2	4	14
4	0	0	4	16	24
$ \bar{A} _7$	0	0	0	$4 \bar{A} _7$	$ \bar{A} _7$
$ \bar{A} _{11}$	0	0	0	0	$ \bar{A} _{11}$
Коэффициенты	$a_1 = 1$	$a_2 = 2$	$a_3 = 4$	$a_4 = 24 + 4 \bar{A} _7$	$a_5 = \frac{24 + 4 \bar{A} _7}{7} + 43 + \bar{A} _7 + \bar{A} _{11}$

В табл. 2 вычислены коэффициенты числа $\bar{A}$ в ОПСС с помощью расширения модулей. В ходе табличных вычислений мы получаем:

$$\text{и} \quad \begin{aligned} a_4 &= 24 + 4 \left| \overline{A} \right|_7 \\ a_5 &= \frac{24 + 4 \left| \overline{A} \right|_7}{7} + 43 + \left| \overline{A} \right|_7 + \left| \overline{A} \right|_{11}. \end{aligned}$$

Так как по условию (9) $a_4 = 0$,

$$\text{то} \quad 24 + 4 \left| \overline{A} \right|_7 = 0,$$

$$\text{откуда следует: } \left| \overline{A} \right|_7 = \left| -\frac{24}{4} \right|_7 = \left| -\frac{3}{4} \right|_7 = \left| -6 \right|_7 = 1.$$

Аналогичным образом вычисляем $\left| \overline{A} \right|_{11}$: так как по условию (9) $a_5 = 0$,

$$\text{то} \quad \frac{24 + 4 \left| \overline{A} \right|_7}{7} + 43 + \left| \overline{A} \right|_7 + \left| \overline{A} \right|_{11} = 0,$$

$$\text{откуда} \quad \frac{24 + 4 \cdot 1}{7} + 43 + 1 + \left| \overline{A} \right|_{11} = 0, \quad \left| \overline{A} \right|_{11} = \left| -48 \right|_{11} = 7.$$

Используя найденные остатки, определяем синдромы ошибки по формуле (14):

$$\delta_1 \equiv \left| 3 - 1 \right|_7 = 2, \quad \delta_2 \equiv \left| 6 - 7 \right|_{11} = 10.$$

Основание и глубину ошибки найдем согласно [7], при этом будем использовать значения, противоположные синдромам ошибки, так как ошибка произошла с прибавлением величины ошибки.

Для основания p_1 :

$$P_1 = \frac{P}{p_1} = \frac{30}{2} = 6,$$

$$\left| \lambda_{11} \right|_7 = \left| -\delta_1 \cdot P_1^{-1} \right|_7 = \left| -\frac{2}{15} \right|_7 = \left| -2 \cdot 1 \right|_7 = 5,$$

$$\left| \lambda_{12} \right|_{11} = \left| -\delta_2 \cdot P_1^{-1} \right|_{11} = \left| -\frac{10}{15} \right|_{11} = \left| -\frac{2}{3} \right|_{11} = \left| -2 \cdot 4 \right|_{11} = 3,$$

$$5 \neq 3.$$

Для основания p_2 :

$$P_2 = \frac{P}{p_2} = \frac{30}{3} = 10,$$

$$|\lambda_{21}|_7 = |-\delta_1 \cdot P_2^{-1}|_7 = \left| -\frac{2}{10} \right|_7 = \left| -\frac{1}{5} \right|_7 = |-1 \cdot 3|_7 = 4,$$

$$|\lambda_{22}|_{11} = |-\delta_2 \cdot P_2^{-1}|_{11} = \left| -\frac{10}{10} \right|_{11} = |-1|_{11} = 10,$$

$$4 \neq 10.$$

Для основания p_3 :

$$P_3 = \frac{P}{p_3} = \frac{30}{5} = 6,$$

$$|\lambda_{31}|_7 = |-\delta_1 \cdot P_3^{-1}|_7 = \left| -\frac{2}{6} \right|_7 = \left| -\frac{1}{3} \right|_7 = |-1 \cdot 5|_7 = 2,$$

$$|\lambda_{32}|_{11} = |-\delta_2 \cdot P_3^{-1}|_{11} = \left| -\frac{10}{6} \right|_{11} = \left| -\frac{5}{3} \right|_{11} = |-5 \cdot 4|_{11} = 2,$$

$$2 = 2 \rightarrow |\lambda_{31}|_7 = |\lambda_{32}|_{11} = r.$$

Следовательно, ошибка произошла по основанию p_3 , при этом величина ошибки равна $\Delta_+ = |r \cdot P_3|_{p_3} = |2 \cdot 6|_5 = 2$. Так как ошибка произошла с прибавлением величины ошибки, то для ее исправления эту же величину ошибки необходимо вычесть:

$$(0, 0, 0) - (0, 0, 2) = (0, 0, 3).$$

Согласно полученным результатам, синдромам ошибки $\delta_1 = 2$ и $\delta_2 = 10$ соответствует константа ошибки $(0, 0, 3)$.

Пример 4.2. Пусть исходным числом является $A = 23 = (1, 2, 3, 2, 1)$. Допустим, что произошла ошибка по информационному основанию с вычитанием величины ошибки. Ошибочное число $\bar{A}$ имеет вид: $\bar{A} = (1, 2, 0, 2, 1)$. Проанализируем это число. Для этого рассмотрим перевод числа $\bar{A}$ из СОК в ОПСС описанным выше способом. Процесс перевода числа $\bar{A}$ в ОПСС представлен в табл. 3.

Таблица 3. Перевод числа $\overline{A}$ в ОПСС с использованием метода расширения оснований СОК

Вычеты числа $ \overline{A} $ по модулю p_i	Модули				
	$p_1 = 2$	$p_2 = 3$	$p_3 = 5$	$p_4 = 7$	$p_5 = 11$
1	1	1	2	3	5
2	0	4	2	4	14
0	0	0	0	0	0
$ \overline{A} _7$	0	0	0	$4 \overline{A} _7$	$ \overline{A} _7$
$ \overline{A} _{11}$	0	0	0	0	$ \overline{A} _{11}$
Коэффициенты	$a_1 = 1$	$a_2 = 2$	$a_3 = 0$	$a_4 = 8 + 4 \overline{A} _7$	$a_5 = \frac{8+4 \overline{A} _7}{7} + 19 + \overline{A} _7 + \overline{A} _{11}$

В ходе табличных вычислений мы получаем:

$a_4 = 8 + 4|\overline{A}|_7$ и $a_5 = a_5 = \frac{8 + 4|\overline{A}|_7}{7} + 19 + |\overline{A}|_7 + |\overline{A}|_{11}$.

Так как $a_4 = 0$, то $8 + 4|\overline{A}|_7 = 0$,

$|\overline{A}|_7 = || = |-2| = 5$

откуда $|\overline{A}|_7 = \left| -\frac{8}{4} \right| = |-2|_7 = 5$.

Аналогично вычисляем $|\overline{A}|_{11}$. Так как $a_5 = 0$,

то $\frac{8 + 4|\overline{A}|_7}{7} + 19 + |\overline{A}|_7 + |\overline{A}|_{11} = 0$,

откуда $\frac{8 + 4 \cdot 5}{7} + 19 + 5 + |\overline{A}|_{11} = 0$, $|\overline{A}|_{11} = |-28|_{11} = 5$.

Используя найденные остатки, определяем синдромы ошибки:

$\delta_1 \equiv |2-5|_7 = 4$, $\delta_2 \equiv |1-5|_1 = 7$.

Основание и глубину ошибки найдем согласно [7].

Для основания p_1 :

$$P_1 = \frac{P}{p_1} = \frac{30}{2} = 6,$$

$$|\lambda_{11}|_7 = |\delta_1 \cdot P_1^{-1}|_7 = \left| \frac{4}{15} \right|_7 = |4 \cdot 1|_7 = 4,$$

$$|\lambda_{12}|_{11} = |\delta_2 \cdot P_1^{-1}|_{11} = \left| \frac{7}{15} \right|_{11} = |7 \cdot 3|_{11} = 10,$$

$$4 \neq 10.$$

Для основания p_2 :

$$P_2 = \frac{P}{p_2} = \frac{30}{3} = 10,$$

$$|\lambda_{21}|_7 = |\delta_1 \cdot P_2^{-1}|_7 = \left| \frac{4}{10} \right|_7 = \left| \frac{2}{5} \right|_7 = |2 \cdot 3|_7 = 6,$$

$$|\lambda_{22}|_{11} = |\delta_2 \cdot P_2^{-1}|_{11} = \left| \frac{7}{10} \right|_{11} = |7 \cdot 10|_{11} = 4,$$

$$6 \neq 4.$$

Для основания p_3 :

$$P_3 = \frac{P}{p_3} = \frac{30}{5} = 6,$$

$$|\lambda_{31}|_7 = |\delta_1 \cdot P_3^{-1}|_7 = \left| \frac{4}{6} \right|_7 = \left| \frac{2}{3} \right|_7 = |2 \cdot 5|_7 = 3,$$

$$|\lambda_{32}|_{11} = |\delta_2 \cdot P_3^{-1}|_{11} = \left| \frac{7}{6} \right|_{11} = |7 \cdot 2|_{11} = 3,$$

$$3 = 3 \rightarrow |\lambda_{31}|_7 = |\lambda_{32}|_{11} = r.$$

Следовательно, ошибка произошла по основанию p_3 , при этом величина ошибки равна: $\Delta_+ |r \cdot P_3|_{p_3} = |3 \cdot 6|_{p_3} = 3$. Так как ошибка произошла с вычитанием величины ошибки, то для ее исправления эту же величину необходимо прибавить:

$(0, 0, 0) + (0, 0, 3) = (0, 0, 3)$

Согласно полученным результатам, синдромам ошибки $\delta=4$ и $\delta_2=7$ соответствует константа ошибки $(0, 0, 3)$.

Исходя из результатов, полученных в примере 1 и примере 2, мы можем заключить, что каждой константе ошибки соответствует два набора значений синдромов ошибки в зависимости от того, прибавляется или вычитается величина ошибки. Причем константы ошибок универсальны в том плане, что они не зависят от числа, а лишь от оснований системы.

Аналогичным образом можно вычислить остальные константы ошибок. Все возможные для используемого в данном разделе наборы оснований константы ошибок и соответствующие им синдромы ошибок приведены в табл. 4.

Таблица 4. Константы ошибок для СОК с основаниями $p_1 = 2, p_2 = 3, p_3 = 5, p_4 = 7, p_5 = 11$

Ошибка по основанию p_1	δ_1, δ_2		Ошибка по основанию p_2	δ_1, δ_2		Ошибка по основанию p_3	δ_1, δ_2	
	Δ_+	Δ_-		Δ	Δ		Δ	Δ
(1, 0, 0)	6, 7	1, 4	(0, 1, 0)	1, 2	3, 10	(0, 0, 1)	6, 6	4, 9
			(0, 2, 0)	4, 1	6, 9	(0, 0, 2)	5, 1	3, 4
						(0, 0, 3)	2, 10	4, 7
						(0, 0, 4)	3, 2	1, 5

Далее рассмотрим наиболее общий случай, при котором была допущена ошибка по рабочему основанию системы для полноценной демонстрации метода синдромного декодирования.

Пример 4.3. Пусть исходным числом является: $A = 13 = (1, 1, 3, 6, 2)$. Допустим, что произошла ошибка по информационному основанию, и ошибочное число $\bar{A}$ имеет вид: $\bar{A} = (1, 2, 3, 6, 2)$. Проанализируем это число. Процесс перевода числа $\bar{A}$ в ОПСС представлен в табл. 5.

Таблица 5. Перевод числа $\bar{A}$ в ОПСС с использованием метода расширения оснований СОК

Вычеты числа $ \bar{A} $ по модулю p_i	Модули				
	$p_1 = 2$	$p_2 = 3$	$p_3 = 5$	$p_4 = 7$	$p_5 = 11$
1	1	1	2	3	5
2	0	4	2	4	14
3	0	0	3	12	18
$ \bar{A} _7$	0	0	0	$4 \bar{A} _7$	$ \bar{A} _7$
$ \bar{A} _{11}$	0	0	0	0	$ \bar{A} _{11}$
Коэффициенты	$a_1 = 1$	$a_2 = 2$	$a_3 = 3$	$a_4 = 20 + 4 \bar{A} _7$	$a_5 = \frac{20 + 4 \bar{A} _7}{7} + 37 + \bar{A} _7 + \bar{A} _1$

В ходе табличных вычислений мы получаем:

$$a_4 = 20 + 4|\bar{A}|_7 \text{ и } a_5 = \frac{20 + 4|\bar{A}|_7}{7} + 37 + |\bar{A}|_7 + |\bar{A}|_{11}.$$

Так как $a_4 = 0$, то $20 + 4|\bar{A}|_7 = 0$,

откуда
$$|\bar{A}|_7 = \left| -\frac{20}{4} \right|_7 = \left| -\frac{6}{4} \right|_7 = |-12|_7 = 2.$$

Аналогично вычисляем $|\bar{A}|_{11}$. Так как $a_5 = 0$, то

$$\frac{20 + 4|\bar{A}|_7}{7} + 37 + |\bar{A}|_7 + |\bar{A}|_{11} = 0,$$

откуда
$$\frac{20 + 4 \cdot 2}{7} + 37 + 2 + |\bar{A}|_{11} = 0, \quad |\bar{A}|_{11} = |-43|_{11} = 1.$$

Используя найденные остатки, определяем синдромы ошибки:

$$\delta_1 \equiv |6 - 2|_7 = 4, \delta_2 \equiv |2 - 1|_1 = 1.$$

В соответствии с табл. 1 определяем, что величина ошибки: (0, 2, 0). Для исправления одиночной ошибки, допущенной по информационному основанию, необходимо сложить контролируемое число с найденной величиной ошибки:

$$\overline{A} = (1, 2, 3, 6, 4) + (0, 2, 0, 0, 0) = (1, 1, 3, 6, 2) = A.$$

Таким образом, при допущении одиночных ошибок по информационным основаниям метод синдромного декодирования позволяет эффективно произвести их обнаружение, локализацию и исправление, так как использование синдромов ошибок позволяет уменьшить время коррекции ошибок. Это происходит в силу того, что задачи по обнаружению, локализации и исправлению ошибок выполняются одной общей процедурой.

Далее рассмотрим ситуацию, в которой была допущена ошибка по контрольному основанию системы.

Пример 4.4. Пусть исходным числом является: $A = 13 = (1, 1, 3, 6, 2)$. Допустим, произошла ошибка по избыточному основанию, и ошибочное число $\overline{A}$ имеет вид: $\overline{A}_2 = (1, 1, 3, 6, 4)$. Проанализируем это число. Процесс перевода числа $\overline{A}$ в ОПСС представлен в табл. 6.

Таблица 6.

Перевод числа $\overline{A}$ в ОПСС с использованием метода расширения оснований СОК

Вычеты числа $ \overline{A} $ по модулю p_i	Модули				
	$p_1 = 2$	$p_2 = 3$	$p_3 = 5$	$p_4 = 7$	$p_5 = 11$
1	1	1	2	3	5
1	0	2	1	2	7
3	0	0	3	12	18
$ \overline{A} _7$	0	0	0	$4 \overline{A} _7$	$ \overline{A} _7$
$ \overline{A} _{11}$	0	0	0	0	$ \overline{A} _{11}$
Коэффициенты	$a_1=1$	$a_2=0$	$a_3=2$	$a_4=18+4 A _7$	$a_5=\frac{18+4 \overline{A} _7}{7}+30+ \overline{A} _7+ \overline{A} _{11}$

В ходе табличных вычислений мы получаем,

что

$$a_4 = 18 + 4 \left| \overline{A} \right|_7$$

$$\text{и} \quad a_5 = \frac{18 + 4|\overline{A}|_7}{7} + 30 + |\overline{A}|_7 + |\overline{A}|_{11}.$$

Так как $a_4 = 0$, то $18 + 4|\overline{A}|_7 = 0$,

$$\text{откуда} \quad |\overline{A}|_7 = \left| -\frac{18}{4} \right|_7 = \left| -\frac{4}{4} \right|_7 = |-1|_7 = 6.$$

Аналогично вычисляем $|\overline{A}|_{11}$: так как $a_5 = 0$, то

$$\frac{18 + 4|\overline{A}|_7}{7} + 30 + |\overline{A}|_7 + |\overline{A}|_{11} = 0,$$

$$\text{откуда} \quad \frac{18 + 4 \cdot 6}{7} + 30 + 6 + |\overline{A}|_{11} = 0, \quad |\overline{A}|_{11} = |-42|_{11} = 2.$$

Используя найденные остатки, определяем синдромы ошибки:

$$\delta_1 \equiv |6 - 6|_7 = 0, \quad \delta_2 \equiv |4 - 2|_1 = 2.$$

В данном случае один из вычисленных избыточных остатков не равен исходному. Это свидетельствует о том, что ошибка была допущена по контрольному основанию. Следовательно, вектор $\overline{A}$ является кодовым словом и не требует никаких исправлений.

Однако для дальнейшего использования информации необходимо исправить допущенную по контрольному основанию ошибку. Для этого нужно вычесть величину ошибки из разряда, в котором она была допущена.

$$\overline{A} = (1, 1, 3, 6, 4) - (0, 0, 0, 0, 2) = (1, 1, 3, 6, 2) = A.$$

Таким образом, при допущении одиночных ошибок по контрольным основаниям метод синдромного декодирования также позволяет эффективно произвести их обнаружение, локализацию и исправление, так как использование синдромов ошибок позволяет уменьшить время коррекции ошибок. Это происходит в силу того, что задачи по обнаружению, локализации и исправлению ошибок выполняются одной общей процедурой.

Предложенные алгоритмы можно реализовать на избыточных нейронных сетях [8, 9].

5. Заключение

Развитый в данной статье метод позволяет корректировать одиночные ошибки, допущенные по информационным и контрольным основаниям системы, значительно эффективнее, нежели широко используемый метод проекций. Это происходит в силу того, что метод синдромного декодирования, основанный на методе расширения оснований СОК, требует перевода числа в ОПСС лишь один раз. В то же время метод проекций требует $n + 1$ процедуру перевода числа из СОК в ОПСС.

Таким образом, выигрыш метода синдромного декодирования по сравнению с методом проекций составляет n процедур перевода числа из СОК в ОПСС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Червяков Н.И., Галкина В.А., Стрекалов Ю.Ф., Лавриненко С.В. Архитектура адаптивной параллельно-конвейерной нейронной сети для коррекции ошибок в модулярных нейрокомпьютерных системах // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2003. №6. С. 47–60.
2. Червяков Н.И., Сахнюк П.А., Шапошников А.В., Макоха А.Н. Нейрокомпьютеры в остаточных классах. М.: Радиотехника, 2003. 272 с.
3. Червяков Н.И., Сахнюк П.А., Шапошников А.В., Ряднов С.А. Модулярные параллельные вычислительные структуры нейропроцессорных систем. М.: Физматлит, 2003. 288 с.
4. Червяков Н.И. Методы и принципы построения модулярных нейрокомпьютеров // 50 лет модулярной арифметике: сборник трудов Юбилейной Международной научно-технической конференции. М.: Ангстрем, МИЭТ, 2006. С. 239–249.
5. Лавриненко С.В. Разработка отказоустойчивого мультинейропроцессора цифровой обработки сигналов: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. Ставрополь, 2008. 252 с.
6. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. М.: Советское радио, 1968. 440 с.

7. Амербаев В.М., Балака Е.С., Тельпухов Д.В., Соловьев Р.А. Применение информационной избыточности для повышения надежности арифметического узла вычислительного элемента бимодульной арифметики // I-я Международная конференция «Параллельная компьютерная алгебра и ее приложения в новых инфокоммуникационных системах – 2014»: сборник научных трудов. Ставрополь: Фабула, 2014. С. 347–358.
8. Червяков Н.И., Макоха А.Н., Сахнюк П.А. Дискретная математика. М.: Физматлит, 2005. 368 с.
9. Червяков Н.И., Шапошников А.В., Сахнюк П.А. Модель и структура нейронной сети для реализации арифметики системы остаточных классов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2001. № 10. С. 6–12.

ОБ АВТОРАХ

Червяков Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и математического моделирования Северо-Кавказского федерального университета.

Chervyakov Nikolay Ivanovich, doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of the Applied Mathematics and Mathematical Modeling, North Caucasus Federal University.

E-mail: k-fmf-primath@stavsu.ru

Нагорнов Николай Николаевич, студент Северо-Кавказского федерального университета.

Nagornov Nikolay Nikolaevich, student in «Applied Mathematics and Informatics» North Caucasus Federal University.

E-mail: sparta1392@mail.ru

УДК 537.611

Попов И.П. [Popov I.P.]

ПОСТРОЕНИЕ АБСТРАКТНОЙ МОДЕЛИ СИЛОВОГО ПОЛЯ ТИПА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО.

Часть 1

Abstract model power field electromagnetic type building. Part 1

Показано, что классическая модель магнитного поля допускает нарушение третьего закона Ньютона, исключает взаимодействие соосных элементов проводников с токами, не предусматривает существование моментов сил, действующих на элементы проводников, законом Ампера принято считать формулу в общем случае несовместимую с его основным результатом. Построена формальная модель аналога электромагнитного поля, не имеющая указанных особенностей, при этом модель удовлетворяет основному требованию Ампера – безусловному выполнению третьего закона Ньютона.

Ключевые слова: магнитное поле, третий закон Ньютона, соосные элементы проводников, моменты сил.

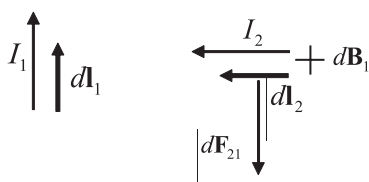
It is shown that the classical model of the magnetic field allows the violation of Newton's third law, eliminates interference elements coaxial conductors with currents, does not provide for the existence of moments of forces acting on the elements of the conductors, Ampere's law is considered to be the formula generally incompatible with its main findings. The formal model is an analogue of the electromagnetic field, not having these features in this model meets the essential requirements Ampere – unconditional implementation of Newton's third law.

Key words: magnetic field, Newton's third law, the elements of coaxial conductors, the moments of forces.

Введение

В существующей модели магнитного поля силы взаимодействия между замкнутыми контурами с токами удовлетворяют третьему закону Ньютона (ТЗН). Однако эти силы являются результатом сложения элементарных сил, действующих между малыми элементами проводников с токами, для которых ТЗН может нарушаться [1]. На рисунке представлен предельный случай такого нарушения.

Первый элемент проводника $d\mathbf{l}_1$ с током I_1 действует на второй с силой



$$d\mathbf{F}_{21} = I_2 [d\mathbf{L}_2, d\mathbf{B}_1] = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2}{4\pi r^3} [d\mathbf{L}_2, [d\mathbf{L}_1, \mathbf{r}]], \quad (1)$$

где $d\mathbf{B}_1$ – магнитная индукция, $\mu_0 \mu$ – магнитная проницаемость,
 $\mathbf{r}$ – радиус-вектор.

Эта сила имеет максимальное значение, поскольку все перемножаемые векторы взаимно перпендикулярны. В то же время, второй элемент действует на первый с силой

$$d\mathbf{F}_{12} = I_1 [d\mathbf{L}_1, d\mathbf{B}_2] = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2}{4\pi r^3} [d\mathbf{L}_1, [d\mathbf{L}_2, \mathbf{r}]] = 0,$$

так как $d\mathbf{L}_2$ и $\mathbf{r}$ коаксиальны.

Модель магнитного поля имеет ряд других противоречий, которые будут показаны ниже.

Целью настоящей работы является не исправление существующей теории электромагнитного поля, а построение в трехмерном евклидовом пространстве модели формального аналога магнитного поля, с одной стороны – максимально похожей на магнитное поле, с другой стороны – не вступающей в противоречие (на микроуровне) с ТЗН – одним из основных законов механики и свободной от других противоречий модели магнитного поля. На невозможность нарушения ТЗН при взаимодействии проводников с токами указывал Ампер [2]. Попытки построения непротиворечивых моделей предпринимались в работах [3, 4], которые представляются излишне феноменологическими.

Далее величины формального аналога электромагнитного поля для отличия их от соответствующих величин электромагнитного поля обозначаются другим шрифтом: $q, I, B, H, D, E, F \rightarrow \mathbf{q}, \mathbf{I}, \mathbf{B}, \mathbf{H}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}$.

В качестве одной из предпосылок дальнейшего рассмотрения может быть рассмотрена измененная конфигурация вышеприведенного примера,

в которой второй проводник расположен параллельно первому, при этом они перпендикулярны соединяющему их радиус-вектору, так, что силы взаимодействия лежат на одной прямой. ТЗН в этом случае не нарушается. При этом

$$dF = -\frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{I_1 dl_1 I_2 dl_2}{r^2} \quad (2)$$

Материал дальнейших разделов починен следующей логике изложения.

1. Определяется формула силы взаимодействия элементов проводников с токами, являющаяся отправной точкой. Эта формула связывает классическую и предлагаемую теории, поскольку удовлетворяет обеим.
2. Обосновано наличие взаимодействия соосных элементов проводников с токами, являющегося необходимым условием соблюдения ТЗН на микроуровне.
3. Вводится в рассмотрение формула в общем виде для взаимодействия соосных элементов, унифицированная с формулой первого раздела для параллельных элементов. Безразмерный коэффициент формулы нуждается в дальнейшем уточнении.
4. Определяется формула для произвольно расположенных элементов, являющаяся суперпозицией формул для параллельных и соосных элементов. Формула содержит неопределенный коэффициент, привнесенный соосной составляющей.
5. Выделяются закономерности полевых взаимодействий, необходимые для установления значения неопределенного коэффициента в формуле для произвольно расположенных элементов.
6. Устанавливается искомое значение неопределенного ранее коэффициента.
7. С учетом найденного коэффициента определяются формулы для силы и энергии взаимодействия элементов проводников при соблюдении ТЗН.

1. Первый признак формального аналога электромагнитного поля, совпадающий с соответствующим признаком магнитного поля

Этот признак состоит в том, что если элементы формальных аналогов токов $I_1 d\mathbf{l}_1$ и $I_2 d\mathbf{l}_2$ лежат в одной плоскости S и перпендикулярны соединяющему их радиус-вектору $\mathbf{r}$, то также как и в (2) они взаимодействуют с силой

$$d\mathbf{F}_{12} = -d\mathbf{F}_{21} = -m \frac{I_1 d\mathbf{l}_1 \cdot I_2 d\mathbf{l}_2}{4\pi r^2} \frac{\mathbf{r}_{12}}{r},$$

$$dF = -m \frac{(I_1 dl_1)_n^S (I_2 dl_2)_n^S}{4\pi r^2}.$$

Здесь m – формальный аналог магнитной проницаемости.

Если S_1 и S_2 – плоскости, образованные соответственно парами векторов $I_1 d\mathbf{l}_1$, $\mathbf{r}$ и $I_2 d\mathbf{l}_2$, $\mathbf{r}$, и α – угол между S_1 и S_2 , то

$$dF = -m \frac{(I_1 dl_1)_n^{S_1} (I_2 dl_2)_n^{S_2}}{4\pi r^2} \cos \alpha. \quad (3)$$

2. Второе противоречие модели магнитного поля

Несмотря на то, что Ампер считал, что силы взаимодействия соосных токов существуют (этот вывод он сделал, в том числе, и на основании собственных многочисленных экспериментов [2]), в классической модели магнитного поля соосные проводники с токами не взаимодействуют.

Из того обстоятельства, что сила взаимодействия элементов проводников с токами является градиентом энергии магнитного поля, созданного этими элементами, следует, что между элементами со стабилизированными токами существует сила взаимодействия, если при изменении расстояния между ними энергия результирующего поля, созданного элементами, изменяется. Впредь, для того, чтобы не усложнять рассуждения учетом влияния электромагнитной индукции, имеется в виду, что рассматриваемые токи являются стабилизированными.

Таким образом, если сила F между соосными элементами существует, то интеграл

$$\int_{\infty}^0 F dr = A = W_0 - W_{\infty}$$

не равен нулю.

Пусть для двух соосных элементов $dl_1 = dl_2 = dl$, токи $I_1 = I_2 = I$ и направлены в одну сторону. Модуль напряженности магнитного поля, созданного одним элементом в произвольной точке, равен

$$H = \frac{Idl}{4\pi r^2} \sin \varphi,$$

где φ – угол между векторами $d\mathbf{l}$ и $\mathbf{r}$. При расстоянии между соосными проводниками равном бесконечности суммарная энергия поля, созданного ими, равна

$$W_{\infty} = 2\mu_0\mu \int_V \frac{H^2}{2} dV = \frac{\mu_0\mu (Idl)^2}{16\pi^2} \int_V \frac{\sin^2 \varphi}{r^4} dV,$$

где $V = \infty$. При расстоянии между соосными проводниками равном нулю dl_1 и dl_2 совмещаются и образуют один элемент dl , по которому течет ток $2I$.

$$W_0 = \frac{\mu_0\mu (2Idl)^2}{32\pi^2} \int_V \frac{\sin^2 \varphi}{r^4} dV = 2W_{\infty}, \quad \int_{\infty}^0 F dr = A = W_0 - W_{\infty} = W_{\infty} \neq 0,$$

следовательно, сила взаимодействия между соосными элементами с током

$$F = \frac{dW}{dr} \quad (4)$$

существует.

В этой связи возникает необходимость выяснить, в какой мере эксперименты, выполненные Био и Саваром, исключают возможность существования этой силы.

Эти эксперименты, по существу, не являлись опытами по определению напряженности магнитного поля. Это и не были эксперименты по определению взаимодействия линейных проводников с током. Они задумывались и осуществлялись для определения силы взаимодействия проводников и постоянного магнита. Не случайно в формулу входила

«магнитная масса» m ($F = mIdl\sin\varphi/r^2$ [5]). А поскольку действие магнита определяется действием круговых токов, которые можно условно заменить одним эквивалентным круговым током, то эксперименты по существу показывали, как отрезок линейного проводника взаимодействует с круговым током.

Пусть магнит располагается на оси линейного проводника (но не самом проводнике) так, чтобы ось совпадала с плоскостью кругового тока магнита. Круговой ток можно представить в виде двух токов, направленных в противоположные стороны и соосных линейному проводнику. Один из этих токов в соответствии с (4) притягивается к линейному проводнику, а второй с такой же по величине силой отталкивается от него и суммарное осевое усилие равно нулю. По этой причине эксперименты Био и Савара не могли выявить силу взаимодействия соосных проводников и, следовательно, не дают никаких оснований ее «запретить».

Таким образом, вторым противоречием классической модели магнитного поля является противоречие с методом определения силы как градиента энергии, т.е. отсутствие учета силового взаимодействия между соосными составляющими элементов проводников с токами.

Модель квазиэлектромагнитного поля свободна от указанного противоречия.

Замечание. Нетрудно убедиться, что ТЗН нарушается тогда, когда векторы $d\mathbf{l}$ имеют продольные составляющие, коаксиальные радиус-вектору. Из этого следует вывод: если исходить из того, что ТЗН нарушаться не может в силу своей всеобщности (по крайней мере, в условиях магнитостатики), значит, при классическом расчете из-за двойного векторного произведения (1) теряются силы взаимодействия продольных проводников или их составляющих. На существование этих сил указывал Ампер и их наличие обосновано выше.

Поскольку расчет сил методом двойного векторного произведения корректен лишь в случае, когда перемножаемые векторы ортогональны, следует прибегать к более универсальному методу определения сил как градиента энергии (4).

3. Второй признак формального аналога электромагнитного поля, не совпадающий с соответствующим противоречивым признаком магнитного поля

Этот признак заключается в том, что соосные элементы формальных аналогов токов $I_1 d\mathbf{l}_1$ и $I_2 d\mathbf{l}_2$ взаимодействуют с силой

$$\begin{aligned} d\mathbf{F}_{12} = -d\mathbf{F}_{21} &= -k_\tau m \frac{I_1 d\mathbf{l}_1 \cdot I_2 d\mathbf{l}_2}{4\pi r^2} \frac{\mathbf{r}_{12}}{r}, \\ dF &= -k_\tau m \frac{(I_1 dl_1)_\tau (I_2 dl_2)_\tau}{4\pi r^2}, \end{aligned} \quad (5)$$

где k_τ – некоторый безразмерный коэффициент, величина которого будет установлена ниже. В классической модели магнитного взаимодействия эта сила считается равной нулю.

4. Общий случай взаимного расположения элементов формальных аналогов токов

В общем случае взаимодействующие элементы формальных аналогов токов $I_1 d\mathbf{l}_1$ и $I_2 d\mathbf{l}_2$ расположены под углом γ относительно друг друга и составляют с соединяющим их радиус-вектором r углы φ_1 и φ_2 . При этом

$$\cos \gamma = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos \alpha + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \quad (6)$$

Векторы $I_1 d\mathbf{l}_1$ и $I_2 d\mathbf{l}_2$ можно разложить на поперечные $(I_1 dl_1)_n^{S1}$, $(I_2 dl_2)_n^{S2}$ и продольные $(I_1 dl_1)_\tau$, $(I_2 dl_2)_\tau$ составляющие относительно радиус-вектора. В соответствии с (3), (5) и (6) суммарная сила взаимодействия элементов формальных аналогов токов $I_1 d\mathbf{l}_1$ и $I_2 d\mathbf{l}_2$ равна

$$\begin{aligned} dF &= -m \frac{(I_1 dl_1)_n^{S1} (I_2 dl_2)_n^{S2}}{4\pi r^2} \cos \alpha - k_\tau m \frac{(I_1 dl_1)_\tau (I_2 dl_2)_\tau}{4\pi r^2} = \\ &= -m \frac{(I_1 dl_1 \sin \varphi_1) (I_2 dl_2 \sin \varphi_2)}{4\pi r^2} \cos \alpha - k_\tau m \frac{(I_1 dl_1 \cos \varphi_1) (I_2 dl_2 \cos \varphi_2)}{4\pi r^2} = \\ &= -m \frac{I_1 dl_1 I_2 dl_2}{4\pi r^2} (\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos \alpha + k_\tau \cos \varphi_1 \cos \varphi_2) = \\ &= -m \frac{I_1 dl_1 I_2 dl_2}{4\pi r^2} [\cos \gamma + (k_\tau - 1) \cos \varphi_1 \cos \varphi_2] \end{aligned} \quad (7)$$

dF направлена вдоль r .

Выражение (7) совпадает с основной формулой Ампера применительно к магнитному взаимодействию. По-видимому, является недоразумением считать законом Ампера выражение (1), которое в общем случае несовместимо с его основным результатом.

При этом Ампер полагал $k_\tau = -0,5$. Однако эта величина нуждается в уточнении. Для ее определения потребуется прояснить ситуацию с моментами.

5. Моменты сил в классическом магнитном поле и взаимодействие результатов для формального аналога электромагнитного поля

Если в системе из n контуров с токами какой-то контур под действием поля повернется на угол $d\varphi$, то энергия магнитного поля изменится на величину dW_M и совершится механическая работа $Md\varphi$, где M – момент, действующий по направлению $d\varphi$ [7]. Для k -го контура уравнение по второму закону Кирхгофа:

$$i_k R_k + d\Psi_k / dt = e_k.$$

При умножении уравнения на $i_k dt$ получается

$$i_k^2 R_k dt + i_k d\Psi_k = e_k i_k dt.$$

Для всей совокупности контуров

$$\sum_{k=1}^n i_k^2 R_k dt + \sum_{k=1}^n i_k d\Psi_k = \sum_{k=1}^n e_k i_k dt$$

или

$$\sum_{k=1}^n i_k d\Psi_k = \sum_{k=1}^n e_k i_k dt - \sum_{k=1}^n i_k^2 R_k dt.$$

Это энергия, полученная от источников электродвижущей силы за вычетом тепла. В соответствии с законом сохранения энергии

$$\sum_{k=1}^n i_k d\Psi_k = Md\varphi + dW_M.$$

$$M = \frac{\sum_{k=1}^n i_k d\Psi_k - dW_M}{d\phi}. \quad (8)$$

В частном случае, если при повороте контура на угол $d\phi$ токи во всех контурах меняются таким образом, чтобы потокоцепления оставались неизменными, т.е. $d\Psi_k = 0$, $M = -dW_M/d\phi$.

Представляет интерес другой частный случай со стабилизированными токами ($i_k = \text{const}$), для которых

$$W_M = \frac{1}{2} \sum i_k \Psi_k,$$

$$dW_M = \frac{1}{2} d \sum i_k \Psi_k = \frac{1}{2} \sum i_k d\Psi_k.$$

При подстановке в (8)

$$M = \frac{\sum_{k=1}^n i_k d\Psi_k - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n i_k d\Psi_k}{d\phi} = \frac{dW_M}{d\phi}.$$

Таким образом, получены следующие результаты:

- 5.1. В обоих рассмотренных частных случаях приращение энергии магнитного поля dW_M равно механической работе $Md\phi$.
- 5.2. В первом частном случае работа совершается за счет изменения энергии поля.
- 5.3. Во втором частном случае и работа и изменение энергии осуществляются за счет энергии внешних источников.
- 5.4. На объекты (IdI), испытывающие воздействие со стороны магнитного поля, действуют моменты, если энергия совокупного магнитного поля является функцией углов (одной из сторон которых является dI).
- 5.5. Для определения моментов нужно аналитические выражения для энергии магнитного поля продифференцировать по углам, функции которых входят в состав этих выражений.

- 5.6. В первом частном случае поле стремится повернуть взаимодействующий с ним объект таким образом, чтобы энергия поля убывала.
- 5.7. В случае стабилизированных токов поле стремится повернуть взаимодействующий с ним объект таким образом, чтобы энергия поля возрастала.
Для описания формального аналога электромагнитного поля заимствуются результаты по п.п. 5.4, 5.5, 5.7., а именно:
- 5.8. На элементы формальных аналогов токов Idl , испытывающие воздействие со стороны поля, действуют моменты, если энергия совокупного поля является функцией углов (одной из сторон которых является Idl).
- 5.9. Для определения моментов нужно аналитические выражения для энергии формального аналога электромагнитного поля продифференцировать по углам, функции которых входят в состав этих выражений.
- 5.10. В случае стабилизированных формальных аналогов токов поле стремится повернуть взаимодействующий с ним элемент Idl таким образом, чтобы энергия поля возрастала.

6. Уточнение величины k_τ

В соответствии с (7) энергия формального аналога электромагнитного поля равна

$$W = \int F dr = m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r} [\cos \gamma + (k_\tau - 1) \cos \varphi_1 \cos \varphi_2] + C. \quad (9)$$

Для наглядности можно допустить, что $\alpha = 0$, а углы φ_1 и φ_2 острые, равны между собой и расположены по одну сторону от радиус-вектора.

Пусть $k_\tau < 1$. В соответствии с 5.10. поле стремится повернуть элементы таким образом, чтобы энергия поля возросла. А это значит, что моменты M_{12} и M_{21} направлены в одну сторону, в сторону уменьшения φ_1 и φ_2 и принцип противодействия нарушается. Таким образом, предположение $k_\tau < 1$ неверно.

Пусть $k_\tau < 1$. Моменты M_{12} и M_{21} тоже направлены в одну сторону, в сторону увеличения φ_1 и φ_2 и принцип противодействия снова нарушается. Таким образом, предположение $k_\tau < 1$ тоже неверно.

Единственным непротиворечивым значением k_τ является $k_\tau = 1$. Несмотря на то, что Ампер применительно к классическому магнитному полю получил другое значение ($k_\tau = -0,5$), он сделал правильный вывод:

Система стремится уменьшить угол γ , т.е. элементы стремятся повернуться так, чтобы стать параллельными друг другу [2].

Этот вывод распространяется на формальный аналог электромагнитного поля. При этом выполняется аналог третьего закона Ньютона для моментов

$$d\mathbf{M}_{12} = -d\mathbf{M}_{21}.$$

7. Энергия, силы и моменты для формального аналога электромагнитного поля

Из (9) с учетом того, что $k_\tau = 1$

$$W = m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r} \cos \gamma + C = m \frac{l_1 d\mathbf{l}_1 \cdot l_2 d\mathbf{l}_2}{4\pi r} + C. \quad (10)$$

$$dF_{12} = -dF_{21} = \frac{\partial W}{\partial r} = -m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r^2} \cos \gamma.$$

Для параллельных (антипараллельных) элементов формальных аналогов тока $ld\mathbf{l}$ сила взаимодействия не зависит от углов φ_1 и φ_2 , в частности, соосные элементы притягиваются (отталкиваются) с такой же силой, как и перпендикулярные соединяющему их радиус-вектору (при одинаковом расстоянии между ними). Это также следует из (3) и (5), с учетом того, что $k_\tau = 1$.

Векторная форма записи:

$$d\mathbf{F}_{12} = -d\mathbf{F}_{21} = -\frac{ml_1 l_2}{4\pi r^3} (d\mathbf{l}_1, d\mathbf{l}_2) \mathbf{r}_{12}. \quad (11)$$

Другими словами, ТЗН для формального аналога электромагнитного поля выполняется при любом взаимном расположении элементов формальных аналогов тока $ld\mathbf{l}$.

В соответствии с (6)

$$dF = -m \frac{(l_1 dl_1 \sin \varphi_1)(l_2 dl_2 \sin \varphi_2)}{4\pi r^2} \cos \alpha - m \frac{(l_1 dl_1 \cos \varphi_1)(l_2 dl_2 \cos \varphi_2)}{4\pi r^2}.$$

Первое слагаемое является силой взаимодействия между поперечными составляющими элементов. Второе слагаемое – это сила взаимодействия между продольными составляющими.

Для частного случая, соответствующего (3) ($\varphi_1 = \varphi_2 = \pi/2$, $\alpha = 0$)

$$dF_n = -m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r^2}.$$

Для другого частного случая, соответствующего (5) ($\varphi_1 = \varphi_2 = \alpha = 0$)

$$dF_\tau = -m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r^2}.$$

Для этих двух частных случаев $dF_n = dF_\tau$, как и указано в начале параграфа.

В соответствии с 5.8. и 5.9. на элементы формальных аналогов тока $ld\mathbf{l}$ действуют моменты

$$\begin{aligned} dM_{12} = -dM_{21} &= \frac{\partial W}{\partial \beta} = -m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r} \sin \gamma, \\ d\mathbf{M}_{12} = -d\mathbf{M}_{21} &= -\frac{ml_1 l_2}{4\pi r} [d\mathbf{l}_1, d\mathbf{l}_2]. \end{aligned} \quad (12)$$

Другими словами, аналог ТЗН для моментов для формального аналога электромагнитного поля выполняется при любом взаимном расположении элементов формальных аналогов тока $ld\mathbf{l}$.

$$\begin{aligned} dM_{\varphi_1} &= \frac{\partial W}{\partial \varphi_1} = m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r} (\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos \alpha - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2), \\ dM_{\varphi_2} &= \frac{\partial W}{\partial \varphi_2} = m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r} (\sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \alpha - \cos \varphi_1 \sin \varphi_2), \\ dM_\alpha &= \frac{\partial W}{\partial \alpha} = -m \frac{l_1 dl_1 l_2 dl_2}{4\pi r} \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \sin \alpha, \\ dM &= dF r \operatorname{tg} \gamma, \end{aligned}$$

$$dM_{\alpha} = dF_n r \operatorname{tg} \alpha ,$$

$$dM_{\varphi_1} = dF_{\tau} r \operatorname{tg} \varphi_1 - dF_n r \operatorname{ctg} \varphi_1 ,$$

$$dM_{\varphi_2} = dF_{\tau} r \operatorname{tg} \varphi_2 - dF_n r \operatorname{ctg} \varphi_2 .$$

Заключение

Классическая модель магнитного поля имеет следующие особенности:

- допускает нарушение ТЗН;
- исключает взаимодействие соосных элементов проводников с токами;
- не предусматривает существование моментов сил, действующих на элементы проводников;
- законом Ампера принято считать формулу в общем случае несовместимую с его основным результатом.

Указанные особенности, по-видимому, в меньшей степени обусловлены субъективными факторами и в значительной степени являются следствием ограниченности арсенала средств векторной алгебры.

Построенная модель формального аналога электромагнитного поля этих особенностей не имеет. Устранение этих особенностей не потребовало введения новых физических представлений. «Потерянное» в классической теории осевое взаимодействие отыскивается классическим же образом – как градиент энергии поля. В свою очередь учет «восстановленного в правах» осевого взаимодействия автоматически приводит к сохранению ТЗН на микроуровне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Физматлит, 2003. 616 с.
2. Ампер А.М. Электродинамика. М.: АН СССР, 1954. 492 с.
3. Томилин А.К., Прокопенко Е.В. Продольные колебания упругого электропроводного стержня в неоднородном магнитном поле // Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2013. № 1(21). С. 104–111.
4. Николаев Г.В. Непротиворечивая электродинамика. Теория, эксперименты, парадоксы. Томск, 1997.
5. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 3. М.: Наука, 1966. 656 с.
6. Корн Г. Справочник по математике. М.: Наука, 1977. 832 с.
7. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. М.: Высшая школа, 1986. 263 с.

ОБ АВТОРАХ

Попов Игорь Павлович, старший преподаватель кафедры общей физики Курганского государственного университета.

Телефон: (3522) 42-94-58.

E-mail: popov_ip@kurganobl.ru.

Popov Igor Pavlovich, senior lecturer of the Common physics Department, Kurgan State University.

Phone: (3522) 42-94-58.

E-mail: popov_ip@kurganobl.ru.

УДК 681.3

Червяков Н. И. [Chervyakov N. I.],
Ляхов П. А. [Lyakhov P. A.],
Шульженко К. С. [Shulzhenko K. S.]

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ В СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Application of adaptive filters based on residue number system for satellite communications

В статье рассматривается применение адаптивных цифровых фильтров на основе системы остаточных классов для систем спутниковой связи. Важной проблемой практического использования спутников являются искажения сигнала, которые могут существенно повлиять на качество обрабатываемого сигнала и вызвать ошибку в работе системы определения местоположения спутника. Показано, что использование фильтров с конечной импульсной характеристикой с применением модулярной арифметики для адаптивного моделирования систем управления ориентации спутника в режиме реального времени и алгоритма рекурсивного метода наименьших квадратов для настройки адаптивных коэффициентов цифрового фильтра приводит к минимизации ошибки выходных данных между контролирующей системой и спутником. Предложена концепция реализации цифровых устройств на основе системы остаточных классов, которая позволяет существенно улучшить параметры энергопотребления, быстродействия и отказоустойчивости спутниковой связи.

Ключевые слова: система остаточных классов, цифровая обработка сигналов, адаптивный фильтр, спутник.

The paper discusses the use of adaptive digital filters based on the Residue Number System for satellite communication systems. The signal distortions is an important problem of the practical use of satellites, which can significantly affect the quality of the processed signal and cause an error in the satellite positioning system. There is shown that the use of filters with finite impulse response using modular arithmetic for adaptive modeling of satellite orientation control systems in real time and recursive algorithm with Least Squares Method to configure the adaptive coefficients of the digital filter causes to minimize the output error between the monitoring system data and the satellite. The concept of the implementation of digital devices based on a Residue Number System, which can significantly improve the power consumption, performance, and resiliency of satellite communications is proposed.

Key words: Residue Number System, Digital Signal Processing, adaptive filter, satellite.

Введение

На сегодняшний день одним из наиболее широко применяемых способов передачи информации является спутниковая связь. Использование спутников способствует функционированию цифрового интернета и телевидения, мобильной связи, осуществлению мониторин-

га геофизического состояния планеты, получению информации военного назначения и так далее [1]. Одной из наиболее существенных проблем спутниковой связи является определение местоположения спутника в режиме реального времени [2]. Эта проблема является актуальной, так как большое количество помех, появляющихся под воздействием космической среды, способны повлиять на структурные элементы цифровых фильтров [3]. Кроме того, искажения могут повлиять на получение качественного входного сигнала, что может вызвать ошибку в работе систем определения местоположения спутника [4]. Для решения этой проблемы широко используются системы цифровой обработки сигналов на основе адаптивных цифровых фильтров [5]. Одним из наиболее перспективных методов реализации цифровых фильтров для спутниковой связи является использование системы остаточных классов (СОК) [6]. Это связано с тем фактом, что реализация цифровых устройств на основе СОК позволяет существенно улучшить параметры энергопотребления, быстродействия и отказоустойчивости [7].

Введение в систему остаточных классов

В СОК числа представляются в базисе взаимно-простых чисел, называемых модулями $\beta = \{p_1, \dots, p_k\}$, $\text{НОД}(p_i, p_j) = 1$, для $i \neq j$. Произведение всех модулей СОК $P = \prod_{i=1}^k p_i$ называется динамическим диапазоном системы. Любое целое число $0 \leq X < P$ может быть единственным образом представлено в СОК в виде вектора $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, где $x_k = |X|_{p_i} = X \bmod p_i$ [8].

Динамический диапазон СОК обычно делится на две примерно равные части, таким образом, чтобы примерно половина диапазона представляла положительные числа, а остальная часть диапазона – отрицательные. Таким образом, любое целое число, удовлетворяющее одному из двух соотношений:

$$-\frac{P-1}{2} \leq X \leq \frac{P-1}{2}, \text{ для нечетных } P,$$
$$-\frac{P}{2} \leq X \leq \frac{P}{2}, \text{ для четных } P,$$

может быть представлено в СОК.

Операции сложения, вычитания и умножения в СОК определяются формулами

$$A \pm B = \left(a_1 \pm b_1 \Big|_{p_1}, \dots, a_k \pm b_k \Big|_{p_k} \right), \quad (1)$$

$$A \times B = \left(a_1 \times b_1 \Big|_{p_1}, \dots, a_k \times b_k \Big|_{p_k} \right). \quad (2)$$

Равенства (1) – (2) показывают параллельную природу СОК, свободную от поразрядных переносов.

Восстановление числа X по остаткам $\{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ основано на Китайской Теореме об Остатках (КТО) [8]

$$X = \left| \sum_{i=0}^k \left| P_i^{-1} \right|_{p_i} x_i \right|_{P_i} \Big|_P, \quad (3)$$

где $P_i = \frac{P}{p_i}$.

Элемент $\left| P_i^{-1} \right|_{p_i}$ означает мультипликативный обратный для P_i , по модулю p_i .

Таким образом, преимущества представления чисел в СОК могут быть представлены следующим образом [9]:

1. В СОК отсутствует распространение переноса между арифметическими блоками и числа большой размерности представляются в виде небольших остатков, что приводит к ускорению обработки данных.
2. При представлении данных с использованием СОК, числа большой размерности кодируются в набор небольших остатков, соответственно уменьшается сложность арифметических устройств в каждом канале модуля, что облегчает и упрощает работу вычислительной системы.
3. СОК является непозиционной системой без отсутствия зависимости между своими арифметическими блоками, следовательно, ошибка в одном канале не распространяется на другие. Таким образом, облегчается процесс обнаружения и исправления ошибок.

Основной проблемой СОК является сложность выполнения операции деления и сравнения двух чисел. Однако, несмотря на указанные недостатки, модулярная арифметика может быть эффективно реализована в приложениях, где основная доля вычислений приходится на операции умножения в сочетании со сложением и вычитанием [10, 11]. Как будет видно далее, фильтрация сигналов является именно таким приложением.

Построение цифрового фильтра в СОК

КИХ-фильтры играют важную роль в ЦОС, так как они гораздо менее чувствительны к ошибкам квантования, чем фильтры рекурсивного типа [12]. Любой КИХ-фильтр, можно описать следующей формулой

$$y_n = \sum_{k=0}^N b_k x_{n-k}, \quad (4)$$

где x_n — входная последовательность сигнала,
 b_k — коэффициенты фильтра,
 N — порядок фильтра,
 y_n — последовательность сигнала, полученного на выходе фильтра.

Для больших значений N , фильтры, представленные в традиционной двоичной системе счисления, имеют существенное снижение производительности, возникающее в результате роста задержек в двоичных сумматорах и умножителях по причине большого количества межразрядных переносов.

СОК, как было указано выше, позволяет в значительной мере устранить этот недостаток путем замены вычислений с большими числами на параллельную обработку остатков значительно меньшей разрядности. Кроме того, очевидно, что в формуле (6) используются только операции сложения и умножения, что позволяет использовать только положительные качества СОК при реализации КИХ-фильтров.

Рассмотрим низкочастотный КИХ-фильтр 11-го порядка с линейной фазовой характеристикой, амплитудно-частотная (АЧХ) и импульсная характеристики которого приведена на рисунках 1 и 2.

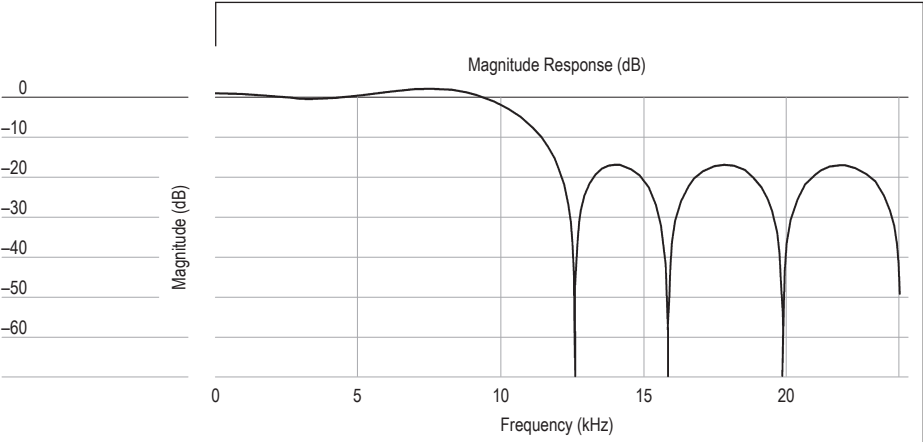


Рисунок 1. АЧХ фильтра 11 порядка.

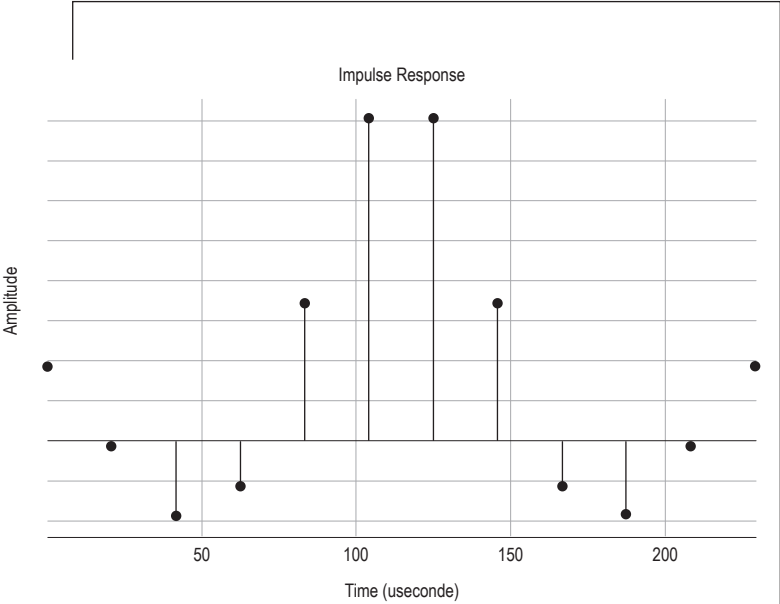


Рисунок 2. Импульсная характеристика фильтра 11 порядка.

Изображенный на рисунках 1 и 2 фильтр построен при помощи алгоритма Паркса – МакКлеллана, и принадлежит достаточно широкому классу КИХ-фильтров, которые требуют большой аккуратности при работе с коэффициентами, для того чтобы избежать серьезных ошибок частотного отклика [13]. Проектирование и получение численных значений данного фильтра было осуществлено при помощи MATLAB® [14]. Коэффициенты данного фильтра в форме машинного числа двойной точности, двоичного представления, целочисленного формата и СОК приведены в таблице 1. Получение целочисленного представления чисел двойной точности, было осуществлено путем умножения коэффициента на 2^{10} с последующим отбрасыванием дробной части. Для двоичного представления коэффициентов фильтра использованы 11 бит, из которых 10 являются информационными, а еще один бит использован для указания знака числа.

Предположим, что входная последовательность сигнала тоже квантована по 11 бит (включая знак). Максимально возможное значение отклика фильтра $|y_i|$ равно

$$\max\{|y_i|\} = 1024 \cdot \sum_{k=0}^1 |b_k| = 1024 \cdot 1690 = 1730560 \rightarrow 20,722808 \text{ бит.} \quad (5)$$

Набор модулей вида $\left\{2^n - 1, 2^n, 2^n + 1, 2^n - 2^{\frac{n+1}{2}} + 1, 2^n + 2^{\frac{n+1}{2}} + 1\right\}$ при $n = 5$ задает диапазон, равный 24,999997 бит, что позволяет использовать такую СОК для реализации рассмотренного фильтра.

Коэффициенты фильтра в СОК, приведенные в таблице 1 получены из целочисленного формата числа длиной 11 бит. При этом исходные коэффициенты фильтра являются числами двойной точности длиной 64 бита. Разумеется, переход от 64-битного представления к 11-битному порождает ошибку округления. Вопрос о степени влияния возникающей ошибки на результат работы фильтра является весьма важным, так как недооценка погрешности вычислений может привести к серьезным последствиям. Например, ошибка, возникающая при преобразовании 64-битного числа к 16-битному представлению привела к взрыву ракеты Ariane (4 июня 1996 года), причинившему ущерб в 7,5 миллионов долларов [15].

На рисунке 3 изображена АЧХ этой ошибки. Из рисунка видно, что максимум ошибки примерно на 30 Дб ниже, чем область записи фильтра что, согласно [16], является вполне допустимым.

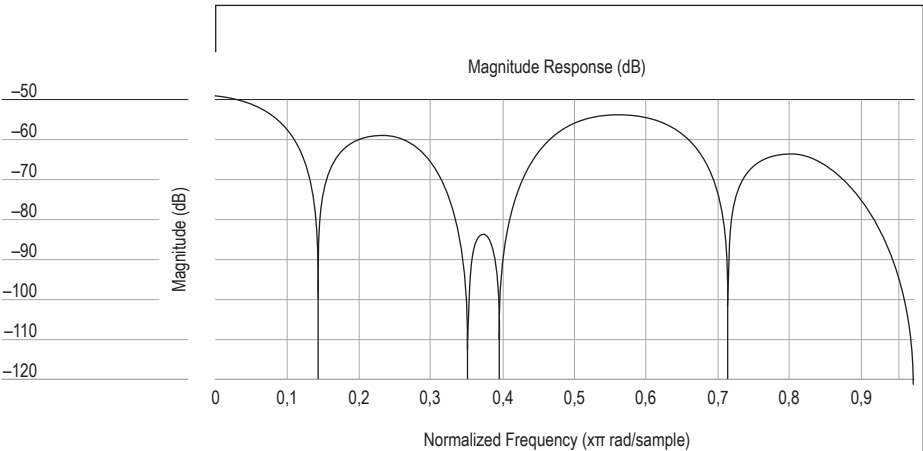


Рисунок 3. АЧХ ошибки фильтра 11 порядка.

Таблица 1. КОЭФФИЦИЕНТЫ НИЗКОЧАСТОТНОГО ФИЛЬТРА
11-го ПОРЯДКА

Коэффициенты фильтра	Числовой формат представления			
	двойная точность	двоичное число	целое число	СОК {25, 31, 32, 33, 41}
$b_0 = b_1$	0,0922037965907876	000010111110	94	{19, 1, 30, 28, 4}
$b_1 = b_{10}$	-0,0064537503593891	11111111001	-7	{18, 24, 25, 26, 38}
$b_2 = b_9$	-0,0957200336509332	111100111110	-98	{2, 26, 30, 1, 37}
$b_3 = b_8$	-0,0581256675402344	111110001100	-60	{15, 2, 4, 6, 30}
$b_4 = b_7$	0,1694183638078060	00010101101	173	{23, 18, 13, 8, 38}
$b_5 = b_6$	0,4032762098333520	00110011101	413	{13, 10, 29, 17, 8}

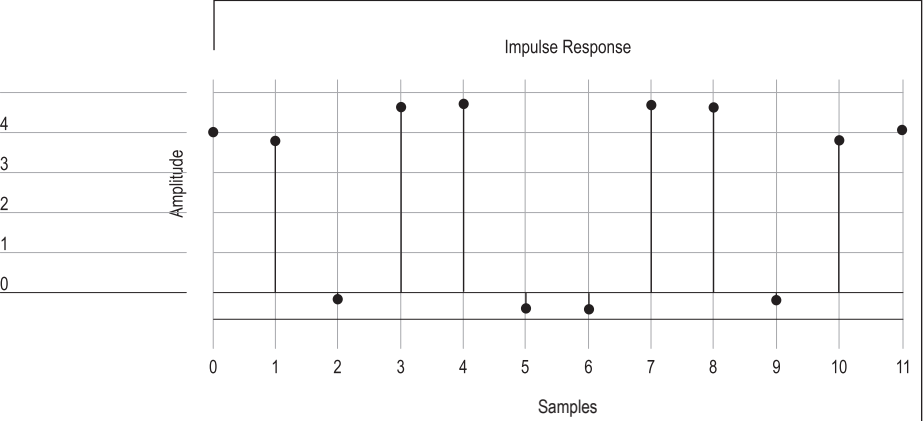


Рисунок 4. Импульсная характеристика ошибки фильтра 11 порядка.

На рисунке 4 представлена ошибка импульсной характеристики, полученная в результате перевода коэффициентов фильтра в СОК, с округлением, и обратно. Максимальное значение ошибки не превосходит 5×10^{-4} .

**Применение цифровых фильтров
в спутниковой связи**

Для решения проблемы определения местоположения спутника в режиме реального времени в настоящее время используются системы цифровой обработки сигналов на основе адаптивных цифровых фильтров (рисунок 5) [17].

На рисунке 5 $e(k)$ обозначает сигнал ошибки, подаваемый в адаптивный фильтр для коррекции коэффициентов. Этот сигнал будет отличен от нуля до тех пор, пока существует необходимость изменения коэффициентов фильтра. Как только коэффициенты будут удовлетворять условиям работы фильтра, сигнал ошибки станет равен нулю.

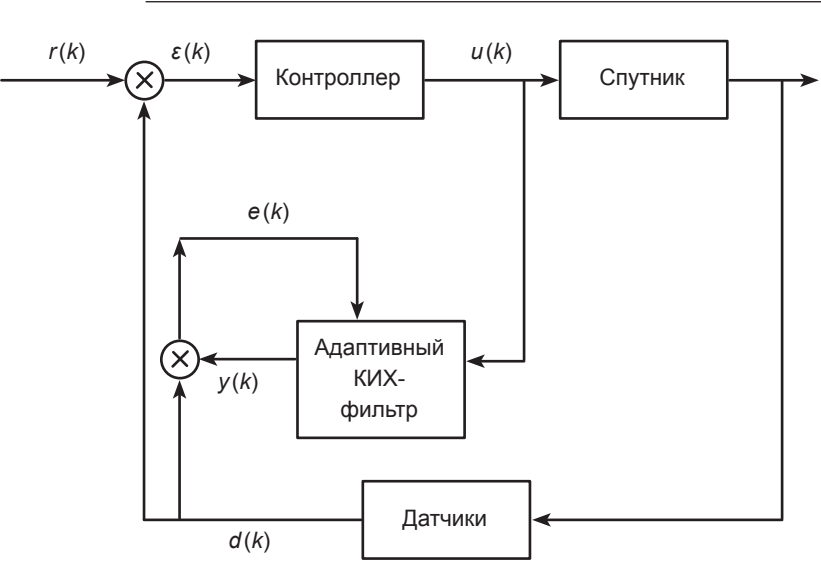


Рисунок 5. Схема управления спутником.

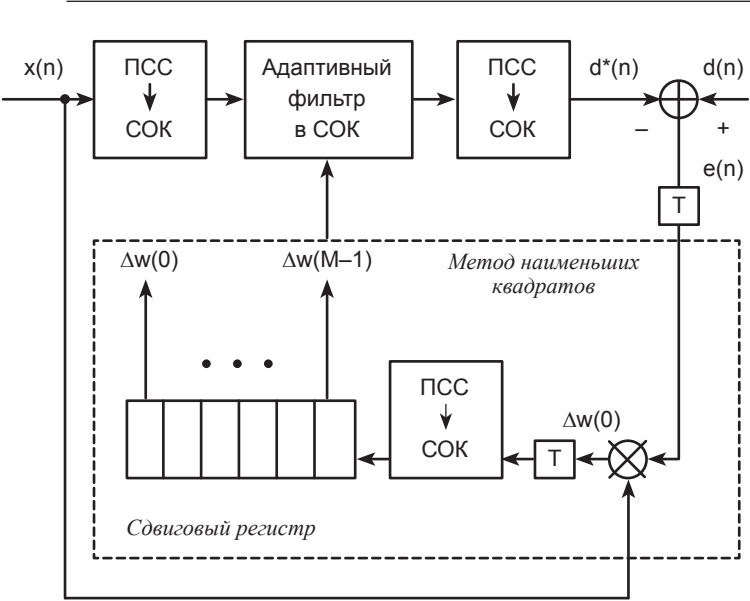


Рисунок 6. Схема работы гибридного КИХ-фильтра в СОК.

Изображенная на рисунке 5 система позволяет эффективно определять положение спутника, контролировать его движение и осуществлять передачу иных сигналов для управления. Важной особенностью адаптивных цифровых фильтров является способность к обнаружению ошибок на основе анализа адаптивных коэффициентов фильтра. Это позволяет значительно повысить отказоустойчивость системы спутниковой связи.

Важнейшим критерием при проектировании систем спутниковой связи является экономия аппаратных затрат. Применение СОК в КИХ-фильтрах для систем спутниковой связи позволяет уменьшить уровень энергопотребления и необходимую площадь на плате.

На рисунке 6 изображена схема гибридного КИХ-фильтра в СОК. Структура такого фильтра называется гибридной, поскольку основная часть фильтра реализована в СОК, а блок формирования адаптивных коэффициентов функционирует в двоичной системе счисления. Это объясняется тем, что коэффициенты формируются на основе метода наименьших квадратов, в основе которого лежат немодульные операции, которые трудно реализуемы в СОК. В структуру фильтра входят преобразователи входного сигнала из ПСС в СОК, Адаптивный КИХ-фильтр, функционирующий в СОК, преобразователь из СОК в ПСС, вычитатель, сдвиговый регистр. На рисунке обозначены: входной сигнал $x(n)$, выходной сигнал фильтра $d^*(n)$, сигнал ошибки $e(n)$, эталонный сигнал $n(n)$, вектор корректировки коэффициентов фильтра $\Delta w(n)$, T – изоморфные преобразования. Они необходимы для того, чтобы быстро выполнять проблемные операции в виде табличного задания сложной функции.

Заключение

Применение цифровых фильтров на основе СОК в системах спутниковой связи позволяет повысить скорость работы, уменьшить аппаратные затраты, снизить потребляемую мощность, повысить помехоустойчивость и получать информацию о неисправности. Использование КИХ-фильтров для адаптивного моделирования систем управления ориентации спутника в режиме реального времени и алгоритма рекурсивного метода наименьших квадратов для настройки адаптивных коэффициентов КИХ-фильтра, приводит к минимизации ошибки выходных дан-

ных между контролирующей системой и спутником. В настоящий момент адаптивные КИХ-фильтры, функционирующие в СОК, являются гибридными. Динамическое изменение коэффициентов фильтра производится в позиционной системе счисления, так как оно основано на вычислении обратного дискретного преобразования Фурье, которое трудно реализуемо в СОК. Информация о неисправности может быть получена путем анализа адаптивных коэффициентов КИХ-фильтра средствами СОК. Перспективным направлением для дальнейшего исследования является разработка адаптивных цифровых фильтров с динамическим изменением коэффициентов в СОК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bruce R. Elbert. The Satellite Communication Applications Handbook, Artech House, Inc., 2004.
2. Gao Zhen, Pedro Reviriego, Zhao Ming, Wang Jing, Juan Antonio Maestro, Efficient Single Event Upset-Tolerant FIR Filter Design Based on Residue Number for OBP Satellite Communication Systems, Digital Communications, 2013, pp. 55–67.
3. Wang Tao, Cheng Yuehua, Jiang Bin, Qi Ruiyun, Fault Detection Based on Finite Impulse Response Adaptive Filter for Satellite Attitude Control Systems, 26th Chinese Control and Decision Conference, 2014, pp. 209–213.
4. Wenhui Yang, Ming Zhao, Xiang Chen, Lianfen Huang, Jing Wang, Application of Residue Number Systems to Bent-Pipe Satellite Communication Systems, 6th International ICST Conference on Communications and Networking in China, 2011, pp. 1083–1087.
5. Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Babenko M.G., Digital filtering of images in a residue number system using finite-field wavelets, Automatic Control and Computer Sciences, vol. 48, №3, 2014, pp. 180–189.
6. Червяков Н.И., Ляхов П.А., Шульженко К.С. Цифровые фильтры в двухступенчатой системе остаточных классов с модулями специального вида // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 1. С. 41–55.
7. Cardarilli G.C., Nannarelli A., Re M. Residue number system for low-power DSP applications, Proc. 41st Asilomar Conf. Signals, Syst., Comput., 2007, pp. 1412–1416.
8. Omondi A., Premkumar B. Residue Number Systems: Theory and Implementation, Imperial College Press., 2007.
9. Червяков Н.И., Ляхов П.А., Шульженко К.С. Использование СОК в

- КИХ-фильтрах // Параллельная компьютерная алгебра и ее приложения в новых инфокоммуникационных системах: I-я Международная конференция, сборник научных трудов. Ставрополь: Издательско-информационный центр «Фабула», 2014. С. 343–346.
10. Chervyakov N.I., Lyakhov P.A., Shulzhenko K.S. FIR Filters in Two-Stage Residue Number System // International Conference "Engineering & Telecommunication En&T 2014", Moscow; Dolgoprudny: MIPT, 2014. P. 145–148.
 11. Molahosseini A.S., Sorouri S., Zarandi A.A.E. Research Challenges in Next-Generation Residue Number System Architectures // The 7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2012.) Melbourne, Australia, July 14–17, 2012, pp. 1658–1661.
 12. Patronik P., Berezowski K., Piestrak S.J., Biernat J., Shrivastava A. "Fast and Energy-Efficient Constant-Coefficient FIR Filters Using Residue Number System" // ISLPED'11 Proceedings of the 17th IEEE/ACM international symposium on Low-power electronics and design, 2011. Pp. 385–390.
 13. Zivaljevic D., Stamenković N., Stojanović V. "FIR Filter Implementation Based on the RNS with Diminished–1 Encoded Channel" // TSP 35th International Conference on Telecommunications and Signal Processing, 2012, pp. 662–666.
 14. Червяков Н.И., Ляхов П.А., Шульженко К.С. Проектирование КИХ-фильтров в СОК с использованием MATLAB // Параллельная компьютерная алгебра и ее приложения в новых инфокоммуникационных системах: I-я Международная конференция, сборник научных трудов. Ставрополь: Издательско-информационный центр «Фабула», 2014. С. 161–168.
 15. Parhami B. Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Designs, 2nd edition. Oxford University Press. New York, 2010. 641 p.
 16. Stamenković N. Digital FIR Filter Architecture Based on the Residue Number System // Facta Universitatis, Ser.: Elec. Energ, 2009, Vol. 22, no 1, pp. 125–140.
 17. Bernocchi G.L., Cardarilli G.C., Del Re A., Nannarelli A., Re M. A Hybrid RNS Adaptive Filter for Channel Equalization, Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, 2006, pp. 1706–1710.

ОБ АВТОРАХ

Червяков Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и математического моделирования. Северо-Кавказского федерального университета.

E-mail: k-fmf-primath@stavsu.ru

Chervyakov Nikolay Ivanovich. Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of the Applied Mathematics and Mathematical Modeling, North Caucasus Federal University. E-mail: k-fmf-primath@stavs.ru

Ляхов Павел Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и математического моделирования Северо-Кавказского федерального университета.

Lyakhov Pavel Alekseyevich. Ph. D., Assistant Professor, Department of the Applied Mathematics and Mathematical Modeling, North Caucasus Federal University. E-mail: ljahov@mail.ru.

Шульженко Кирилл Сергеевич (автор для переписки), студент специальности «Прикладная математика и информатика» Северо-Кавказского федерального университета.

Shulzhenko Kirill Sergeyevich. Student in "Applied Mathematics and Informatics", North Caucasus Federal University. E-mail: kirill-joker@mail.ru.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №2, 2015

УДК 338.48; 383.483.1

Александрова А. Ю. [Aleksandrova A.Yu.]

ВЕЛИКИЙ ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ: ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ, ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО ТУРИСТСКОГО МАРШРУТА

**The Silk Road:
the geopolitical, geographic
and economic aspects
of designing cross-border tourism route**

Статья посвящена вопросам проектирования Великого шелкового пути как трансграничного туристского маршрута. Освещается важная роль международных организаций (ЮНЕСКО и ЮНВТО) в реализации этого мегапроекта. Раскрываются сильные и слабые его стороны с геополитической, географической и экономической точек зрения. Показаны новые возможности и ограничения в развитии туризма по маршруту Великого шелкового пути с реализацией Китаем глобального экономического проекта «Один пояс – один путь». С экономико-географической точки зрения особенности трансграничного проекта Великого шелкового пути вытекают из разнообразия туристских ресурсов и неравномерности их пространственного размещения, а также дифференциации стран по уровню социально-экономического развития. Наконец, затрагиваются вопросы интернационализации туристского бизнеса. Описана пошаговая процедура проектирования туристского маршрута.

Ключевые слова: Великий шелковый путь, туризм, трансграничный туристский маршрут, геополитика, Китай, туристские ресурсы, социально-экономический потенциал.

The article is focused on designing the Silk Road as a cross-border tourism route. The critical role of international organizations (UNESCO and UNWTO) in the implementation of this large-scale project is underlined. Discussing strengths and weaknesses of the project from a geopolitical, geographical and economic point of view is the most important part of the article. China's global economic project "One belt – one road" (The Silk Road Economic Belt) opens up new opportunities and constraints in tourism development. From the economic-geographical point of view, the features of the Silk Road project are the result of the diversity and uneven spatial distribution of tourism resources, as well as differentiation of countries by level of socio-economic development. This article addresses the issues of tourism business internationalization. The step-by-step guide to designing tourism route is provided.

Key words: Silk Road, tourism, cross-border tourism road, geopolitics, China, tourism resources, socio-economic potential.

Великий шелковый путь не просто трансграничный туристский маршрут, а супермегапроект. По данным Всемирной туристской организации (ЮНВТО), это самый протяженный туристский маршрут в мире. Он охватывает Европу, Азию и Африку и связывает три океана – Тихий, Индийский и Атлантический. Маршрут проходит по территории стран, площадь которых составляет 55,4 млн кв. км, или 43 % площади суши Земного шара, численность населения – 4,7 млрд человек (66,9 % численности населения планеты), совокупный ВВП – 27,4 трлн долл. (53,6 %). Столь масштабный туристский проект требует специальных подходов к изучению и проектированию.

Особая роль в реализации проекта «Великий шелковый путь» отводится международным организациям ЮНЕСКО и ЮНВТО. ЮНЕСКО реализует проект, используя слоган «Шелковый путь: диалог, разнообразие и развитие». В 1988–1997 гг. под эгидой этой организации проводились комплексные исследования «Великий шелковый путь: на пути к диалогу». В настоящее время создана онлайн-платформа – интерактивная карта, на которой по маршрутам Великого шелкового пути показаны места проведения фестивалей, объекты Всемирного культурного и природного наследия, объекты нематериального культурного наследия, центры ремесел, объекты документального наследия. На этой карте Россия пока представлена лишь 4 объектами: Золотые горы Алтая, Убсунурская котловина (совместно с Монголией), природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» (Волгоградская область) и коллекция карт Российской империи XVIII в. (Москва) [3].

В ЮНВТО работает целевая группа по Великому шелковому пути. Составлена «Дорожная карта» как платформа для взаимодействия стран в рамках проекта. В планах – разработка интерактивного специализированного портала и проведение Фестиваля «Шелковый путь» [5].

В России на федеральном и региональном уровнях придается большое внимание реализации проекта «Великий шелковый путь». В План деятельности Министерства культуры Российской Федерации на 2013–2018 годы включено мероприятие 5.9 – «Сформировать межрегиональные историко-культурные туристские маршруты за счет вовлечения в туристский оборот памятников истории, культуры, археологии – “Великий шелковый путь”...» [1].

Тема Великого шелкового пути – комплексная, многогранная. Остановимся на некоторых ее аспектах.

Геополитические аспекты

В последнее время трансграничный проект историко-культурных туристских маршрутов «Великий шелковый путь» все чаще связывается с глобальным экономическим одноименным проектом Китая. В 2013 г. Председатель КНР Си Цзиньпин озвучил идею проекта «Один пояс – один путь» – это наземная и морская версия нового Шелкового пути. 2015 год объявлен в Китае Годом Шелкового пути. Новый шелковый путь – чрезвычайно амбициозный проект. Он представляет собой цепь из инфраструктурных проектов, образующую крупнейший в мире экономический коридор. Он свяжет Азию, Европу, Африку и Латинскую Америку. В таком коридоре остро нуждается китайская экономика, переходящая на новую модель роста. Последние 20 лет государство вкладывало огромные инвестиции в инфраструктуру, что позволило сформировать мощные отрасли экономики, создать миллионы рабочих мест. Но сегодня эта модель исчерпала себя, китайским компаниям уже узки рамки национального рынка, они стремятся к внешней экспансии. Этим целям отвечает проект нового Шелкового пути (рис. 1).

На суше планируется строительство сети высокоскоростных железнодорожных магистралей, которая свяжет китайскую провинцию Юньнань с Лаосом, Камбоджой, Малайзией, Мьянмой, Сингапуром, Таиландом и Вьетнамом. Другая сеть автомобильных дорог, железнодорожных путей и трубопроводов начнется в Синае и пойдет на запад, вплоть до Бельгии. Морские пути должны соединить Южно-Китайское море с Индийским океаном и южной частью Тихого океана.

Проект нового Шелкового пути охватывает 4,4 млрд человек. Объемы промышленного производства в его границах достигнут 21 трлн долл. По данным Китайского банка развития, объемы инвестиций составят около 900 млрд долл. В инвестиционные планы будет вовлечено 60 стран мира. Основным инструментом для продвижения проекта является Фонд развития Шелкового пути в размере 40 млрд долл. с возможностью докапитализации [2].

Тем самым Китай рассчитывает расширить и укрепить политическое влияние, создать транспортную сеть от Тихого океана до Балтики, обеспечить свободу передвижения товаров, капиталов и людей. Это означает превращение Китая в глобальную державу.

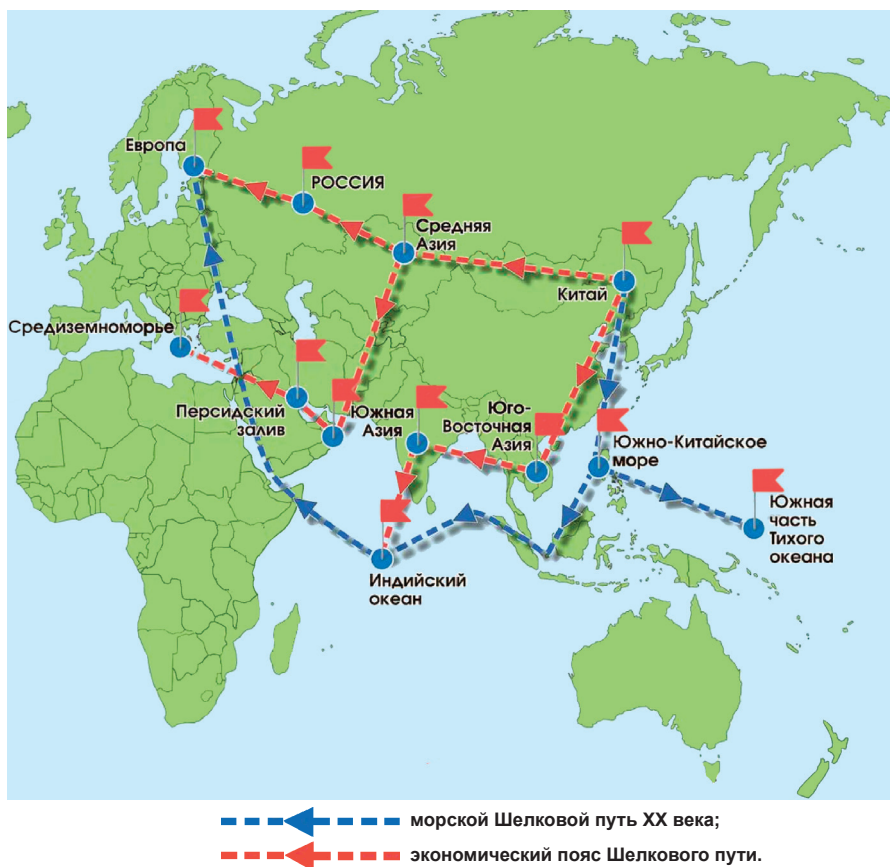


Рис. 1. Проект нового Шелкового пути.

(Источник: <http://pbs.twimg.com/media/CEZElydUgAAVxTf.jpg>).

Реализация проекта нового Шелкового пути даст толчок развитию туризма: увеличится приток иностранных инвестиций в туристскую индустрию, активизируются процессы диффузии инноваций, с сокращением разного рода барьеров (торговых, миграционных и пр.) будут расширяться туристские потоки и т. д.

В настоящее время Китаю принадлежат несколько рекордов в сфере железнодорожного сообщения: самый быстрый поезд в мире (скорость

486,1 км/ч) и самая длинная скоростная железная дорога в мире (Пекин-Гуанджоу, примерно 2,3 тыс. км). Китайская компания выиграла контракт на строительство скоростной железной дороги Москва – Казань.

Конечно, с реализацией проекта откроются не только новые возможности развития туризма, но появятся и новые проблемы, связанные прежде всего с обострением конкуренции и без того на высоко конкурентном туристском рынке.

Географические аспекты

С географической точки зрения особенности проекта Великого шелкового пути раскрываются через два важнейших признака: разнообразие и неравномерность. Маршруты Великого шелкового пути проложены по районам, где сконцентрированы туристские ресурсы природного и антропогенного происхождения. Вместе с тем очевидна неравномерность в размещении этих ресурсов.

Плотность природных ресурсов на единицу территории выше в Западном и Восточном секторах маршрутов Великого шелкового пути. Природные ресурсы *сконцентрированы*

- *в четырех регионах* – Северо-Восточная Азия, Юго-Восточная Азия, Центральная и Восточная Европа, Южная Европа (Средиземноморский туристский регион) и
- *по трем осям* – вдоль двух сухопутных евразийских мостов и морского маршрута Великого шелкового пути.

Ресурсы культурно-познавательного туризма сконцентрированы в районах древних цивилизаций. Всего выделяется шесть таких районов:

- на Востоке: четыре основных очага первичной цивилизации в Древней Индии, Древнем Китае, Вавилоне и Древнем Египте;
- на Западе: Романо-Германская и Греко-Славянская цивилизации.

Кроме того, отмечается концентрация ресурсов культурно-познавательного туризма по трем вышеназванным осям.

Таким образом, сильной стороной проекта Великого шелкового пути является богатство ресурсного потенциала на сухопутных и морском маршрутах Великого шелкового пути, а также уникальное сочетание природных ресурсов и ресурсов культурно-познавательного туризма, относящихся к разным природно-климатическим зонам и цивилизациям соответственно. Это создает основу для чрезвычайно диверсифицированного туристского предложения под общим зонтичным брендом «Великий шелковый путь».

Вместе с тем принадлежность населения к разным историко-культурным цивилизациям, разнородный расовый, этнолингвистический, религиозный состав населения стран – одна из причин того, что Азия – самый конфликтный с точки зрения мировой политики регион мира. В результате, кооперация в туризме между странами, по территории которых проходят маршруты Великого шелкового пути, затруднена и требует особых усилий.

Экономические аспекты

Маршруты Великого шелкового пути проходят по территории стран с огромным социально-экономическим потенциалом для развития туризма. На Востоке находятся две из пяти стран БРИКС с крупнейшими экономиками мира по паритету ВВП (Китай – 1 место в мире, Индия – 3 место), страна – мировой лидер по численности населения с растущим уровнем жизни, что имеет особое значение для развития туризма (Китай). Россия как участница проекта имеет самую большую по площади территорию среди стран мира. На Западе расположена группировка ЕС – богатые страны, находящиеся на постиндустриальной стадии развития с доминирующей ролью сектора услуг, в том числе сферой туризма.

Промежуточное положение занимают страны весьма разнородные: с одной стороны, «государства всеобщего благоденствия» – экспортеры нефти на Ближнем Востоке, с другой – наименее развитые страны Центральной Азии со слабой экономикой, неразвитой инфраструктурой, бедным населением.

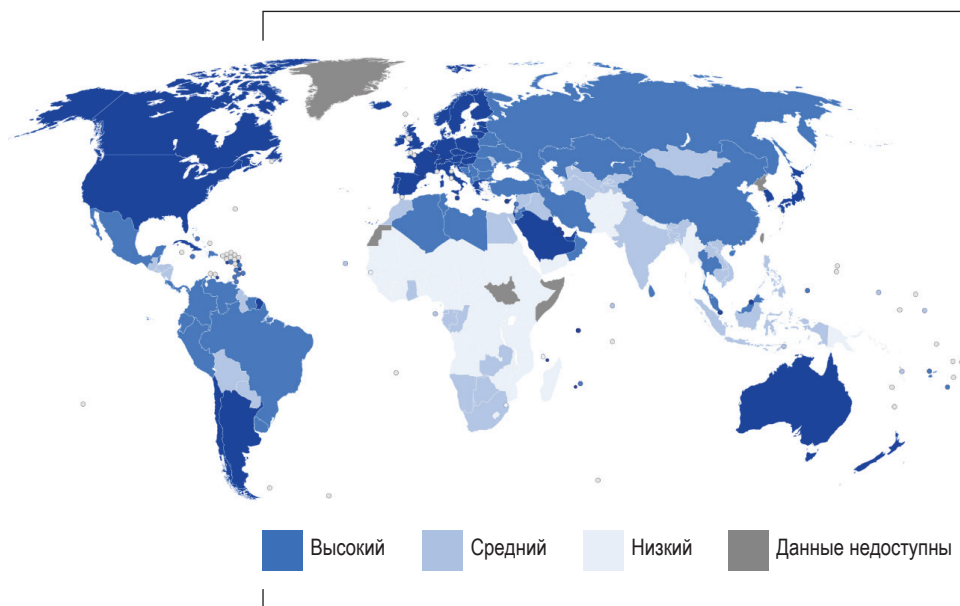


Рис. 2. Индекс развития человеческого потенциала, 2013 г.
(Источник: <http://oi40.tinypic.com/33x8x6v.jpg>)

На рис. 2 показана дифференциация стран мира по Индексу развития человеческого потенциала – интегральному показателю, рассчитываемому ежегодно на основе оценок ожидаемой продолжительности жизни, уровня грамотности населения страны и уровня жизни для межстранового сравнения. На рисунке видно, что страны, по территории которых пролегают маршруты Великого шелкового пути, существенно разнятся значениями Индекса развития человеческого потенциала от низкого до самого высокого. Такие разрывы в уровне развития стран являются серьезными барьерами на пути их кооперации, в том числе в сфере туризма. Кроме того, они осложняют разработку и реализацию единых стандартов качества обслуживания, что является важным условием работы маршрута.

При рассмотрении экономических аспектов таких международных туристских проектов, как Великий шелковый путь нельзя обойти вниманием процессы интернационализации туристского бизнеса, т. е. выход



Рис. 3. Система накопления стоимости в туристской дестинации [4, p. 88].

фирм за национальные границы и создание глобальных цепочек добавленной стоимости.

Добавленная стоимость – это часть стоимости товаров и/или услуг, приращенная непосредственно на данном предприятии, в данной фирме. Каждый вид производственной деятельности на предприятии создает добавленную стоимость. Выстроенные в определенной последовательности один в продолжение другого, они образуют внутрифирменные цепочки добавленной стоимости. Динамично развивающаяся туристская дестинация включает в себе много различных цепочек добавленной стоимости: поставщиков (прежде всего транспортных компаний), средств размещения и развлечений, каналов сбыта туристских продуктов (туроператоры, турагенты), а также самих конечных потребителей-туристов. Их совокупность называется системой накопления стоимости (рис. 3). По данным ЮНВТО, во время семидневного пребывания туриста в отдаленном ту-

ристском центре работает от 10 до 20 цепочек. В них задействовано 30–50 разных фирм, начиная с экскурсионного бюро, специализированных магазинов туристской литературы и страховых компаний до сувенирных лавок, пунктов обмена валюты, такси и др. [4, р. 71].

Основной принцип современной логистики – встраивание в цепочки добавленной стоимости, в частности встраивание в существующие или проектируемые туристские маршруты, например, когда речь идет об отрезке туристского маршрута Великого шелкового пути на территории Северо-Кавказского федерального округа.

Для того чтобы создать туристский маршрут необходимо:

- 1) определить точки притяжения, которые будут объединены общей идеей, концепцией и, наконец, маршрутом. Такими «якорными» объектами могут выступать исторические города, крупные музеи, уникальные памятники, устойчивые бренды и др.;
- 2) разработать транспортную логистику, т. е. сеть транспортных коммуникаций с указанием входа в маршрут (например, аэропорт) и выхода из него (на какие регионы);
- 3) создать обеспечивающую придорожную инфраструктуру (точки питания, объекты санитарных остановок и т. д.);
- 4) провести четкую классификацию маршрутов (отрезков маршрута) на основе целевой аудитории. Особого внимания заслуживает индивидуальный турист в эпоху всеобщей индивидуализации потребительского спроса;
- 5) разработать систему ориентации с использованием отличительного знака маршрута;
- 6) создать единую систему продвижения маршрута с использованием современных информационных технологий.

Все это предопределяет особую значимость проработки научных принципов проектирования туристских маршрутов в современных условиях.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. План деятельности Министерства культуры Российской Федерации на 2013–2018 годы [Электронный ресурс]. URL: http://mkrf.ru/upload/mkrf/mkdocs2013/28_08_2013_5.pdf (дата обращения – 29.04.15 г.).
2. Савельева Д. Что такое новый Шелковый путь и хочет ли Китай с его помощью захватить мир? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rb.ru/article/chto-takoe-novyy-shelkovyy-put-i-hochet-li-kitay-s-ego-pomoshhyu-zahvatit-mir/7492917.html> (дата обращения – 29.04.15 г.).
3. Шелковый путь: путь диалога, многообразия и развития. The Cultural Heritage of the Silk Road on the Map [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.unesco.org/silkroad/interactive-map-of-the-silk-road> (дата обращения – 29.04.15 г.).
4. Public-Private Sector Cooperation: Enhancing Tourism Competitiveness/ World Tourism Organization Business Council. Madrid: WTO, 2000.
5. World Tourism Organization (UNWTO). Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://www2.unwto.org/>.

ОБ АВТОРЕ

Александрова Анна Юрьевна, доктор географических наук, профессор географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Телефон: +7(495)939-15-55. E-mail: analexan@mail.ru

Alexandrova Anna Yur'evna, Doctor of Geographical Sciences, Professor of Geographical Faculty of Lomonosov Moscow State University. Phone: +7(495)939-15-55. E-mail: analexan@mail.ru

УДК 528.912

Аникеева О. С. [Anikeeva O. S.]

ПУБЛИКАЦИЯ КАРТ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ: ЭВОЛЮЦИЯ КАРТОГРАФИИ

Publication of maps on the Internet: the evolution of cartography

В статье рассмотрена эволюция технологий, применяемых в картографии. Проанализировано понятие картографии, интеграция картографии и информационных технологий, возникновение такого понятия, как интернет-картография. Дана первая классификация карт, представленных в Интернете. Рассмотрена история развития веб-картографии с 1993 года. Дана краткая характеристика таких проектов, как Xerox PARC Map Viewer, национальный атлас Канады, географический атлас Шотландии, виртуальный глобус NASA World Wind, Open Street Maps, глобальные картографические сервисы Google-Maps и Google-Earth. Среди российских проектов выделены такие проекты, как WikiMapia, проект 2ГИС, включающий в себя карту, справочники организаций, варианты проезда на различных видах транспорта и т. д., поисково-информационный сервис Яндекс.Карта, позволяющий смотреть карты крупных городов и спутниковые снимки, справочно-информационный сервис «Публичная кадастровая карта», предоставляющий пользователям сведения Государственного кадастра недвижимости на территории РФ. Дан анализ и классификация основных современных приложений для создания веб-картографических решений. Среди них можно выделить пользовательские географические информационные системы, картографические ресурсы, предназначенные для быстрого создания и публикации пространственных данных, а также веб-серверы и геопорталы, которые представляют собой готовые решения со строго определенным пользовательским интерфейсом.

Ключевые слова: интернет-картография, веб-картография, веб-ГИС, web mapping, картографические веб-серверы, картографические ресурсы.

The article describes the evolution of the technologies used in cartography. It analyzed the concept of cartography, mapping and integration of information technologies, the emergence of such a thing as the Internet mapping. Dan's first classification of the maps presented in the Internet. The history of the development of web-mapping since 1993. A brief description of projects such as Xerox PARC Map Viewer, a national atlas of Canada, an atlas of Scotland, virtual globe NASA World Wind, Open Street Maps, global mapping services Google-Maps and Google-Earth. Among the projects highlighted in Russian projects such as WikiMapia, 2GIS project, which includes a map, business directory, travel options in the various forms of transport, etc., search and information service Yandex, which allows to watch maps of major cities and satellite images, reference -Information service «public cadastral map» that provides users with information of the State cadastre of real estate in Russia. The analysis and classification of the main advanced applications to create Web mapping solutions. Among them are custom geographic information systems, mapping resources to quickly create and publish spatial data, as well as Web servers and geo-portals, which are ready-made solutions to well-defined user interface.

Key words: Internet mapping, web mapping, web-GIS, web servers mapping, cartographic resources.

Сегодняшнее общество стало полностью информационным. Общение и различные средства связи настолько тесно интегрировались во все сферы жизни человека, что стали просто необходимостью. Те-

перь любая информация находится на расстоянии «одного щелчка мыши» или клика клавиатуры. Этот процесс не обошел такую устоявшуюся науку, как картография.

Картография – наука о географических картах, о методах их создания и использования. Современный взгляд на географические карты как наглядные образно-знаковые модели пространства приводит к более строгому определению картографии. Картография – наука об отображении и исследовании пространственного размещения, сочетаний и взаимосвязей явлений природы и общества (и их изменений во времени) посредством картографических изображений, воспроизводящих те или иные стороны действительности. Это определение включает в круг интересов картографии карты небесных тел и звёздного неба, а также глобусы, рельефные карты и другие пространственные модели в картографических знаках [2].

Внедрение компьютеров во все сферы жизни человека расширило представление о картографии. На сегодняшний день в её интересы входят технологии создания электронных карт, баз и банков цифровой картографической информации.

Наиболее тесно современная картография взаимодействует с *геоинформатикой* и компьютерным моделированием. На основе интеграции двух наук сформировалось перспективное направление – *геоинформационное картографирование*.

На стыке с телекоммуникациями получило развитие еще одно направление – *интернет-картография* (веб-картография, WEB-картография, веб-ГИС). На сегодняшний день предлагается много трактовок данного определения. Так, в современной иллюстрированной энциклопедии по географии под интернет-картографированием понимают создание и размещение карт, атласов во всемирной электронной сети [2].

Ряд авторов в журнале «Компьютерра» за 2008 г. предлагает использовать термин *веб-картография*, под которой понимается область компьютерных технологий, связанная с доставкой пространственных данных конечному пользователю [3].

В англоязычных источниках на сегодняшний день существует устоявшийся термин *web mapping* – представление данных с использованием карт, подготовленных в геоинформационных системах [16]. Веб-ГИС предполагает более активное участие конечного пользователя в подготовке геоданных.

Первую классификацию карт, представленных в Интернете, сделал М. Я. Краак в 2001 г. Он выделяет статистические и динамические карты. Оба вида карт он разделяет на интерактивные и предназначенные только для просмотра [12].

Появление веб-картографии потребовало создание специального программного обеспечения и аппаратных средств. Специальное программное обеспечение получило название *web map service* (картографический веб-сервис). В англоязычной версии *Web Map Service* – стандартный протокол для обслуживания через Интернет географически привязанных изображений, генерируемых картографическим сервером на основе данных из базы данных геоинформационной системы [5]. Данный стандарт был разработан и впервые опубликован международной организацией OGC (Open Geospatial Consortium – открытый геопространственный консорциум) в 1999 г. [14].

История развития веб-картографии начинается с 1993 г., когда впервые был запущен веб-сервис Xerox PARC Map Viewer, позволявший пользователям в интерактивном режиме отправлять запросы из браузера к серверу и получать фрагменты карт в формате GIF.

В 1994 г. был создан национальный атлас Канады, в 1995 г. географический атлас Шотландии и т. п. [17]. Все эти проекты имели узкую тематическую направленность. В 1998 г. в Великобритании был запущен сервис, который был ориентирован не на визуализацию локального участка земной поверхности. Создатели сервиса выложили простейшую топографическую информацию, но покрыли всю территорию Великобритании. С этого момента тысячи людей могли без особого труда определить месторасположение любого объекта, зная всего лишь его почтовый индекс [13].

1998 г. также ознаменовывается появлением специального *out of the box* – программного обеспечения, позволяющего любому пользователю сети создавать собственные веб-гис – *Mapserver*. Примерно в это же время крупные компании производители программного обеспечения ГИС (ESRI, Intergraph) принимают решение о разработке специальных коммерческих приложений для создания специального программного обеспечения для веб-картографии.

В 2003 г. появился проект NASA World Wind. Открыт виртуальный глобус, который загружает данные из распределенных ресурсов через Интернет. Ландшафт и здания могут рассматриваться в трех измерениях.

В это же время в Сети началось развитие альтернативных картографических веб-решений – коллективных веб-карт. Их отличительной чертой является возможность для пользователей самим создавать и обновлять данные на картах. В результате получается малодостоверная бесплатная карта региона и мира в целом.

Среди наиболее ярких решений данного класса проект Open Street Maps (OSM). Он был создан в 2004 г. молодым выпускником одного из лондонских университетов Стивом Костом после того, как тот разочаровался в качестве и доступности электронных карт Великобритании. С тех пор проект развился и на сегодняшний день превратился в достаточно массовое движение GPS-картографирования (сейчас он насчитывает свыше 50 тыс. зарегистрированных пользователей, из которых около 5 тыс. – активные картографы) [1].

В 2005 г. компания Google запустила два глобальных картографических сервиса – Google-Maps и Google-Earth. В организации сервиса был использован принципиально новый подход: все данные подготовлены заранее, что в сочетании с технологиями AJAX позволило добиться необычно быстрой работы с картами и «бесшовности» данных при навигации.

В 2006 г. появился проект WikiMapia, созданный россиянами Александром Корякиным и Евгением Савельевым. По сути, это надстройка над Google Maps, в которой применяется wiki-подобный интерфейс для ввода пользовательских данных.

В 2008 г. многие ведущие коммерческие продукты сделали ставку на применение карт OSM в качестве источника картографических данных. Например, подразделения VodaFone в некоторых странах Европы поставляют своим мобильным подписчикам GSM-браузеры для просмотра карт своего региона из хранилища OSM. Также популяризации данных OSM способствовало создание основателями OSM компании «Клаудмейд», которая разрабатывает линейку коммерческих продуктов, использующих данные OSM (а именно картографические Web API и Mobile API) [7].

Среди всего многообразия зарубежных геоинформационных продуктов невозможно оставить без внимания российские.

Так, в настоящее время очень популярен сервис 2GIS. Первый выпуск ДубльГИС вышел 25 апреля 1999 г. Весной 2001 г. был разработан интерфейс ДубльГИС 2.0, чуть позже открылся сайт и появился сервис обновлений. До ребрендинга 2011 г. продукты компании назывались ДубльГИС. Название отражало суть продукта: карта и справочник, т. е.

геоинформационная система и городской информационный справочник. В 2011 г. компания провела ребрендинг. Полностью изменился фирменный стиль, а продукт получил название 2ГИС (ДваГИС). Включает в себя карту, справочник организаций, поиск проезда на общественном и личном транспорте, линейку для измерения расстояний, отображение пробок в некоторых городах. Работает на API 2ГИС [9].

Другим представителем веб-картографии в России является проект Яндекс.Карты. Яндекс-карты – это поисково-информационный сервис, который позволяет смотреть карты крупных городов России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Турции, а также спутниковые снимки разных точек всего мира; получать актуальные данные о пробках на дорогах; строить оптимальные маршруты движения и т. д. Сервис также использует технологию API Яндекс.Карт. В отличие от 2GIS в данном проекте встроен Яндекс.Народная карта – сетевой краудсорсинговый геоинформационный сервис Яндекса. Запущен 8 апреля 2010 г. [11]. Сервис доступен и для редактирования. В отличие от OpenStreetMap и WikiMapia, созданные пользователями данные не могут свободно использоваться на своих ресурсах третьими лицами (или самими пользователями), для этого требуется согласие администрации Яндекса [4].

И, наконец, нельзя не отметить государственный веб-сервис Публичная кадастровая карта. Публичная кадастровая карта – это справочно-информационный сервис для предоставления пользователям сведений Государственного кадастра недвижимости на территории Российской Федерации. Сервис предлагает пользователю удобные инструменты для работы с картой, получения сведений государственного кадастра недвижимости, поиска объектов недвижимости и единиц кадастрового деления. Сервис Публичной кадастровой карты открыт 1 марта 2010 г. [5].

Бурный расцвет и разнообразие современных картографических веб-ГИС является индикатором все более массового использования электронных картографических данных в различных прикладных областях.

Также велико разнообразие современных приложений для создания веб-картографических решений. Основные и наиболее известные решения классифицированы и перечислены ниже. Данная классификация является весьма условной и призвана упростить ориентирование среди приложений и программных решений [6]:

- пользовательские географические информационные системы. Сюда можно отнести такие продукты, как Mapinfo,

ArcGIS, QuantumGIS и многие другие. Пользовательские ГИС предоставляют возможность анализа, обработки, преобразования данных (эти операции стоит рассматривать как подготовительный этап для публикации данных), а также могут выступать клиентскими приложениями для доступа к веб-серверам. В большинстве из пользовательских ГИС существует возможность создания собственного веб-сервера;

- картографические ресурсы – группа продуктов, таких, как Google Earth, Virtual Earth, ArcGIS Explorer, предназначенных для быстрого создания и публикации пространственных данных. Работа с картографическими ресурсами ограничена небольшим набором доступных действий. Основные данные находятся на серверах компании, разработавшей ресурс;
- картографические веб-серверы – это целая группа продуктов, предназначенная для публикации пространственных данных. К ним можно отнести такие продукты, как MapServer, GeoServer, OpenLayers и другие. Поддерживают создание пользовательского интерфейса, интеграцию с базами данных (SQL Server, MySQL, PostgreSQL и другие), классы пространственных объектов. В отличие от картографических ресурсов предоставляют полный контроль над программным обеспечением и данными. Работа с картографическими веб-серверами требует от пользователя знаний основ программирования и администрирования;
- геопорталы – это готовое решение, отличающееся от картографического веб-сервера облегченным вариантом установки и администрирования, строго определенным пользовательским интерфейсом. Часто в основе таких решений лежат свободно распространяемые продукты [3].

На сегодняшний день массовое использование электронных картографических данных в различных прикладных областях; необходимость во все более разносторонней, подробной и точной пространственной информации о земной поверхности, природных условиях и ре-

сурсах, населении и производительных силах; вовлечение в орбиту экономической жизни Мирового океана и шельфов; развитие космических исследований; неотложность решительных и всеобъемлющих мер по охране и контролю природной среды; внедрение картографического метода исследования природных и социально-экономических явлений требует постоянного развития веб-картографии.

Кроме того, карты – это не только богатейшие хранилища, «кладовые» пространственной информации. Они могучее средство научных исследований, приобретения новых знаний о мире, природе и человечестве, о закономерностях размещения природных и общественных явлений, о структуре и динамике геосистем различной сложности и территориального охвата, наконец, средство прогнозирования. Поэтому развитие картографического метода исследования стало одной из важнейших проблем и перспектив современной картографической науки. Накопление в картах обширной и достоверной информации, совершенствование аппарата картографического анализа, привлечение новых технологий открыли дорогу для их совершенствования.

Картография предстала в новом свете как наука об отображении и исследовании действительности посредством особых пространственных моделей – географических карт и других картографических построений. В этом качестве ее перспективы беспредельны [9].

Развитие веб-картографии является следствием большого интереса к пространственным данным и результатам их анализа и обработки. Следует ожидать, что у веб-картографии, помимо простой визуализации и создания данных, наиболее бурно будет происходить перенос в Сеть процессов обработки и анализа данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вишня Г. Веб-картография. // Компьютерное обозрение: IT для бизнеса. 2008. №42 (659). URL: http://ko.com.ua/veb-kartografiya_39189 (дата обращения: 25.05.2015).
2. География. Современная иллюстрированная энциклопедия. М.: Росмэн // под ред. проф. А. П. Горкина. 2006.
3. Дубинин М.Ю., Костикова А.М. Веб-ГИС // Компьютерра. 2008. №33. С. 22–28.
4. Павлинов А. «Яндекс» подправит «Народную карту» / Газета.ru от 29.06.2010/URL: http://www.gazeta.ru/business/2010/06/29/kz_3392280.shtml (дата обращения: 25.05.2015)

5. Портал услуг «Публичная кадастровая карта» URL: <http://maps.rosreestr.ru/PortalOnline/help.html#1> (дата обращения: 25.05.2015)
6. Рогачев С.А. Веб-картография. Представление разнородной пространственной информации // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 6(29). ISSN 2078–9181 (печ.), ISSN 2078–9599 (онлайн). www.proceedings.spiiras.nw.ru (дата обращения: 25.05.2015).
7. Тикунов В.С., Белозеров В.С., Панин А.Н., Черкасов А.А. Полимасштабный геоинформационный мониторинг миграционных процессов: общие подходы // Наука. Инновации. Технологии. 2013. Вып. 2, ISSN 2308–4758 (онлайн). URL: <http://www.ncfu.ru/index.php?do=static&page=arhiv-vypuskov-zhurnala> (дата обращения: 25.05.2015).
8. Сайт компании «Клаудмейд» URL: www.cloudmade.com/products
9. Сайт компании 2GIS. URL: <http://info.2gis.ru/stavropol> (дата обращения: 25.05.2015).
10. Салищев К.А. Картоведение: Учебник. 3-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1990. 400 с.
11. Яндекс. Народная карта. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Яндекс.Народная_карта (дата обращения: 25.05.2015)
12. Kraak, Menno Jan (2001): Settings and needs for web cartography, in: Kraak and Allan Brown (eds), Web Cartography, Francis and Taylor, New York, p. 3–4. see also webpage URL: <http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webmaps/classification.htm> (дата обращения: 25.05.2015).
13. Open Street Map. URL: <http://www.streetmap.co.uk/> (дата обращения: 25.05.2015)
14. Scharl Arno The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society. Springer. P. 225.
15. Web Map Service. Open Geospatial Consortium. URL: <http://www.webcitation.org/6AaYUy7HK> (дата обращения: 25.05.2015).
16. Web mapping. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_mapping (дата обращения: 25.05.2015).
17. Web mapping. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Web_mapping (дата обращения: 25.05.2015).

ОБ АВТОРЕ

Аникеева Ольга Сергеевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета.

E-mail: stepanova-olga@mail.ru

Anikeeva Olga Sergeevna, PhD, Associate Professor of Cartography and Geoinformatics of the North Caucasus Federal University.

E-mail: stepanova-olga@mail.ru

УДК 911.3:711.4

**Махмудов Р. К. [Makhmudov R. K.],
Горбань О. А. [Gorban O. A.]**

КАРТОГРАФО-ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В АНАЛИЗЕ ПРЕСТУПНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ)

**Cartographic and geoinformation methods in
crime analysis (illustrated on Stavropol territory)**

В статье на примере Ставропольского края рассмотрены основные возможности геоинформационно-картографических методов в изучении особенностей отдельных видов преступлений и элементов преступности в разрезе муниципальных районов и городов, особенности картирования состояния и динамики преступности.

Ключевые слова: геоинформационно-картографические методы, геоинформационные системы, коэффициент преступности, пенитенциарная система, геохронология, география преступности.

In article, on the example of the Stavropol region the main opportunity of geoinformation-cartographic methods: to study the characteristics of certain types of crimes and elements of crime in the context of municipal districts and cities, especially mapping the state and dynamics of crime.

Key words: geoinformation-cartographic methods, geographic information systems, crime rates, the prison system, geochronology, the geography of crime.

Введение

Преступность является одной из наиболее трудноразрешимых социальных проблем России, да и практически всех стран мира. Исследование территориальных аспектов преступности дает возможность наиболее полного учета всех ее особенностей и выявления социально-экономических и физико-географических факторов.

Проблемы географии преступности изучаются достаточно давно, так первые уголовно-географические исследования провели в 1833–1835 гг. А.-М. Герри и А. Ж. Кетле. В начале XX века в России проблемы географии преступности поднимались в работах М. Н. Гернета, А. А. Пятковского, С. В. Познышева, М. П. Чубинского. Основные направления геокриминологии выделил М. Н. Гернет [2].

По мнению доктора географических наук А.Д. Бадова, в 1980-х гг. произошел переход от исследований отдельных экономических и социально-демографических факторов к комплексным исследованиям всего причинного механизма преступности. Эти тенденции просматриваются в крупномасштабных исследованиях Всесоюзного института по изучению причин и разработке мер предупреждения преступности под руководством А.И. Долговой. Разработки в различных вузах страны послужили становлению региональной криминологии [2].

По настоящему первой географической работой, исследовавшей преступность, можно считать монографию А. А. Габiani и Р. Г. Гаче-чиладзе «Некоторые вопросы географии преступности (по материалам Грузинской ССР)». Работы этих авторов представляют собой анализ преступности на основе социально-географического районирования. Крупнейший вклад в развитие географии преступности (и не только) внес В.В. Лунеев. Его цикл «Мировые, региональные и российские тенденции преступности XX века», ряд других работ и в том числе «География организованной преступности и коррупции в России (1997–1999 гг.)» во многом изменили взгляды исследователей, занимающихся криминологией и географией преступности. В. В. Лунеев дал определение географии преступности и рассмотрел географию как метод криминологического анализа [2].

Развитие геоинформационных технологий в XX веке придало новый практический смысл географическим аспектам анализа преступности. Использование ГИС эффективно для криминологического мониторинга, выявления причинно-следственных связей, оценки последствий и факторов преступности.

Значительных успехов в данном направлении удалось добиться некоторым правоохранительным органам зарубежных стран. Так в США и городах Канады уже давно практикуется геоинформационная система, которая позволяет в режиме реального времени узнавать о совершающихся преступлениях. Речь не идет о глобальной слежке за каждым гражданином. Правоохранительные органы упомянутых государств уже не работают с текстовыми документами, облаченными в статистику, они пользуются отлаженной ГИС-системой с сервисами запроса данных по параметрам местоположения и типам преступлений. Выявляют городские районы, где уровень преступности наиболее высокий и чаще других службы правопорядка патрулируют данные территории.

В Бразилии ГИС являются компонентом стратегических программ обеспечения публичной безопасности и предупреждения преступности, например, в городе Диадема, штате Минас-Жерайс и городе Белу-Оризонте.

В нашей стране ГИС-технологии, помогающие в борьбе с преступностью, еще не используются в полной мере.

При разработке и реализации программ по борьбе с преступностью важно иметь мощную консолидирующую основу в виде географической информационной системы, позволяющей оперировать самыми разнообразными данными как об основных показателях преступности, так и в целом социально-экономических процессах, проводить их оперативный пространственный анализ и на выходе выявлять факторы.

Отсюда – важность использования технологии ГИС как информационно-аналитической платформы, которая позволяет в пространстве и во времени отслеживать основные показатели преступности, выявлять зоны с высокой ее интенсивностью, прогнозировать и способствовать разработке региональных программ по борьбе с ней, то есть обеспечить поддержку решения широкого круга актуальнейших задач. Причем делать это на различных территориальных уровнях: субъект, город, район, населенный пункт.

На примере Ставропольского края мы рассмотрим возможности анализа преступности с использованием геоинформационно-картографических методов.

Материалы и методы

Для проведения анализа нам в первую очередь потребовались статистические данные о правонарушениях, которые мы получили из паспортов социально-экономического положения каждого муниципального района по Ставропольскому краю. Информацию по преступности некоторых городских округов были получены из официальных отчетов начальников территориальных органов внутренних дел края за 2011 и 2013 год.

Показатели данной статистики являются абсолютными, то есть они хоть и отражают общую величину преступности, но вместе с тем и не дают возможности произвести сравнение. Сравнение бывает двух видов – пространственное и временное. Пространственное сравнение позволяет

сравнить преступность в двух различных регионах за один и тот же отрезок времени; временное сравнение – это сравнение преступности на территории одного региона за различные отрезки времени [5].

Для этого стоит использовать относительную величину. Относительными величинами называют величины, выражающие количественные соотношения между социально-экономическими, правовыми явлениями или процессами, и чаще всего относительные величины представляют собой отношения двух абсолютных величин [6].

Относительные величины могут быть выражены в коэффициентах. Коэффициенты исчисляются путем сопоставления сведений о преступности с данными о населении. Именно по коэффициентам происходит сравнение преступности в разных государствах, регионах государства, а также разных временных периодов, представителей различных социальных групп [4].

Уровень или коэффициент преступности, т. е. количество учтенных преступлений или преступников на единицу населения, чаще всего на 100 тыс. населения, устанавливается с помощью следующей формулы:

Формула расчета коэффициента преступности на 100 тыс. человек:

$$КП = \frac{П \times 100}{Н},$$

где КП – коэффициент преступности,
П – абсолютное число учтенных преступлений; а
Н – абсолютная численность всего населения [1].

Оба показателя берутся в одном и том же территориальном и временном объеме. Число преступлений обычно рассчитывается на 100 тыс. населения. Но при малых числах преступлений и населения (в городе, районе, на предприятии) коэффициент преступности может рассчитываться на 10 тыс. или на 1 тыс. жителей.

Коэффициент преступности рассчитывается либо на все население, либо на население в возрасте уголовной ответственности (в России – на население в возрасте 14 лет и старше).

Кроме статистического метода для исследования преступности мы использовали контент-анализ интернет-источников.

Чтобы пространственно отобразить полученные вычисления, нам потребовалась геоинформационная система, в данном случае QGIS. На сегодняшний день QGIS является одной из наиболее динамично развивающихся настольных ГИС. Программное обеспечение имеет исходный открытый код и широкий спектр возможностей, которые нам пригодились: создание и редактирование атрибутивных данных, просмотр и поиск атрибутов, геообработка, изменение символики векторных и растровых слоев, подписание объектов, компоновка для создания карт и др. [7].

Результаты исследования

Согласно portalу правовой статистики crimestat.ru в Ставрополье на 2011 год зарегистрировано 34 706 преступлений, край занимает 21 место в рейтинге регионов по количеству совершенных преступлений. На 2013 год показатели хоть и уменьшились (33 839), однако край по-прежнему остается на 21 месте, опережая все остальные регионы Северо-Кавказского федерального округа.

В целом на территории Ставрополья отмечается снижение уровня правонарушений практически во всех муниципальных образованиях. Исключение составлял Георгиевский район, где на протяжении 9 лет коэффициент преступной активности и коэффициент преступной интенсивности оставался относительно высоким.

Согласно картодиаграмме (рис. 1), отражающей динамику преступной активности в Ставропольском крае с 2005 по 2013 год, муниципальные районы и города края по количеству совершенных преступлений можно разделить на три типа:

- территории, с относительно низким уровнем преступной активности (менее 135 преступлений на 10 тыс. чел): г. Ставрополь, г. Пятигорск и г. Невинномысск, а также Предгорный, Туркменский, Шпаковский, Ипатовский, Кировский, Минераловодский, Курский, Изобильненский, Петровский, Новоалександровский, Нефтекумский, Левокумский, Благодарненский, Апанасенковский районы.
- территории, со средним уровнем преступной активности (135–165 преступлений на 10 тыс. чел): Советский, Степ-

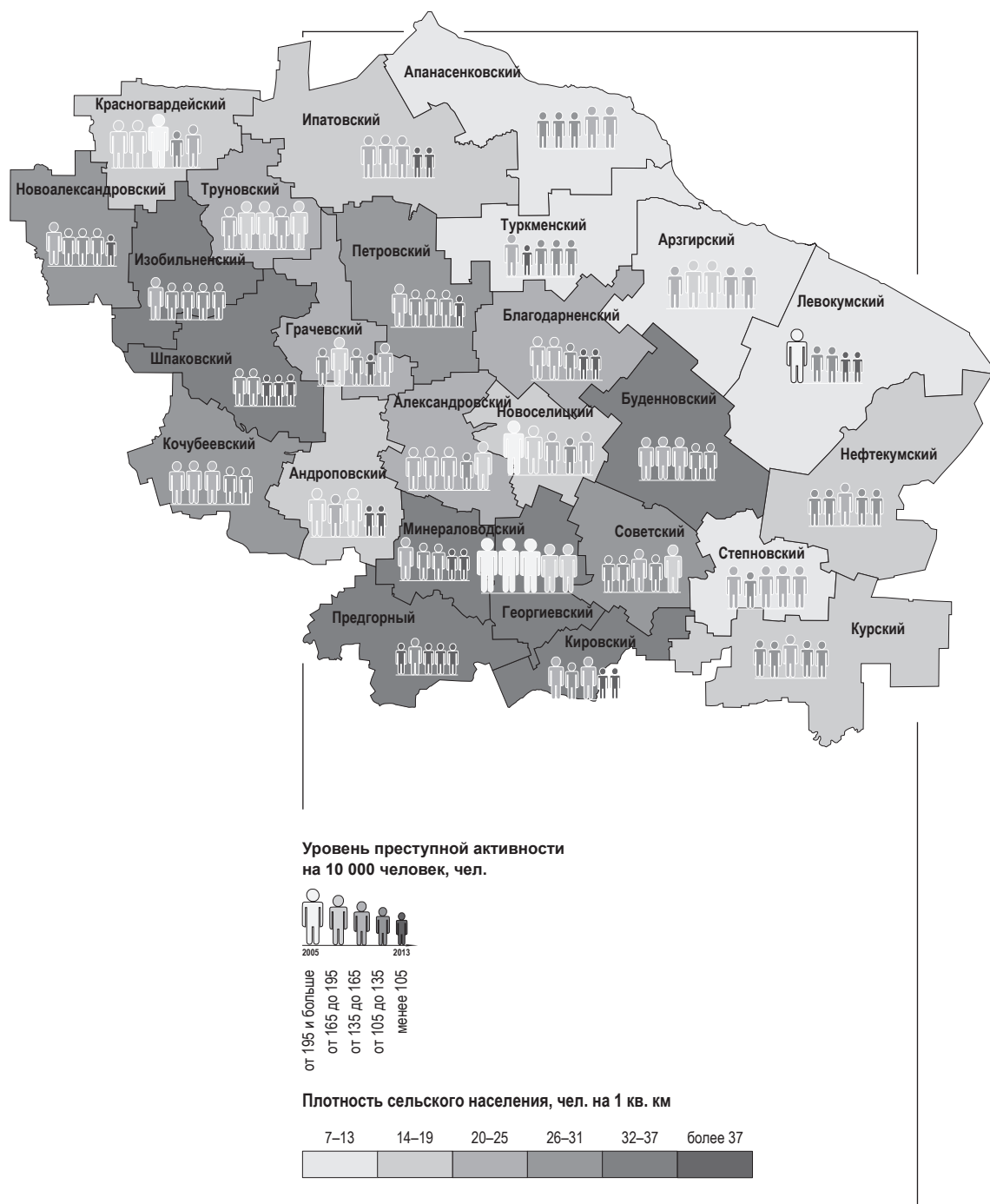


Рис. 1. Динамика преступной активности в Ставропольском крае, 2005–2013 гг.

- новский, Грачевский, Андроповский, Кочубеевский, Буденновский, Новоселицкий, Александровский, Арзгирский и Труновский районы;
- территории, с относительно высоким уровнем преступной активности (более 165 преступлений на 10 тыс. чел): Красногвардейский и Георгиевский районы.

Согласно portalу правовой статистики в 2009 году край занимал 26 место в России по количеству преступлений, совершенных несовершеннолетними или при их соучастии (1 327 преступлений), в 2013 – переместился на 19 место (1 259 преступлений), обгоняя даже Москву (21 место – 1 204 преступлений).

Помимо анализа правовой статистики нами был проведен контент-анализ официальных источников, а именно сайта главного управления МВД России по Ставропольскому краю 26.mvd.ru, где ежедневно отображалась сводка новостей о произошедших за сутки преступлений в регионе. Стоит заметить, что новостная лента не включала в себя абсолютно все зарегистрированные преступления в крае, а лишь наиболее значимые.

В результате анализа была сформирована база геоданных, содержащая следующие показатели преступления: дата, муниципальное образование, населенный пункт, статья правонарушения, ее описание и некоторые пояснения.

Далее с помощью QGIS и графического редактора Inkscape нами была создана карта (рис. 2), отображающая структуру преступности по районам и городским округам в виде диаграммы. В качестве подложки мы использовали карту плотности населения в крае по районам. Она поможет отразить зависимость уровня преступности от количества населения.

Анализ структуры преступлений в Ставропольском крае согласно контент-анализу позволил определить доминирующие виды преступлений:

- в экономической сфере. Согласно portalу правовой статистики crimestat.ru, Ставропольский край занимает 5 место в России по преступлениям в экономической сфере;
- против общественной безопасности и порядка. Край занимает 3 место по нераскрытым преступлениям, связан-



Рис. 2. Диаграммы, отображающие рейтинг Ставропольского края по количеству преступлений, совершенных несовершеннолетними лицами (слева) и динамику детской преступности в Ставропольском крае (справа).

ным с незаконным оборотом оружия и 6 по количеству преступлений, связанных с оборотом оружия;

- преступления против личности. Ставрополье занимает 24 место (180) в 2013 году по количеству зарегистрированных убийств и покушений на убийство и 11 место (32) по количеству нераскрытых убийств и покушений. Отдельно хочется отметить Георгиевский район, где из 100% преступлений 37% являются преступлениями против личности;
- небольшой процент занимают преступления против государственной власти (служебный подлог, халатность, получение и дача взятки). 17 место – получение взятки (136) и 18 место – дача взятки (71);

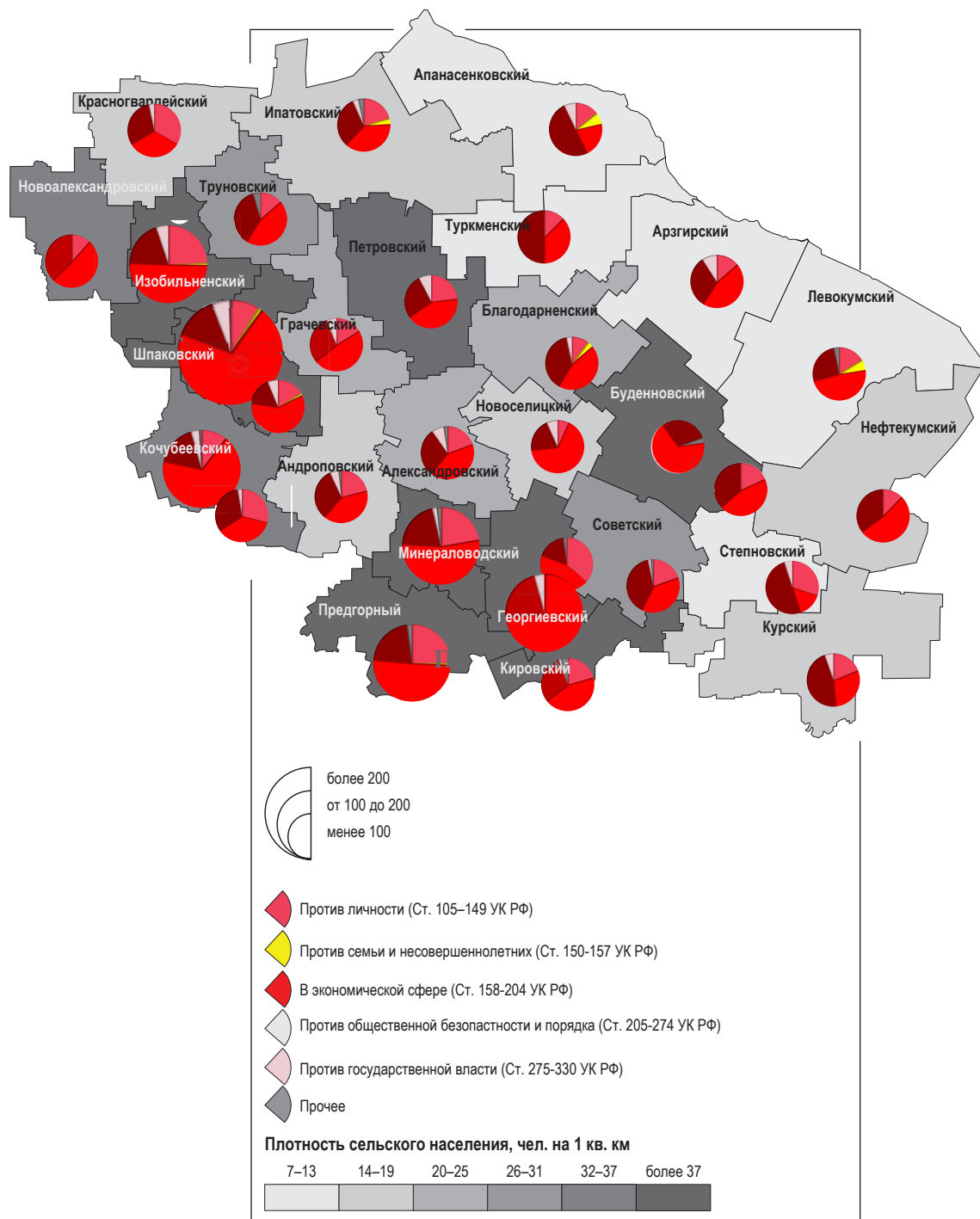


Рис. 3. Структура преступлений в Ставропольском крае согласно контент-анализу.

- В конце находится группа правонарушений против семьи и несовершеннолетних, большей частью которых является неуплата алиментов.

Помимо определения структуры преступности мы выполнили анализ, определяющий зависимость уровня преступности от времени года. Для этого необходимо было просуммировать количество совершенных преступлений за каждый сезон для каждого района Ставропольского края.

Кроме того, было проведено исследование выявляющее зависимость уровня преступности от времени года в 2013 г. В результате была выявлена интересная тенденция: преступная активность за этот год имеет циклический характер.

В основном, минимальные значения достигаются весной, после отмечается постепенный рост в летний период, максимум же достигается осенью и в зимний сезон происходит постепенное снижение.

Так суммарное количество преступлений весной 2013 составило 268, летом показатель увеличился до 397, пик пришелся на осень – 524, и затухание зимой – 331 преступление (рис. 4).

Заключительные комментарии

В целом эффективность использования картографо-геоинформационных методов для анализа и оценки состояния преступности обусловлена следующими предпосылками:

- полимасштабность. Анализ и моделирование основных показателей преступности на различных территориальных уровнях.
- множественность форм исходных данных. Возможность внедрения и использования самых разнообразных типов информации (статистика, опросы, данные контент-анализа и т. д.);
- картографическое представление придает принципиально более высокую наглядность независимо от объема и сложности данных;



- математическое и пространственно-временное моделирование, основанное на возможности создания баз гео-данных;
- качественно новые возможности формирования управленческих решений по предупреждению преступности на основе объединенных данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонян Ю. М. Криминология. Избранные лекции. М.: Логос, 2004. 448 с.
Antonyan U.M. Criminologiya. Izbrannie lekicii. [Criminology. Selected Lectures]. Moscow: Logos, 2004. 448 (in Russian).
2. Бадов А. Д. Геокриминогенное положение как фактор преступности // Известия Российской академии наук. Серия Географическая. 2009. №2. С. 48–51.
3. Болтачев Э. В. Возможности геоинформационных систем в организации деятельности органов внутренних дел по предупреждению преступлений. Информатизация и информационная безопасность правоохранительных органов. 28 мая 2014. Москва: Академия управления МВД России. 12–16.
Boltachev E.V. Vozmognosti geoinformacionnih system v organizacii deyatelnosti organov vnutrennih del po predupregdeniu prestuplenii. [Possibilities of GIS in the organization of the internal affairs bodies for the prevention of crimes]. Informatizaciya i informacionnaya bezopasnost pravooxranitel'nykh organov [Informatization and information security law enforcement]. May 28, 2014. Moscow. Akademiya upravleniya MWD Rossii, pp. 12–16 (in Russian).
4. Долгова А. И. Криминология: учебник для вузов. М.: Норма, 2005. 912 с.
Dolgova A.I. Criminologiya: Ychebnik dlya vuzov. [Criminology: Textbook for Universities]. Moscow: Norma, 2005. 912 c. (in Russian).
5. Забрянский Г. И. Методика статистического изучения преступности. Краснодар, 1976. 82 с.
Zyabrinskii G.I. Metodika statisticheskogo izucheniya prestupnosti. [Methods of statistical study of crime]. Krasnodar, 1976. 82 c.
6. Лялин В. С. Правовая статистика: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Юриспруденция», для курсантов и слушателей образовательных учреждений МВД. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. 255 с.

Lyalin V.S. Pravovaya statistika: uchebnik dlya vuzov, obuchaushih-sya po specialnosti «Urisprudenciya», dlya kursantov i slushatelei obrazovatel'nykh uchrejenii MVD [Legal statistics: a textbook for university students majoring in «Jurisprudence» for cadets and students of educational institutions of the Ministry of Interior]. 2-e izd. pererabotan i dopolnen. Moscow: UNITI-DANA, 2010. 255 c.

7. Свидзинская Д.В. , Бруй А.С. Основы QGIS. Киев, 2014. 82 с.
D.V. Svidzinskaya, A.S. Brui. Osnivi QGIS [Foundations QGIS]. Kiev. 2014. 82 c.

ОБ АВТОРАХ

Махмудов Рахим Камилович, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии, геоинформатики и туризма Северо-Кавказского федерального университета. Телефон: 8 (909) 773-31-00. E-mail: rakimkam@mail.ru

Makhmudov Rakim Kamilovich, candidate of geographical Sciences, associate Professor of social and economic geography, Geoinformatics and tourism of the North Caucasus Federal University. Phone: 8 (909) 773-31-00. E-mail: rakimkam@mail.ru

Горбань Ольга Александровна, магистрантка Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: Mehasik93@mail.ru

Gorban Olga Alexandrovna, undergraduate student of North Caucasus Federal University. E-mail: Mehasik93@mail.ru

УДК 328–433

Молодикова И. Н. [Molodikova I. N.]**МИГРАНТЫ С СЕВЕРНОГО КАВКАЗА
В ЕС: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ
И ГЕНДЕРНЫХ РОЛЕЙ****The migrants from the North Caucasus
in the EU: problems of integration
and gender roles**

Статья освещает ряд вопросов, касающихся миграционных потоков в Европейском союзе, его миграционной системы и политики в области миграции. В статье раскрываются особенности интеграции в отношении мигрантов с Северного Кавказа, а также связанные с этим изменения гендерных установок выходцев из Кавказа.

Ключевые слова: интеграция, миграция, миграционная политика, Европейский Союз, Северный Кавказ.

The article describes a series of questions about the migratory flows in the European Union, its migration systems and migration policies. The article describes the features of the integration of migrants from the North Caucasus, as well as changes in gender attitudes of immigrants from the Caucasus.

Key words: integration, migration, migration policy, European Union, North Caucasus

Согласно данным Евростата, в странах ЕС – 27 проживает чуть больше 500 миллионов человек, и из них выходцев из других стран, находящихся легально в ЕС около 7 %. Около 30 % всех мигрантов – граждане ЕС, проживавшие вне пределов своих стран. Соответственно, граждане третьих стран составляли около 4 % населения ЕС, в том числе экономические мигранты, члены их семей и студенты. Оценка количества нелегальных мигрантов в странах ЕС колеблется от 1,9 до 3,8 миллионов человек или от 0,4 до 0,7 % всего населения. Нельзя сказать, что нелегалы наводнили ЕС. То же было справедливо для беженцев и лиц, находящихся в ситуации убежища в ЕС до последнего времени. В 2010 г. их насчитывалось около 1,4 млн человек и ежегодный приток составлял около 350 000 человек в год и практически не менялся [3]. С 2014 года их число увеличилось почти в 2 раза, на июнь 2015 года уже около 592 000 человек подали прошение об убежище (Eurostat 2015).

Беженцы распределяются по странам неравномерно, и наибольшее число прибывающих стремится в страны «старого ЕС» (в Германию, Великобританию и Францию, а также в Швецию). В то же время многие страны Центральной и Юго-Западной Европы не являлись до последнего времени привлекательными для лиц ищущих убежище, а скорее были странами транзита. Меняется этнический состав потоков беженцев. В 90-х, после падения железного занавеса, преобладали европейцы, в большинстве христиане. Сейчас преобладают мусульмане из Азии и Африки.

Россия до 2014 г. занимала с середины 90-х годов первое место (для стран Европы) по количеству ищущих убежище в ЕС). Около 70–95 % их составляли чеченцы и другие жители с Северного Кавказа [3]. Одно из западных информационных агентств в ноябре 2007 написало, что согласно их обследованию один из трех жителей Грозного желал покинуть территорию Чечни. В 2013 году рекордное количество жителей Чечни, Ингушетии и Дагестана пыталось получить статус беженца в разных странах ЕС, особенно Германии, которая славится одной из самых сложных систем дознания для предоставления статуса. Большинство этих людей имели малое представление о том, как функционирует система предоставления убежища в Европе, и естественно получили отказы. Кто-то уехал, а кто-то решился на повторное ходатайство. Войны в Чечне нет и в списки стран на убежище регион не на первых позициях по сравнению с Сирией, Афганистаном и Ираком, но люди едут, так как хотят безопасности для себя и своих близких.

Статья рассматривает ситуацию интеграции кавказских (в основном чеченских) беженцев в странах ЕС, базируясь на статистической информации министерств Внутренних дел стран ЕС, УВКБ ООН, обследований чеченцев в Австрии, Польше и Чехии, собственных интервью и информации СМИ об интеграционных стратегиях чеченцев на рынке труда, жилья, образования.

Формирование потоков ищущих убежище с Кавказа в ЕС

Война и послевоенные жесткие контртеррористические операции привели к отъезду традиционно мало мобильных этнических групп в кавказском регионе. Если в середине 1990-х гг. (во время пер-

вой чеченской войны) многие семьи уехали временно в соседние страны СНГ (Казахстан, Азербайджан, Украину, Белоруссию), то начиная с конца 1990-х – начала 2000 г. вторая волна чеченских мигрантов двинулась безвозвратно в страны ЕС. Условно можно определить географию миграций с северного Кавказа в пост-советский период как:

- середина 1990-х гг. (первая чеченская война) – временные миграции в страны СНГ, бывшие места депортации (Казахстан, Средняя Азия) к родным;
- конец 1990-х – начало 2000 г. (вторая чеченская война и после нее) – вторая волна чеченских мигрантов – безвозвратно в ЕС.

Причины безвозвратной миграции:

- закрытие чеченских лагерей беженцев в Ингушетии;
- выталкивание кавказских беженцев, проживающих в Азербайджане (частично семей боевиков и самих боевиков) правительством Азербайджана с его территории, под угрозой визового режима с Россией. После первой чеченской войны их насчитывалось около 4 200 человек, а к осени 2000 года – около 10 000 человек.
- ввод Россией визового режима с Грузией из-за чечен-аккинцев, проживающих в Панкийском ущелье и поддерживавших сепаратизм Чечни;

В 2000–2010 годы наблюдается присоединение к чеченскому потоку в ЕС других кавказских этносов из Дагестана, Ингушетии, КБР – салафитов и семей боевиков, которых разыскивают спецслужбы. С этого времени в ЕС начали формироваться северокавказские диаспоры.

Большинство людей пробираются нелегально. Основные пути попадания в ЕС:

1. Белоруссия (реже Украина) – через нейтральную полосу «зеленку».
2. Туристические Агенства.
3. Транзит в третьи страны через страны ЕС: Киев – Ницца

- (Марсель) – Марокко (до 2010) с обращением во Францию за убежищем.
4. Закавказье (Грузия и Азербайджан) – безвизовый въезд в Турцию – безвизовый въезд в Балканские страны (Черногория, Сербия) – нелегальный переход границы ЕС (Венгрия).

Оплата сильно варьирует в зависимости от количества перевозчиков от 2 000 за человека (информанты) до 10 000 долларов за человека [9].

Особенности получения статуса убежища и количество ищущих убежище

Количество беженцев с Кавказа (в основном чеченцев), ищущих убежище, имеет свои преференции. Так, выбор стран получения убежища не случаен. Беженцы знают страны с наиболее благоприятным режимом для получения статуса и проживания. Они стремятся в основном в 4 страны: Бельгия, Франция, Австрия, Германия. Однако большинство попадает в Польшу, Чехию, Словакию (по Дублинской конвенции). Наблюдается постоянная циркуляция беженцев из Западной Европы в Восточную. Из первой их высылают по Дублинской конвенции в страны первого въезда (Польшу, Словакию, Чехию). Ищущих убежища в Чехии в начале 2000-х составило более 11 тыс. человек, но большинство этих людей покинуло Чехию в течение нескольких лет, устремившись на поиски лучшей доли в страны Западной Европы, так как только 297 человек получили статус с 2000 по 2007 гг. (Eurostat, online data code: migr_asyappctza). Но существует большая разница в возможностях интеграции между «старыми» и «новыми» членами ЕС. Где остановят беженцев, там они и просят «азуль» (убежище). Однако все хотят в Бельгию, Францию, Австрию и Германию. Большой бизнес связан с переправкой людей.

Действительно, в странах, благоприятных для чеченцев (Франция, Австрия, Бельгия, Дания), в Западной Европе статус дается более 30 % аппликантам. Однако это чаще всего происходит после нескольких лет апелляций. В среднем в страны ЕС пробирается из России около 20 тысяч че-

ловек в год (в 2010 г. – 18 500, в 2012 – 23 360, а в 2013 увеличилось в 2 раза и подали 41 270). В первой инстанции дали статус беженцев в 2013 г. только 2 625 подавшим и еще частичной защиты – 470 человек, и временный вид на жительство – 440 человек, причем Германия, в которую было подано больше всего (15 475) прошений сразу отказала 11 100 человек и 40 дала временное поселение. Остальные дела проходят процесс, который обычно длится от 3-х месяцев до нескольких лет. Многих представителей с Северного Кавказа, ищущих убежище в западных странах ЕС, согласно Дублинской конвенции отправляют в первую страну въезда – в основном в Польшу, из которой около 50 % возвращают назад [2].

Сколько же сейчас кавказцев в ЕС?

К сожалению, сложно оценить сколько чеченцев в Европе. Мы можем использовать данные Евростата и УВКБ ООН по аппликантам из России за 1996 – 2013 годы, хотя они имеют много пробелов (таблица 1). По данным Евростата, основные страны притяжения для беженцев и формирования чеченских диаспор – это «старые» члены ЕС (Франция, Бельгия, Австрия, Дания и Германия), где число признаний для чеченцев было около 40–50 % по сравнению со средними 25–30 % по ЕС). В Центральной Европе, число признаний ниже. В 2013 году в Польше из 12 760 аппликантов в первой инстанции никто не получил статуса беженца. Еще меньше тех, кто получил временное убежище и гуманитарную защиту (вида на жительство). В Польше скопилось около 18 000 чеченцев т. к. граница Украины, Белоруссии и России с Польшей наиболее проходимая из-за наличия коррупционных «окон» [4]. Однако всего через ее лагерь прошло около 70 000 кавказцев.

Какова же чеченская диаспора или лучше сказать диаспоры? В 2008 г. говорили о 70 000 человек, для 2013 г. уже озвучивалась цифра 130 000. За период с 2009 по 2013 гг. по данным Евростата, в течение последних 6 лет цифра аппликантов из России составляла 138 925. Если взять всех подавших с 1996 по 2006 гг. на статус из России и считать их кавказцами, то количество аппликантов только по основным странам (где граждане России были среди пяти основных национальностей, ищущих убежище) получилось около 220 000 человек. В Центральной Европе не-

вольный лидер по чеченским мигрантам – Польша, но число признаний в Польше ниже. Так, из 12 760 аппликантов из России в 2013 году в первой инстанции ни один не получил статус беженца [12].

Если основываться на статистике, имеющейся по странам ЕС (где ищущие убежище из России были одним из пяти основных потоков (см. табл. 1), то число подавших на получение статуса беженцев из России с 1996 по 2005 г. составляет около 120 000 человек. За период с 2009 по 2013 г., по данным Евростата, суммарное число аппликантов для всех стран ЕС составляло 138 925 человек. Если включить аппликантов за срок 1996–2006 гг., их число превысит 250 тыс. человек. Если взять долю кавказских беженцев как 80 % от всех подавших, то количество будет между 130 и 220 тыс. человек.

В Германии, по данным председателя Германо-Кавказского общества Эккехарда Маса (Ekkehard Maas), на сегодняшний день проживает около 15 тысяч выходцев из Чечни, но далеко не всем из них удалось получить статус беженцев, а многим грозит депортация на родину. В Польше проживает около 20 000–25 000 кавказцев, большинство – чеченцы, в Австрии около 26 000. Во Франции и Бельгии точно неизвестно, так как многих депортируют в Польшу или другую страну первого въезда. Если учесть, что во Франции подают на убежище ежегодно из РФ около 5 тысяч в год, а в Бельгии около 2,5 тысяч, а получают какой-либо статус около 30–50 %, то за 5 лет с 2008 диаспоры в этих странах могли возрасти до 15 000–18 000 человек во Франции и 13 000–15 000 в Бельгии [15]. В странах Скандинавии, Англии, Швейцарии, Италии по ежегодным данным УВКБ ООН число российских аппликантов невелико, и диаспоры могут быть от 1 000 до 3 000 человек. В США – около 1 000 человек [4].

Согласно данным обследований чеченцев в Польше, Чехии и Австрии просящие убежище в основном относительно молодые чеченские городские семьи (в Австрии около 80 % чеченцев – городские жители в возрасте 35 лет). Средний возраст в Польше и Чехии для мужчин 30–35 лет и для женщин 28–32 года. Наиболее типичным составом семьи среди признанных беженцев в Чешской Республике была моносемья из пяти членов: родителей и трех детей. Пожилых людей практически нет.

Сильно затемняет оценку размеров диаспоры депортации кавказцев, кому было отказано в убежище. Их, по так называемой «пинг-понг» системе, пересылают из западных стран ЕС в восточные, откуда они снова едут в западные страны и повторно подают на статус там. Многие при-

Таблица 1. КОЛИЧЕСТВО АППЛИКАНТОВ ИЗ РОССИИ НА ПОЛУЧЕНИЕ СТАТУСА БЕЖЕНЦА В ЕС, 1996–2006 ГГ. И 2009–2013 ГГ. [4]

	1996– 2000	2001– 2006	2009	2010	2011	2012	2013	2009– 2013
ЕС	Н. и	Н. и	20 075	18 500	13 495*	24 290	41 485	97 440
Австрия	609	19 823	3565	2330	1180	3110	2850	13 035
Бельгия	2141	5367	2875	2725	1350	2655	2150	11 755
Чехия	1016	7900	Н.и	50	15	40	50	205
Германия	8963	16 440	1170	Н.и	Н.и	Н.и	15 475	17 425
Дания	527	872	Н.и	400	150	Н.и	965	1500
Финляндия	Н.и	Н.и	Н.и	395	150	225	Н.и	770
Франция	1900	13 282	3785	4610	2070	5930	5145	21 540
Литва	123	701	Н.и	110	55	95	75	335
Латвия	Н.и	Н.и	Н.и	5	5	10	5	25
Норвегия	1009	6442	Н.и	Н.и	Н.и	Н.и	Н.и	Н.и
Польша	1421	23 545	5725	4695	3820		12 845	27 085
Словакия	37	6805	Н.и	695	25	Н.и	Н.и	720
Всего по основным странам приема	177 26	101 177	17 120	16 015	22 315	12 065	39 560	94 395

Источник:

Составлено по данным UNHCR.org, Eurostat.eu, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013.

* Данные приводятся за первые три квартала 2011 г. по Eurostat.eu.

Примечания:

Данные приводятся по статистике UNHCR.org и Eurostat.eu по странам, где ищущие убежище из России были среди пяти основных групп аппликантов.

Н. и. означает, что за данный год по этой стране российские беженцы не составляли одной из пяти основных групп ищущих убежище и данных по ним не было.

ехали и знали, что их вышлют, но использовали от 6 месяцев до 2 лет времени, проведенного в западных странах для того, чтобы подлечиться (по словам социальных работников).

Интеграция vs Маргинализация

Понятие интеграции подразумевает, с одной стороны, сохранение иностранцем важных элементов своей собственной культуры, а с другой стороны, инкорпорирование им определенных элементов культуры страны проживания. Самое главное в интеграции мигранта – его возможность поддержания самостоятельного жизнеобеспечения, т. е. наличие работы, жилья, возможностей получать образование, особенно для детей, иметь доступ к объектам здравоохранения и другим социальным службам, а также воспроизводить ценности своей культуры.

Универсальной картины их интеграции нет. В каждой стране свои законодательные рамки и возможности. Поэтому и интеграция в разных странах разная. Тем не менее, эксперты отмечают, что возможности интеграции в странах Центральной Европы хуже, чем в Западной Европе. Страны центральной и Восточной Европы имеют мало опыта общения с мусульманами, и их культура вызывает у них боязнь. Также в странах Центральной Европы условия пребывания и поддержки беженцев очень скромные. Лагеря, в которых проживают ищущие убежище, часто располагаются в малых городах или сельской местности, страдающих от безработицы и местное население испытывает по отношению к мигрантам чувство тревоги и недоброжелательности. В Центральной Европе, по сравнению с Западной, доля мусульман ничтожна, поэтому много сложностей испытывают чеченские беженцы с поддержанием религиозных традиций [6, 7].

Во время прохождения процесса признаний и апелляций в большинстве стран аппликанты не имеют права работать. Люди пребывают в неведении месяцы, а иногда годы, и это сказывается на их моральном самочувствии. Так, в лагере для беженцев в Венгрии я в 2006 г. встретила чеченскую женщину, которая блуждала по лагерям разных стран ЕС более 6 лет со своим сыном, пытаясь получить статус беженца, а не гуманитарный, который не дает материальной поддержки и должен продлеваться каждый год. Их все время возвращали снова в Венгрию. Сын в это время не мог нормально учиться. Много горьких слов я услышала от нее о тя-

жести жизни в лагерях. В конце концов, сыну разрешили остаться в Венгрии по гуманитарным соображениям, так как он приехал еще несовершеннолетним, и к тому моменту был старше 18 лет. Сын сказал, что мать вернулась на Кавказ, но живет не в Чечне, а в КБР.

Особенности интеграции выходцев с Кавказа в странах ЕС

Универсальной картины интеграции по странам нет. В каждой стране существуют свои законодательные рамки и возможности статуса, но возможности интеграции в странах Восточной Европы намного хуже:

- Скучный социальный пакет;
- Лагеря в малых городах или сельской местности, страдающих от безработицы;
- Местное население не знает мусульман и из религиозных традиций.

Представитель чеченской диаспоры Ильясов в Польше отмечал ужасные условия жизни, выталкивающие в Германию: *«Они дают работу, тренинг, образование по специальности... здесь такого ничего нет...»*. Германия дает социальные выплаты, включающие \$470 в месяц и на жилье в два раза больше, чем в Польше, детские деньги – около 150 евро, а в Австрии – около 400 евро (до 16 лет).

Социальные работники лагерей отмечали, что кавказских беженцев от других отличает патроналистский настрой – надежда, что кто-то решит из проблемы. Факторы, которые затрудняют интеграцию кавказских беженцев во всех странах ЕС (UNHCR 2010) – это:

— родственные связи.

По мнению социальных работников, беженцы из африканских стран и Ближнего Востока лучше справляются с новой действительностью, чем кавказцы. Это может быть вызвано тем, что первые, как правило, не имеют многодетных семей. Но также связано с культурными особенностями – с опытом воспитания в Советском Союзе и клановой культурой. Российские беженцы отличаются более патроналистским

пониманием роли государства приема. Они ожидают, что оно решит все их проблемы по жилью, работе, вопросам здоровья, интеграции: *“Все эти люди из бывшего Советского Союза ожидают, что государство приема даст им квартиру, беженцы из Африки и Азии ...не имеют таких ожиданий, и надеются только на себя...”* [13].

По мнению экспертов из Австрии, Польши и Чехии, клановая культура в которой жили на родине кавказцы, усугубляет низкий уровень адаптации. В новых условиях *«нет ни дяди, ни брата, который бы тебе помог решить проблемы, включая нахождение работы...»*. Беженцы болезненно испытывают отсутствие тесных родственных связей. В случае смерти родителей они не могут приехать на их могилы до получения гражданства, а на это уходят годы (UNHCR <http://unhcr.org>. Data sheet (2005) on EU countries) [10].

Вопрос получения работы

на чужбине также гендерно затруднен. Возможности самоподдержания мигрантов тесно связаны с наличием работы. Возможностей экономической активности для беженцев очень мало. Не во всех странах во время ожидания решения в процедуре предоставления убежища можно официально работать. Они стараются работать нелегально. Эта работа непрестижная и они могут быть легко обмануты работодателем. К тому же есть немужские виды работ, которые кавказцы делать не будут.

Отсутствие знания языка и непризнание дипломов об образовании – серьезное ограничение в поиске работы. Различаются условия поиска работы в Западной и Восточной Европе.

По проведенным исследованиям УВКБ ООН в восточной Европе неполная занятость чеченских беженцев приводит к их неспособности получения самостоятельного дохода на аренду квартиры и пропитание. В случае многодетных семей, работать обоими родителями часто невозможно, и заработка одного человека редко достаточно, чтобы заплатить за квартиру и содержать семью.

Чеченские мужчины и женщины чувствуют себя глубоко обиженными из-за частых случаев дискриминации со стороны местных жителей, особенно часто это происходит в районах, находящихся вокруг лагерей для беженцев. Местное население воспринимает их в качестве потенциальных воров, а мужчин как потенциальную угрозу и криминал;

— **социальные пособия:**

Существуют различные возможности стран Центральной и Западной Европы в предоставлении социальных выплат беженцам. В Западной Европе есть социальное жилье или деньги на аренду жилья на относительно долгое время, особенно если у беженцев есть дети. В каждой стране платят разные пособия, но, конечно, мечта всех беженцев – это Швеция, потом Бельгия, Франция и Германия, а вот в Польше и Чехии или в Венгрии они мизерные, и беженцы уезжают оттуда любым способом. Даже в Бельгии работа может быть либо на «своих», либо очень тяжелая;

— **возможности работы:**

В условиях отсутствия легальной работы по данным социальных работников, некоторые из чеченских мужчин заняты «стратегией быстрого заработка», связанной с различного рода преступной деятельностью (начинают заниматься контрабандой людей через границы с Австрией или Германией; «крышеванием» ищущих убежище одиноких мужчин с Украины или Белоруссии, требуя у них деньги под угрозой насилия, а также занимаясь рэкетом других мигрантов [14]). Кроме того, это также реализация товаров, добытых криминальным путем, а в последнее время подрабатывают рекрутментом боевиков на стороне ИГИЛ. На этой версии настаивает Р. Кадыров, который признал наличие чеченцев в рядах ИГИЛ (около 1 700 человек), но считает, что большая часть их поступает из семей беженцев с Запада [1]. Это подтверждается данными Франции, Австрии и Бельгии, которые сообщают о задержании кавказцев. Так, в мае 2015 года Агентством внутренней безопасности Польши были задержаны трое выходцев из Чечни и арестованы на три месяца по подозрению в сборе средств на финансирование террористической организации «Исламское государство». По мнению обозревателя «Коммерсанта» Мусы Мурадова, основная часть чеченцев, участвующих в вооруженном

конфликте в Сирии, приехала из Европы, получив первоначальную идеологическую обработку через Интернет. «Часть из них попадает с территории Северного Кавказа, через Турцию, а часть людей попадает из Европы» [1]. В течение последних нескольких лет криминальная активность в странах ЕС, куда устремляются основные потоки чеченцев, стала ассоциироваться именно с ними;

— **получение социального жилья:**

Наличие у беженцев жилья и возможности стабильной аренды после получения статуса важная составная часть интеграции. Но в странах Центральной Европы она более проблематична, чем в Западной из-за его малой доли там. Обычно социальное жилье (или наем жилья для беженцев) включают интеграционные программы, но они оплачиваются на полгода, максимум на год. За это время беженцы не могут выучить языка страны и найти работу.

Другим препятствием в аренде жилья беженцев являются предрассудки и дискриминации со стороны собственников. Арендодатели имеют негативное отношение к беженцам из Чечни. Арендодатели не любят сдавать квартиры чеченцам, так как большинство их – семейные с детьми. Часть вины за неблагоприятное отношение к беженцам лежит на них самих – они зачастую не платят коммунальные услуги и оставляют жилье в плохом состоянии. Термин «чеченский дом» в некоторых странах стал символом беспросветной бедности и плохих условий жизни. В Австрии и Германии более благоприятная ситуация. Даже в случае отказа в признании в первой инстанции, при повторном ходатайстве в бундесамте предоставляет квартира и деньги на проживание. Как говорят аппликанты: «Жить можно» (UNHCR 2010, 2013);

— **образование:**

Интеграция и возможные успехи детей в школе являются сильным мотивирующим фактором для детей и родителей. В процессе образования происходит определенное совмещение элементов культуры своей страны и страны приема и образуется двойная идентичность. Совмещение обеих культур возможно в случае глубокого знания их и взаимного проникновения.

Тем, кто приехали маленькими – удача в интеграции. Они имеют возможность пройти образовательную лестницу с самого низа до конца во всех странах и тогда их карьерные возможности резко возрастают. В одной семье в Австрии ребенка не пустили на рождественскую елку, так как объяснили, что это христианский праздник, тогда он заявил, что не хочет быть мусульманином [4]. Если ребенок приехал уже в возрасте 14–16 лет, его не могут взять в школу в свой класс по возрасту, так как он не знает языка страны, а не во всех школах есть специальных тренингов для таких детей. Молодежи старше 18 лет и взрослым приходится довольствоваться языковыми курсами и курсами культурной ориентации, которых явно недостаточно.

Гендерные установки и интеграция

Для чеченцев главное – это семья и семейная честь, угрозы которой не должно быть. Особенно для женщин и детей. Случай, когда польский мальчик обидел чеченскую девочку и был жестоко избит чеченским мальчиком, был всей школой и родителями осуждаем, так как применение агрессии было несоразмерно с польским восприятием дозволенного применения силы. Какова была рефлексия чеченских детей на этот конфликт? Один отметил: *«мы нарушили законы, так как вели себя как хулиганы»*, другой сказал, что хочет, *«чтоб чеченцы изменились, живя в другой стране, вели себя более мирно»* [8].

К сожалению, культурная дистанция у чеченцев с принимающими сообществами большая, как показывают исследования, поэтому, по описанию соцработников, ситуации конфликтов у них очень частые. В Австрии социальный работник так описала мне поведение чеченских подростков: *«...Они всегда кучкой держатся. Не особенно допускают в свой круг, и живут в специальных местах и домах. С ними работают специальные работники ведомства (имеется в виду МВД Австрии). Но этим летом мы неожиданно получили 20 молодых подростков к нам на месяц. Ну, я вам скажу...! От них аж искры летели. Они с другими подростками постоянно в конфликтах были. В основном с турками. Ну, представьте, у них очень мускулиность развита и чувство собственного достоинства. Они себя очень гордо держали. Нам все время приходилось конфликты с*

ними решать. Многие из них сидят на препаратах. Последствия военных действий, я так поняла. У них проблемы ментальные, ну и агрессия. Мне кажется у них само поведение такое – вызывающее» [4].

У директоров школ в таких случаях возникает желание избавиться от подобных детей, если их в школе достаточно много. По мнению учителей, если чеченских мальчиков много, они чувствуют свои силу (физическую) и пытаются взять контроль над всеми.

На Кавказе контроль за поведением своих женщин очень силен. Социальный работник из Австрии рассказывала, что, по мнению чеченских матерей, «девушки должны быть защищены от влияния свободного сексуального поведения, распространенного среди молодежи западных стран. Большинство их матерей мечтают выдать поскорее дочерей замуж. А молодые люди редко заканчивают полное обучение – они рано идут работать» (Интервью автора, Вена, 2011).

В Польше чеченская девочка, которая хорошо училась в школе и хочет продолжать образование, рассказывала, что родные хотят выдать ее замуж за чеченца из Франции, и они уже год по скайпу разговаривают. Она не любит его и не хочет замуж, а хочет продолжать образование, но парень не хочет, чтобы она училась или работала. Девушке придется покориться этническим стереотипам: «Мы не можем работать, когда у нас есть муж» [14].

Тем не менее, сами кавказцы, а особенно их родственники на Кавказе, вздыхают, что дети, приехавшие в ЕС маленькими, уже никогда не вернутся назад. «Для них уже все это чужое, они и сами другие», – сказала одна женщина-информант. «Представляете, уже есть два случая, что девушки ушли замуж к местным молодым людям». На вопрос, как это возможно у вайнахов, вздохнув информант сказала: «А что делать – пришла с полицейским, собрала вещи и ушла. Отец стоял и скрежетал зубами. Да, может и хорошо, когда выдавали в 16 лет, пока ничего они не соображают...» (интервью автора).

Семейные отношения в изгнании сильно ухудшаются. Вопросы идентичности являются неотъемлемой частью процесса интеграции, где гендерные отношения очень динамичны. При попадании на Запад в статусе ищущего убежище или получении статуса защиты, чеченские мужчины испытывают большой внутренний дискомфорт определения новых семейных ролей. Мужскость (мужественность) – главная характеристика чеченского мужчины, определяется прежде всего его способностью

обеспечить безопасность семьи и решить семейные нужды. Защита своих семей уже не является их важной задачей в странах ЕС: *«Там (на родине – автор) я мог, по крайней мере, обеспечить свою семью, своими собственными руками, но здесь я ничего не могу сам делать, я вообще не привык к этому, ... конечно легче быть мужчиной дома»* [14].

Семейные отношения и новые семейные роли заставляют чеченских мужчин изо всех сил пытаться восстановить свои мужские права и роль в семьях в ситуации убежища. Даже во время интервью на представление статуса, мужчины-чеченцы часто получают отказ, так как не хотят терять лицо и описывать различные неприятные и иногда унижительные моменты своей жизни, от которой они убежали. «Парадоксальная ситуация – те, кто действительно страдал от каких-то унижений, часто получают отказ, так как они не хотят терять лицо перед чужим человеком и описывать свои унижения» (интервью автора с работником социальной организации, 2013).

Чеченские женщины, в отличие от чеченских мужчин, в новой среде продолжают играть свои привычные гендерные роли (домохозяйек, воспитателей детей, обслуживания своего маленького хозяйства) и получают новые роли по поддержке своих семей (иногда зарабатывая уборкой, помощью в лагере и т. д.).

Наступает трансформация гендерных отношений в семьях. Мужья перестают функционировать: если они не могут найти работу, они испытывают унижение своей мужскости из-за невозможности на чужбине ее восстановления. По мнению социальных работников, это ведет к депрессиям, деградации, алкоголизму или наркомании, насилию в отношении членов своих семей. Чеченские мужчины в центрах для беженцев используют различные стратегии, пытаясь выстроить заново свою самооценку и достоинство в этих сложных условиях. Так, некоторые больше участвуют в семейной жизни, проводят больше времени со своими женами и детьми. Другие, наоборот, предпочитают тратить деньги на алкоголь или наркотики, встречаться с другими (как правило, нечеченскими) женщинами и / или время от времени также прибегают к физическому насилию по отношению к жене и детям. По мнению психологов, в разных странах мужчины-чеченцы часто настаивают на сохранении женщиной ее подчиненной роли, для восстановления своей мужскости и статуса [14].

Религиозная идентичность и особенности интеграции

Сильной чертой вайнахов и многих народов Дагестана, которая помогала им сохранять свою культуру во время депортации в Казахстане и Средней Азии и во время чеченских войн в 1990-х – 2001 гг., было сохранение в семейной частной жизни мусульманских традиций. Реконструкция ислама является важным элементом жизни в новом месте, так же, как и религиозное воспитание детей. В основном это делается дома – учатся молитвы, проводятся религиозные обряды и празднества. По приезду чеченцы могут практиковать ислам дома, когда небольшие или бедные сообщества через интернет осуществляют сетевые связи и необходимые формы религиозных празднеств, они реконструируют ислам с влиянием адатов, как у себя на родине. Но если близко имеется мечеть, чеченцы могут сблизиться с мусульманами с Ближнего Востока и с татарами, так как для исполнения мусульманских обрядов часто бывает сложно найти имама своей конфессии. В таких случаях они могут пригласить имама других конфессий (например, татарского, либо арабского). Реконструкция Ислама в эмиграции сближает кавказцев не с местным населением, а с другими мусульманскими группами, находящимися поблизости. Также существует проблема с обрезанием, его не делают в некоторых странах Центральной Европы в госпиталях, что приводит к дополнительным расходам на поездки в другие места [11].

Многие мигранты и чеченцы – не исключение, по мнению исследователей, становятся более консервативными мусульманами в эмиграции, чем у себя дома. Этот феномен религиозного консерватизма объясняется переживанием мигрантом отчужденности нового общества и своего процесса укоренения [9].

Если кавказцы бежали из-за приверженности к салафитам, они продолжают практиковать его в таком виде и в ЕС. Как уже отмечалось, второе поколение иногда идет в ИГИЛ или помогает собирать помощь для него [7].

13 февраля французское издание «Le Figaro» сообщило о заключении под стражу шестерых уроженцев Чечни, подозреваемых в причастности к террористическим группировкам и финансированию террориз-

ма. Наиболее суровое наказание – пять лет тюремного заключения – получил самый младший из осужденных, так как он лично ездил в Сирию на встречу с боевиками. 46-летний чеченец за обеспечение логистической и финансовой поддержки боевикам был осужден на четыре года. Остальные получили по два года тюремного заключения. По данным следствия, уроженцы Чечни отправили сирийским боевикам обмундирование, полноприводный автомобиль и денежные средства, собранные среди чеченской общины во Франции. Все четверо подсудимых входили в преступную группировку, действовавшую на территории европейского государства с сентября 2012 года по ноябрь 2013 года [1].

Имам мечети столичного района Берлина Моабит Мурат А., родом из Дагестана, хорошо говорящий по-русски и по-чеченски, имеющий значительное влияние в чеченской общине в Германии [5], был арестован прокуратурой Берлина. Он обвиняется в вербовке молодежи в ряды «Исламского государства». Российское посольство подтвердило, что 30-летнему гражданину России, имаму местной мечети Мурату А. были предъявлены обвинения в поддержке террористической деятельности и вербовке молодых людей, преимущественно чеченского происхождения, которые были прихожанами его мечети, а также через социальные сети для отправки в Сирию с целью участия в боевых действиях на стороне группировки «Исламское государство».

Будущее диаспор

По данным опроса чеченцев, в Австрии, несмотря на то, что 100 % респондентов определили себя как верующие, но индекс их религиозности, который рассчитывался исходя из ответов о исполнении основных религиозных догм (таких как: поход в мечеть, пятничная молитва, готовность жениться по законам, плата доли бедным, пост в Рамадан, пятиразовая ежедневная молитва – всего надо было ответить по 32 позициям), получился низким – среднее количество набранных по религиозности баллов было 14 для более чем 50 % респондентов. Обследование показало, что пожилые люди более религиозные, и их религиозность немного возрастает, чем дольше люди живут в Австрии. Однако 1\3 респондентов также отметили, что они верят в магию, омен и астрологию.

логию. Количество их также возрастает с возрастом, особенно женщин. Таким образом, неисламские и исламские верования и практики сосуществуют параллельно [9]. Интересно, что появляются первые случаи попыток многоженства. Как сообщила одна информант: *«Моя родственница находится в шоке – ей 25, а мужу около 40. Он ее похитил в 16. Так любила она его, и вдруг здесь, на чужбине, он попросил у нее разрешение на вторую жену... Трое детей, мальчики есть. А какой он тихий и религиозный и вот надо же!... Она не дает разрешение, не знаю чем кончится дело»* (интервью автора. Вена, 2015).

Отношения «чеченцы – принимающее сообщество» в вопросах интеграции: «Мы» и «они»

показывают, что отношение местного населения к чеченцам стигматизированное. Исследования, проведенные в Польше, Австрии и Чехии и СМИ-интервью (особенно в Центральной Европе, которая в советский период было закрыта для внешней миграции), свидетельствуют о том, что местное население негативно относится к мигрантам вообще, но особенно к иноконфессиональным, поскольку доля мусульман мала в этих странах.

Обследование в Австрии по шкале Богардус показало большую социальную дистанцию между чеченцами и австрийцами. Социальные работники в Австрии во время разговоров с автором отмечали закрытость чеченского общества. Такое же определение автор получил от имама одной из мечетей в Бельгии.

Ответы на вопросы о том, когда обследованные чеченцы в последний раз чувствовали себя счастливым и какие планы у них есть на будущее, показали состояние депрессии среди чеченцев в Польше, так как чеченцы вспоминали обычно далекое прошлое, а будущие планы были очень расплывчаты и неконкретны. Около 10 % обследованных чеченцев в Австрии сказали, что хотят вернуться в Чечню. Многие негативно оценивают свой опыт интеграции в Австрии и только 20 % готовы полностью интегрироваться в австрийское общество [9].

Выводы

В отдельных странах ЕС, таких как Австрия, Бельгия, Франция, Польша и Германия, сложились кавказские (в основном чеченские и ингушские) диаспоры. Их общее количество за менее чем двадцать лет превысило 100 000 человек. Однако они находятся на первых стадиях интеграции, особенная проблема – потеря гендерных ролей. Везде интеграция проходит сложно и пока кавказцы интегрированы слабо, но возможно, прошло еще немного времени с их приезда. Причем в более поликультурной и преуспевающей среде западных стран ЕС интеграция проходит лучше.

Стратегии интеграции ограничиваются патриархальной структурой чеченских семей. Традиции мускулиного воспитания сильно сдерживают поиск работы, учебы и сближения кавказцев с местным немусульманским населением. Женщины более активны, но они не хотят разрушать семьи, понимая, что в случае расставания с мужем на чужбине невозможно одной поднять своих детей без помощи клана и братьев.

Хотя второе поколение кавказцев выбирает иногда уже «светский» западный образ жизни, однако семьи, боясь за честь девушек, на определенных этапах замораживают их интеграцию, ограждая ее домом, замужеством, а не образованием. Религиозные практики также сближают кавказцев больше не с местным населением, а с мигрантами – мусульманами. Именно в силу определенной маргинализованности, они могут сближаться с сообществом местных мечетей, или через интернет становятся помощниками в делах ИГИЛ.

Перспектива их интеграции зависит от того, насколько они готовы принять западные ценности. Пока это проблематично, но прошло еще мало времени, чтобы судить однозначно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выходцы с Кавказа в рядах ИГ (ИГИЛ) / Кавказский Узел. 18 мая 2015. URL: <http://www.kavkaz-uzel.ru/articles/251513/>_(дата обращения: 03.05.2015 г.).

2. Данные УВКБ ООН по каждой стране Евросоюза за 2010–2014 гг. United Nations High Commissioner for Refugees. URL: <http://www.unhcr.org> (дата обращения: 03.05.2015 г.).
3. Молодикова И. Н. Миграционная политика Евросоюза – баланс интересов vs. права человека. Мигранты, мигрантофобии и миграционная политика / отв. ред. В. И. Мукомель. М.: Центральный Дом адвоката; Московское бюро по правам человека; Academia, 2014. 246 с.
4. Молодикова И. Н. Чеченские диаспоры в странах Европейского союза: особенности интеграции. Интеграция мигрантов: возможна ли она в современном обществе? Научная серия «Международная миграция населения: Россия и современный мир» / гл. ред. серии В. А. Ионцев. М.: Изд-во МГУ, 2015. Вып. 29. С. 33.
5. Прокуратура Берлина сообщила об аресте россиянина-вербовщика ИГ // РИА Новости. URL: <http://ria.ru/world/20151015/1302589303.html> (дата обращения: 03.05.2015 г.).
6. Чеченцы в Европе: беседа с Германом Садулаевым // Русский журнал. 2011. URL: <http://www.russ.ru/pole/CHechency-v-Evropе> и <http://russ.ru/pole/Nazyvat-sya-chechencem-privilegiya> (дата обращения: 03.05.2015 г.).
7. Eurostat – News Release. 98/2014 – 19 June 2014. URL: <http://www.west-info.eu/eus-top-five-refugee-destinations/eu-4/> (дата обращения: 03.05.2015 г.).
8. Grzymała Moszczyńska, H. & M. Trojanek. Image of the world and themselves built by young Chechens living in Polish refugee centers. Ed. by Ed K. Górak-Sosnowska (ed.), University of Warsaw, Warsaw 2011, pp. 343.
9. Heinrich H-Ge. & L.Lobova. Religious Identity in an Open Society: The Case of Chechen Refugees in Austria in Eds. By Malashenko A., H-Ge Heinrich, L. Lobova "Will Russia Become a Muslim Society". 2012. P. 255.
10. Kinga Wysieńska. Where is my home? Homelessness and Access to Housing among Asylum-seekers, Refugees and Persons with International Protection in POLAND / Prepared for UNHCR. Warsaw 2013. 2013, №46. URL: <http://www.unhcr-centraleurope.org/pdf/where-we-work/poland/where-is-my-home-poland.html> (дата обращения: 03.05.2015 г.).
11. Łukasiewicz, K. Strategies of reconstructing Islam in exile. A case of Chechens in Poland / In Ed K. Gyrak-Sosnowska. Muslims in Poland and Eastern Europe Widening the European Discourse on Islam. University of Warsaw, Warszawa. 2011.
12. Molodikova I., Watt A. Bringing up in the North Caucasus: N.-Y., Routledge, 2013.

13. Refugee Homelessness in Poland – Results of a Pilot Study research. Reports policy papers by Kinga Wysieńska Natalya Ryabińska. UNHCR, Warsaw. 2010.
14. Szczepanikova, A. Settlement and (re)construction of gender relations in exile: Chechen refugees in Eastern Europe in Chechens in the European Union / Eds. by A. Schahbasi, ed., In Janda, Alexander; Leitner, Norbert; Vogl, Mathias (eds) Chechens in the European Union. Vienna: Österreichischer Integrationsfonds, Federal Ministry of the Interior, pp. 79–92. URL: <http://ssrn.com/abstract=1587702> (дата обращения: 03.05.2015 г.)
15. Vatchagaev M. Chechnya's Exodus to Europe. January 24, 2008 URL: http://www.jamestown.org/programs/nc/single/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=4678&tx_ttnews%5BbackPid%5D=169&no_cache=1 (дата обращения: 03.05.2015 г.).

ОБ АВТОРЕ

Молодикова Ирина Николаевна, кандидат географических наук, директор программы миграции и безопасности Центрально-Европейского университета, член IMICO Европейского союза (Венгрия, г. Будапешт).

E-mail: molodiko@ceu.hu.

Molodikova Irina Nikolaevna, PhD, director program of migration and security of the Central European University, member of the European Union IMICO (Hungary, Budapest).

E-mail: molodiko@ceu.hu.

УДК 33

Нефедова Т. Г. [Nefedova T.G.]

**РЕКРЕАЦИЯ ГОРОЖАН
КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ
И РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЛЬСКОГО
РАССЕЛЕНИЯ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ*****Recreation of urbanites as a factor
of conservation and reconstruction of rural
settlement system the Non-Chernozem zone**

В статье на фоне пространственных различий в депопуляции сельского населения и деградации системы расселения в Нечерноземье рассматривается влияние горожан, отдыхающих в сельской местности, на сохранение отдельных деревень и в целом степени заселенности территории. Рассмотрены два локальных примера в периферийных нечерноземных районах. Осташковский район Тверской области с озером Селигер, представляет собой пример рекреационного «раскрученного» района, в котором совмещаются разные виды рекреации горожан: дома и базы отдыха, пансионаты и садовые товарищества, а также широко распространены строительство новых домов горожанами, покупка и аренда ими сельских домов. Мантуровский район Костромской области – типичная удаленная периферия, где горожане, покупающие дома в деревнях, стали единственной надеждой спасения многих из них.

Ключевые слова: депопуляция сельского населения, система расселения, деревни, горожане, дачи, садовые товарищества.

This article examines the impact of citizens vacationing in the countryside on the preservation of villages and and, in general, the degree of population of the country against the background of the spatial differences in the of the Non-Chernozem settlement system and the degradation of the settlement system in the Non-chernozem region. We consider an example of two local peripheral areas. Ostashkovsky District of Tver Region at the Lake Seliger is an example of a recreational «hyped» area in which different kinds of recreations are combined: resorts, guest houses and garden communities, as well as widespread construction of new houses, purchase and rent of rural houses by townspeople. Manturovo District of the Kostroma region is the typical distant periphery, where citizens who buy houses in the villages, have become the only hope for the salvation of many of them.

Key words: rural depopulation, settlement system, village, townspeople, cottages, garden partnership.

Длительное пребывание горожан в сельской местности – давняя российская традиция. Она начиналась с сельских усадеб наиболее обеспеченной части горожан и помощи менее обеспеченного населения родственникам в деревне. В XX веке это преобразовалось в устойчивую дачную традицию и способствовало заметному оживлению сельской местности в летний сезон.

* Работа выполнена в Институте географии РАН при поддержке РНФ, проект № 14-18-00083 «География возвратной мобильности населения в сельско-городском континууме».

Цель статьи – представление результатов локального исследования влияния рекреации горожан на систему сельского расселения на примере некоторых удаленных от крупных городов районов в Костромской и Тверской областях.

Обе области служат яркими примерами сильной депопуляции сельской местности и деградации системы сельского расселения [1, 13, 14]. В обоих регионах полюсами развития, концентрирующими знания, финансы, предпринимательскую активность и распространяющими инновации на остальную территорию служат большие города, прежде всего, столицы регионов. Однако экономические и социально-демографические контрасты между пригородами и всеми остальными территориями внутри регионов велики. В то же время природные ландшафты, особенно реки и озера, весьма привлекательны для отдыха жителей мегаполисов, использующих стационарные рекреационные учреждения или покупающие дома в пустеющих деревнях.

Исследование влияния горожан на систему сельского расселения затруднено отсутствием официальной статистической информации об их количестве в сельской местности в разные сезоны года. Отчасти можно опираться на численность отдыхающих в рекреационных учреждениях, некоторые данные о которых имеются в интернете. Однако этот вид отдыха горожан в наибольшей степени изолирован от сельского окружения. В субъектах РФ есть данные о количестве садовых товариществ горожан, часть которых расположена в пределах городских или сельских поселений, а часть формирует сравнительно большие бесстатусные поселки, часто превышающие размеры сельских населенных пунктов. И практически отсутствуют данные о горожанах, купивших дома в деревнях и проводящих в сельской местности значительную часть летнего сезона. Все это требует специального изучения, особенно в зонах, удаленных от больших городов, включая локальные обследования отдельных муниципальных районов и сельских поселений.

Сельская депопуляция Нечерноземья и ее последствия для расселения

Сельское население, несмотря на положительный естественный прирост, убывало почти весь XX век, во второй его половине – главным образом за счет миграций в растущие города. Максимальной

численность сельского населения в современных границах России была в 1926 г. – 76 млн человек. В 1950 г. 58 млн, в 2014 – 37 млн [2]. Наибольшие потери сельского населения во второй половине века наблюдались в полосе староосвоенных районов Нечерноземья вокруг Московской, Ленинградской и других агломераций крупных центров. Отъезд из поколения в поколение наиболее активного и молодого населения был связан с процессами быстрой индустриализации и урбанизации в СССР. Но во многом его активность подстегивалась неравенством возможностей самореализации и условий жизни в больших городах и в сельской местности. Многие регионы Нечерноземья потеряли более половины, а некоторые и до 2/3 сельского населения, а их удаленные периферийные районы – до 80–90 %. Причем большая часть этих потерь характерна для позднесоветского времени с 1959 по 1989 гг. После кратковременного увеличения сельского населения в первую половину 1990-х гг. за счет административных преобразований поселков городского типа в села и притока населения из бывших советских республик, отрицательная динамика сельского населения восстановилась, сначала из-за естественной убыли, а с 2000 г. усилились и миграции в города.

Последствиями депопуляции стали разрежение и деградация системы сельского расселения [3, 6]. В Нечерноземье 70 % всех сельских населенных пунктов (а в некоторых регионах – до 90 %) составляют деревни с населением менее 100 человек, из которых подавляющее большинство пенсионеры и нетрудоспособное население в трудоспособном возрасте. Доля «умирающих» деревень с населением менее 10 человек, в основном женщин пенсионного возраста, превышает половину всех населенных пунктов (рис. 1). Мелкоселенность и огромные расстояния существенно увеличивают затраты на обслуживание территории (дорожное строительство, транспортное обслуживание, инфраструктуру, образование, здравоохранение), тем самым подстегивая отъезд молодого и трудоспособного населения. Сельскохозяйственные предприятия в таких районах чаще в упадке или закрылись, фермеров мало, оставшееся население выживает с помощью личного подсобного хозяйства и городских родственников, но коров в деревнях осталось крайне мало.

На юге России, в некоторых поволжских республиках, где не было столь сильной и длительной депопуляции, система расселения и сельскохозяйственное производство сохранились лучше. Здесь много агрохолдингов, фермерских хозяйств, но сохранились и колхозы. Здесь актив-

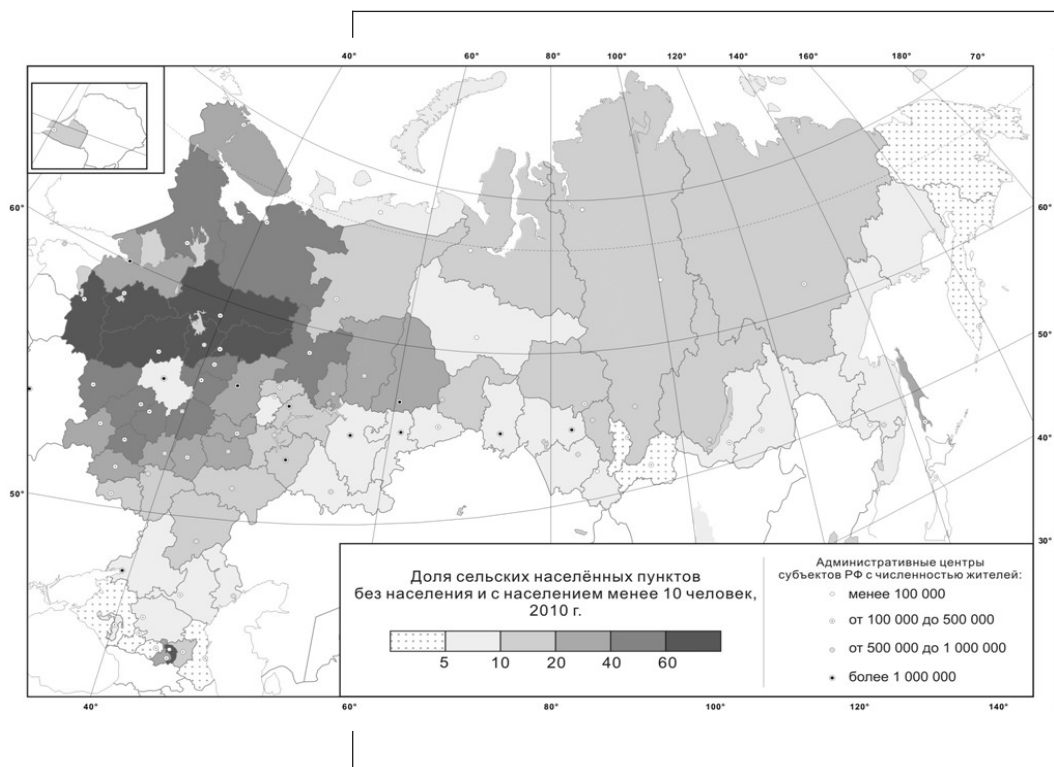


Рис. 1. Доля сельских населённых пунктов без населения и с населением менее 10 человек в регионах России по материалам переписи населения в 2010 г. [14].

нее мелкие товарные хозяйства населения. В результате территориального разделения труда затянутое далеко на север в советское время сельское хозяйство сдвинулось в районы с лучшими природными условиями, сохранившими человеческий капитал, заметно повысив свою производительность.

Географические различия в системе расселения, плотности сельского населения и организации сельского хозяйства проявляются не только между Севером и Югом. Помимо природных условий очень сильное влияние на организацию сельского пространства оказывают большие города, которые не только поглощали население, но и концентрировали вокруг себя наиболее активных сельских жителей [8, 10]. Различия в плотности сельского населения между пригородами нечерноземных регионов и их

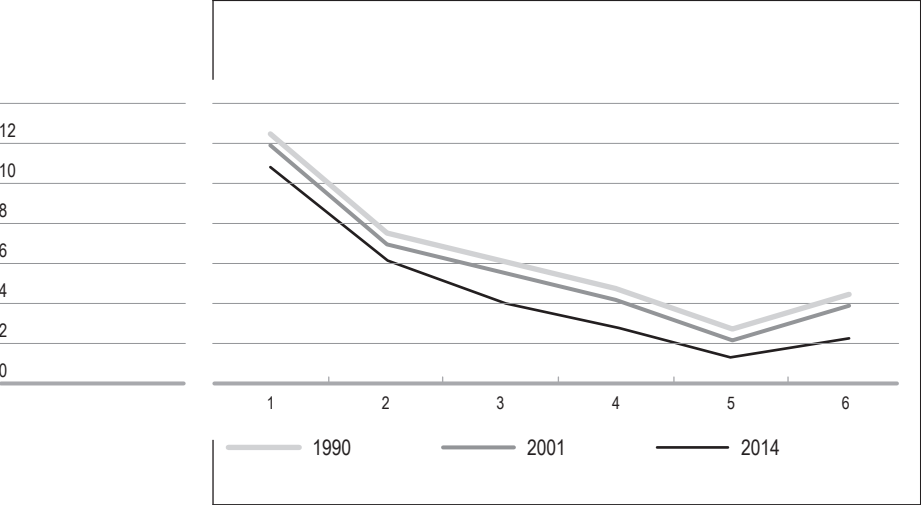


Рис. 2. Изменение плотности сельского населения внутри Тверской области по мере удаления от центра*, чел./кв. км.

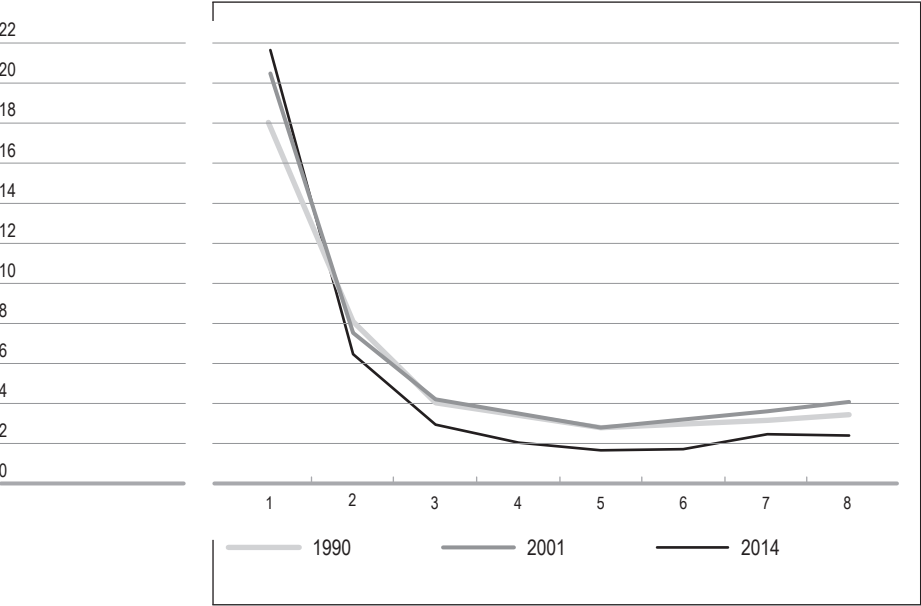


Рис. 3. Изменение плотности сельского населения внутри Костромской области по мере удаления от центра, чел./кв. км.

* На рисунках 2 и 3: 1 – районы, непосредственно примыкающие к региональному центру, 2 – районы-соседи центра второго порядка, 3 – соседи центра третьего порядка и т.д. до окраинных (6, 7, 8 порядков) районов.

периферийными районами достигают 6–10 раз и сформировались задолго до постсоветских перемен. И даже на юге они достигают 2–3 раз. В пригородных районах не только выше плотность сельского населения, в них крупнее села, моложе население.

В результате на европейской староосвоенной лесной территории сформировалась обширная внутренняя периферия между агломерационными зонами крупных городских центров, откуда бежит население не только деревень, но и малых городов, и в которых сельское хозяйство заменяется лесным хозяйством, сбором грибов и ягод и рекреацией горожан. Поляризация социально-экономического пространства страны усилилась, постоянное население и хозяйственная деятельность стягивались в наиболее благоприятные по совокупности условий ареалы, (ядра, полюса), имеющие потенциал развития, одновременно значительные территории вне этих ядер пустели, на них забрасывались сельскохозяйственные угодья, разрушались здания и инфраструктура.

Крупные и крупнейшие города и в настоящее время обладают и большей устойчивостью и большими возможностями для населения. Их привлекательность усиливается современными институтами, финансово-бюджетными отношениями, тенденциями к укрупнению социального обслуживания. В целом центроостремительные тенденции в России пока еще преобладают над центробежными, что позволяет утверждать, что урбанизация в России не завершена, нетто-миграционный баланс сельского населения остается отрицательным [12]. При этом психологические, транспортные, экологические сложности жизни в мегаполисах и в их агломерациях все чаще вызывают ностальгию горожан по сельской местности. При огромных просторах страны и продолжающейся сельской депопуляции это вылилось в такую специфическую по своей массовости форму, как второе сезонное жилье горожан или дачи, причем не только в пригородах, но и в более удаленных районах [12]. Есть и отдельные примеры реальной дезурбанизации, но она неустойчива, в т. ч. из-за необустроенности сельской жизни.

Вместе с отдыхающими в стационарных рекреационных учреждениях горожане, имеющие дома в деревнях, заметно увеличивают там сезонное население. В депопулировавших районах наибольшее значение имеет покупка горожанами сельских домов, что сохраняет не только их, но и целые деревни. Но здесь и немало садовых товариществ с небольшими участками, появившихся в 1950-х гг., но достигших наибольшей

массовости в 1970–80-х гг. Некоторые участки, выдаваемые ведомствами малых и средних городов, в наиболее живописных местах перекупались москвичами или петербуржцами. Так что и такого рода вторые дома горожан распространены, как в пригородах, так и на значительном удалении от крупных центров.

В нашей статье основное внимание уделяется именно удаленным от крупных центров местам отдыха горожан и влиянию сезонного городского населения на сельскую местность. Продолжающаяся урбанизация лишь способствует сезонной экспансии горожан в деревню: молодежь уезжает из деревни, старики умирают, дома продаются горожанам. При депопуляции сельской местности Нечерноземья, чем дальше от Москвы, тем больше пустых домов в деревнях и заброшенных участков в садовых товариществах, и тем ниже их цена. Исключение составляют лишь особо престижные места. Однако в целом, чем дальше от столицы, тем меньше доля организованных садоводческих поселений и тем больше доля домов, купленных или унаследованных горожанами в деревнях. Для сильно удаленных мест рекреации горожан (500–700 км) характерен особый круг москвичей, покупающих дома в деревнях, преимущественно старшего возраста, среднего достатка и в основном интеллектуальных профессий, позволяющих им проводить в деревне летние месяцы и даже оставаться на более длительное время.

Сезонное население оказывает существенное влияние на сельскую местность. Садовые и коттеджные поселки в среднем крупнее, чем сельские населенные пункты в Нечерноземье. Например, в Тверской области средний размер сельского населенного пункта составляет 36 человек, а садовых и коттеджных поселков вне населенных пунктов – около 100 человек, в Костромской области – соответственно 58 и 83 человека [7]. Даже без учета горожан, купивших дома в деревнях, население только садовых товариществ и коттеджных поселков может увеличить летнее население в сельской местности Тверской области на 44 %, в Костромской области – на 18 %. При этом статистика населения его никак не учитывает, хотя бесстатусные организованные поселки вне населенных пунктов могут заметно трансформировать систему расселения. Суммарное число горожан в деревнях по административным единицам подсчитать невозможно, необходимы исследования по отдельным сельским поселениям.

Рассмотрим два локальных примера влияния горожан на систему сельского расселения в периферийных нечерноземных районах. Осташ-

ковский район Тверской области представляет собой типичный пример рекреационного района, в котором помимо дач существует множество домов отдыха, пансионатов на берегах озера Селигер. Тем более важно выявление соотношения влияния разных видов рекреации горожан на сезонную численность населения. Мантуровский район Костромской области – типичная удаленная периферия, где горожане, покупающие дома в деревнях, стали единственной надеждой спасения многих из них.

Влияние рекреации горожан на сельское расселение в районе озера Селигер Тверской области

Примыкание Тверской области к Московской и прохождение через нее полимагистралей, соединяющей две российские столицы (современную и прежнюю), во многом определяет пространственную картину расселения и сельскохозяйственной деятельности. Районы, пересекаемые автотрассой и железной дорогой Москва–Петербург, на пятой части территории концентрируют 41 % сельского населения и производят 61 % мяса [14, с. 136–141]. Правда, в значительной степени это происходит за счет вклада предприятий пригородного Калининского района и Конаковского района, примыкающего к Московской области, которые лучше сохранили сельское население. Его плотность соответствует окраинным районам Московской области, более благоприятна возрастная структура населения, выше миграционный прирост. Московская и Тверская агломерации смыкаются как раз у полимагистралей в Конаковском районе [там же, с. 35–63].

Осташковский район можно отнести к полупериферийным*. Он расположен в 370 км от Москвы, 470 км от Санкт-Петербурга и в 190 км от

* Основными источниками его изучения послужили данные районной и сельских администраций о числе зарегистрированных и незарегистрированных жителей в сельских поселениях и отдельных населенных пунктах в 2014 г., возрасте и миграциях населения. Описание опиралось на информацию Энциклопедии российских деревень Осташковского района Тверской области [Край Селигерский, 2008] под ред. И.П. Минакова, а также интернет-источники о рекреационных учреждениях района, садовых товариществах, продаже домов и участков. Привлекались и результаты обследования поселений района в 2015 г., включая интервью с работниками администрации поселений, местными жителями и горожанами.

Твери. Плотность сельского населения составляла в 2014 г. 1,9 человек на кв. км, что почти в 5 раз меньше, чем в Калининском и Конаковском районах. Доля пашни – 5% территории при 15–16 % в пригородном и пригородных с Московской областью районах. Осташковский район с множеством озер – один из наиболее привлекательных для рекреации районов Нечерноземья. Всего в районе 12 гостиниц и 25 баз отдыха, общей емкостью 4 тыс. человек. Большая их часть расположена на западном берегу наиболее крупного озера Селигер. Район входит в состав природного парка «Селигер». Населенные пункты чаще расположены по берегам озер. Однако есть и типичные «лесные» деревни, что дает возможность оценки привлекательности для горожан ландшафтов разного типа.

Миграции сельского населения из деревень во второй половине XX оказали не меньшее влияние на его депопуляцию (население в разных сельских поселениях за 1959–1990 гг. сократилось на 30–70 %), чем катастрофы первой половины века, унесшие от 40 % до 70 % населения. Заметный толчок развитию района дало строительство крупных баз отдыха в 1960–70-х гг. Однако это сказалось лишь на росте отдельных поселков при них и лишь подстегнуло отток из остальных деревень. Ему способствовал и выбор отдельных сел в 1970-х гг. как перспективных населенных пунктов со строительством там двухквартирных деревянных домов, развитием социальной сферы. В такие центры и переезжали те, кто не уехал в города.

Активная раздача земель под садовые участки жителям г. Осташков, с современным населением 17 тыс. жителей, привела к формированию 50 поселков садовых товариществ только вне населенных пунктов с 2,5 тысячами домохозяйств. Часть участков забрасываются, в других, расположенных на берегах озер, участки перекупаются жителями других городов. Но этот вклад в рекреацию горожан в Осташковском районе не очень велик, например, по сравнению с пригородным Калининским районом, где 200 садовых товариществ вне населенных пунктов концентрируют более 20 тыс. домохозяйств [7].

Гораздо более существенное влияние на расселение оказывает покупка горожанами домов в деревнях. Длительный миграционный отток из большинства деревень привел к заметному «постарению» местного населения и его естественной убыли. Миграционные потоки в последние два десятилетия уменьшились. При этом молодое и среднее поколение продолжает уезжать из деревень, а значительную часть приезжих составляют

люди пенсионного и предпенсионного возраста, часто возвращающиеся в свои ставшие дачными дома. Концентрация населения в нескольких «перспективных» селах сохраняется. Остальные деревни постепенно превращаются в сезонно обитаемые или умирают.

Весь левый берег центрального озера Селигер и берега озера Сабро в конце XIX века были плотно заселены. На территории современного Ботовского поселения в 1889 г. почти в 700 домохозяйствах 3,7 тысячи человек занимались сельским хозяйством, рыболовством и промыслами [4], работали две школы, земская больница. Населенность сел и деревень превышала 100–200 человек (табл. 1). После сильных потерь населения во время Отечественной войны произошла «приливная» волна, связанная со строительством в 1960–1970-х гг. двух крупных рекреационных учреждений: в поселке Сокол, население которого к 1989 г. выросло до 300 человек, и в поселке Новые Ельцы (рост до 350 человек). Сейчас они концентрируют 2/3 всего населения. Из 16 больших сел 1889 г. осталось лишь два. Средние деревни с населением свыше 50 человек исчезли. Большинство составляют малые деревни с населением от 2–3 до 20 человек. Такой резкий сдвиг расселения по нисходящей линии говорит о деградации системы [5, 6]. После притока населения на обслуживание рекреационных учреждений его численность в деревнях, расположенных на удалении 17–35 км от г. Осташков, продолжает уменьшаться. В 2014 г. она составляла менее 700 человек, сократившись по сравнению с концом XIX века более чем в 5 раз. При этом организованные отдыхающие в пансионатах, базах отдыха и т. п. увеличивают ее в летний сезон более чем на 1,5 тыс. человек. Кроме того, два садовых товарищества могут увеличить летнее население на 300–400 человек.

Чтобы понять роль горожан, купивших дома в деревнях, можно сравнить сокращение численности населения и количества используемых домов в деревнях, которые сохранились гораздо лучше, чем постоянное население. В малых деревнях сохранилось от 20 до 50 % обитаемых домов от их числа в 1889 г. в то время как осталось от 2 до 10 % населения. Во многом этому способствует их активное использование горожанами, как наследниками сельских жителей, так и москвичами и петербуржцами. В среднем горожане могут увеличить число летних обитателей в 1,5–7 раз. В Ботовском поселении более 100 человек, не зарегистрированных в данном месте, проживали в 2014 г. более года,

Таблица 1. РОЛЬ РЕКРЕАЦИИ ГОРОЖАН В СЕЛЬСКОМ РАССЕЛЕНИИ ТРЕХ ПОСЕЛЕНИЙ ОСТАШКОВСКОГО РАЙОНА

Сельские поселения и размеры сельских населенных пунктов в 2014 г.	Постоянное население, человек		Число населенных пунктов		Суммарное летнее население, включая все виды рекреации, человек	Превышение числа горожан-дачников в деревнях над сельским населением
	1889	2014	1889	2014	2014	2014, раз
Ботовское СП	3702	664	23	24	3834	1,4
более 100 человек	3359	427	16	2	1472	0,1
50–100 человек	221	0	3	0	0	
10–50 человек	115	193	2	9	1161	3,4
менее10 человек	7	44	2	13	1201	7,0
Сорожское СП	7639	663	23	23	3809	1,2
более 100 человек	7448	343	20	2	396	0,2
50–100 человек	186	0	2	0		
10–50 человек	0	245	0	9	1793	1,8
менее10 человек	5	75	1	12	1620	5,8
Святосельское СП	2944	509	14	13	930	0,8
более 100 человек	2800	403	10	1	514	0,3
50–100 человек	137	0	2	0	0	
10–50 человек	0	61	1	4	150	1,5
менее10 человек	7	45	1	8	266	4,4

Рассчитано автором по данным Энциклопедии российских деревень и администрации Осташковского района.

это косвенно указывает на то, что часть горожан оставалось зимовать в сельских домах. При этом горожане используют не только усовершенствованные деревенские дома, но и строят новые у воды, включая каменные виллы, чаще на окраинах сельских населенных пунктов. В целом,

несмотря на огромные потери местного населения за 125 лет, за счет всех видов рекреации население здесь в летний сезон восстанавливается практически до уровня конца XIX века.

Похожая ситуация наблюдается и в Сорожском поселении, села и деревни которого растянулись вдоль правого берега основного озера Селигер. Здесь более плодородные земли и были крупнее села (от 200–300 до 700–900 человек). К 2014 г. постоянных жителей осталось всего 9 % от уровня конца XIX века, а в некоторых деревнях – 1–3 % (таблица 1). Как и в предыдущем поселении, домохозяйства (обитаемые дома, в т. ч. и сезонно) сохранились лучше (в разных деревнях от 10 до 50 % от числа домов 1889 г.). В районе Сороги и Покровского сохранилось сельское хозяйство (СПК «Покровское»). Эти два села концентрируют 51 % всего местного населения. В них меньше горожан, чаще это наследники домов.

В Сорожском поселении гораздо меньше учреждений организованной рекреации. Главным аттрактором является монастырь Нило-Столбенская пустынь у деревни Светлица, основанный в конце XVI века и восстановленный в XIX–XX веках. Его посещали тысячи паломников, прием которых приносил основной доход жителям. Сейчас монастырь активно посещается туристами, а жители этих деревень традиционно продолжают сдавать дома в аренду на сроки от нескольких дней до нескольких недель.

Столь престижное место привлекает весьма состоятельных горожан. Прямо у воды в деревне возникла новая улица шикарных вилл с собственными причалами, закрывающими доступ к озеру. По краям деревня также окружена богатыми домами, построена новая гостиница. По оценкам собственники домов дополнительно к арендаторам могут в сезон увеличить население почти вдвое (без учета аренды домов),

Несмотря на престижность места у монастыря, гораздо большим спросом горожан пользуются более удаленные от него деревни на берегу озера, например, деревня Кравотынь, сохранившая каменные дома конца XIX века, отнесенные к объектам культурного наследия. В ней осталось лишь 2 % былого населения (10 человек) да еще 7 новых городских владельцев живут здесь больше года. Тем не менее, в деревне около 50 домовладений: старых деревянных и каменных, а также новых. Многие дома сдаются в аренду москвичам и петербуржцам на отпускное время. Население увеличивается в летний сезон только за счет новых собственников в несколько раз, не считая арендаторов домов на летнее время, определить число которых не представляется возможным. Прежде преобладали пе-

тербуржцы, добирающиеся сюда 8 часов, теперь – все больше москвичи, дорога которых занимает около 5 часов.

Помимо горожан в деревнях, в лесу недавно появился коттеджный поселок за высоким забором с богатыми виллами и собственным пирсом. Рядом с деревней Дубок несколько сотен домиков на 6 сотках концентрируются в садовых товариществах. В отличие от более близких к Москве районов, москвичи редко перекупают в них дома, тяготея больше к деревням. Незарегистрированного населения, живущего здесь больше года – 130 человек. В отличие от предыдущего поселения, летнее население лишь наполовину способно восполнить потери населения в XX.

Святосельское поселение – типичное лесное. Оно удаленно от Осташкова на северо-восток (17–26 км от районного центра), однако лежит на старинном тракте от Москвы через Волоколамск, Ржев, Осташков на Вышний Волочок. Деревни здесь были не очень большие, но дома строили каменные, многие из которых сохранились до сих пор, в т. ч. и благодаря тому, что линия фронта во время Отечественной войны сюда не дошла. В селе Святое живет почти 80 % населения. По данным статистики оно почти не уменьшилось, но это произошло благодаря слиянию сел. Горожан в этой лесной глубинке гораздо меньше, чаще это наследники деревенских домов. Но и здесь зимой живет 41 человек из городов. Тем не менее, в малых деревнях горожане значительно увеличивают летнее население (таблица 1). Несмотря на катастрофическую убыль населения (в большинстве деревень осталось от 1 до 9 местных жителей) 10–30 % домохозяйств сохранилось. В основном это собственники домов, аренда представлена мало.

Анализ трех разных типов сельских поселений показывает, что численность неорганизованных горожан, наследников домов или купивших дома в деревнях, в сезон может достигать величины, сопоставимой с численностью местного населения и даже превышающей ее. Наибольшая доля горожан в деревнях в Сорожском поселении, где меньше курортных учреждений. В Ботовском поселении их также много, но доля их ниже из-за нескольких крупных учреждений организованного отдыха и множества мелких, а в Святосельском их доля меньше из-за менее привлекательных ландшафтов.

Горожане в сельской местности Костромской области

В Костромской области осталась треть от численности сельского населения 1959 г. И даже за последние 25 лет потери сельского населения составили 30 %. И прежде население максимально концентрировалось вдоль Волги и вблизи Костромы на юго-западе Костромской губернии. В 1897 г. плотность сельского населения в Костромском уезде составляла 33 человека на кв. км, в соседнем Нерехтском к югу от Костромы – 42, в Буйском и Галичском к северо-востоку – 25, в остальных уездах колебалась от 13 до 15 чел./кв. км. Сейчас плотность сельского населения в пригородном районе – 22 человека на кв. км, в соседних районах – уже 6–10, а на периферии области 1–3 человека.

Для современной Костромской области характерны преимущественно небольшие деревни, быстро теряющие население. Во многих малых деревнях преобладают люди старшего поколения, чаще одинокие женщины, молодежь после окончания школы уезжает из деревни. Миграционный отток в Костромской области самый высокий в Центральном федеральном округе.

Мантуровский район – типичная периферия, равноудаленная от больших городов (250–300 км от Костромы, Кирова, Нижнего Новгорода, 550 км от Москвы). В районе освоена лишь узкая полоса земли вдоль высокого и лучше дренированного левого берега реки Унжи, притока Волги, где издавна шел Вятский тракт, вдоль которого тянулись деревни.

Плотность сельского населения в районе 1,6 человек на кв. км. Лесная площадь занимает 70 % территории, и основную, хотя и небольшую, прибыль району дают все-таки лесозаготовки и лесопереработка. Рекреационных учреждений здесь нет. Садовых товариществ, выдаваемых в советское время работникам фанерного комбината и завода «Биохим», за пределами г. Мантурово (16 тыс. жителей) – около 20, но они в основном небольшие (20–30 участков). Гораздо больше жителей Мантурово имеют наследные дома в деревнях, которые они поддерживают и в выходные дни приезжают в деревню возделывать огороды, собирать грибы и ягоды, ходить на рыбалку. Кроме того, река Унжа с ее обрывистыми берегами, перемежающимися широкими песчаными пляжами, тайга, уходящая за горизонт, тишина и покой небольших северных деревушек привлекают в район жителей крупных городов: больше всего москвичей, но есть и петербуржцы, жители Нижнего Новгорода.

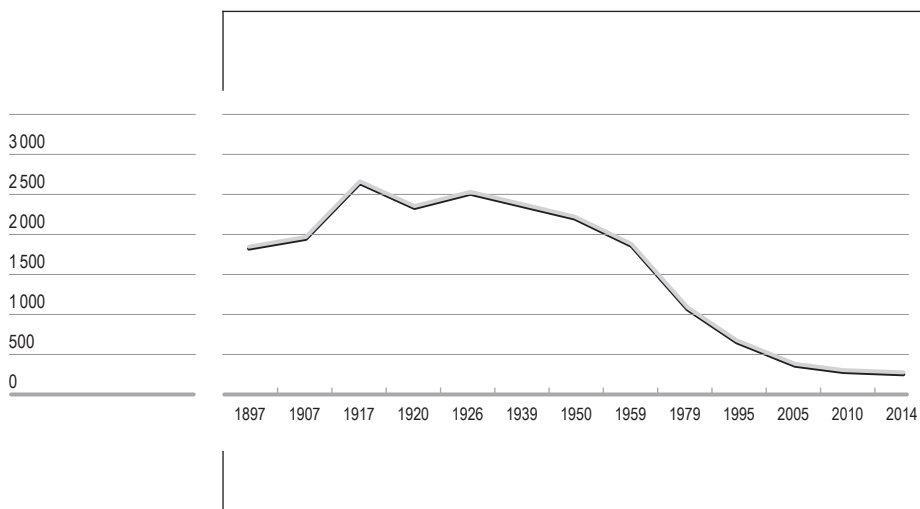


Рис. 4. Население на территории современного Угорского сельского поселения Мантуровского района Костромской области, с 1897 по 2014 гг., человек.

Местное население при этом за XX век сократилось катастрофически (рис. 4). Это особенно хорошо видно при локальных исследованиях, например в рамках Угорского проекта Сообщества профессиональных социологов [9, 13].

Большая часть лугов и полей никем не востребованы и зарастают лесом. Ориентация сельского населения на города ярко выражена. На вопрос «Хотели бы Вы, чтобы Ваши дети жили в городе» отрицательно ответили лишь 15 % опрошенных. Причем для них самих, особенно для пенсионеров, городская жизнь не кажется привлекательной, около 80 % не хотели бы переехать в город, но для своих детей они желают иной жизни.

Импульсы сохранения таких периферийных деревень исходят из мегаполисов и во многом связаны с все расширяющейся покупкой домов горожанами. От 30 до 90 % собственников земельных участков в деревнях уже составляют не местные жители, а горожане, в т. ч. москвичи – 85 % (табл. 2).

Опросы местного населения показали, что отношение к горожанам, купившим дома в их поселении, в основном положительное (61 %). Ник-

Табл. 2. РОЛЬ ГОРОЖАН В СЕЛЬСКОМ РАССЕЛЕНИИ НА ПЕРИФЕРИИ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

	Число деревень	Численность зарегистрированного населения, 2013, человек суммарно	Доля горожан в числе собственников и арендаторов земельных участков, %	Доля горожан в суммарном населении в июле-августе, %	Местное население 2013 г. в % к 1926 г.
Угорское СП	10	306	48	45	11
Более 100	1	190	32	29	29
50–100	2	81	42	40	10
10–50	1	18	53	58	9
Менее 10	3	17	86	79	3
Без населения	3	0	100	100	0

Данные администрации сельского поселения.

то не проявил открытой агрессии, всего двое отметили, что им не нравится сбор конкурентами грибов и ягод. А многим просто все равно [9]. Главным достоинством приехавших горожан обычно считают то, что те поддерживают и улучшают дома, тем самым сохраняя деревни, иначе бы их просто разорили (мнение трети опрошенного местного населения) и то, что горожане хотя бы раз в год косят траву вокруг дома. Иначе она вырастает до 1–1,5 метров и, высыхая, становится очень пожароопасной. Каждый четвертый ценит общение с приезжими: «Приятные люди, стало веселее». Лишь 3 % отметили их как работодателей и покупателей местной продукции.

Горожане, приезжающие в столь удаленные деревни на срок от одной недели до нескольких месяцев, чувствуя себя своеобразной диаспорой, стараются поддерживать друг друга даже в разных деревнях, формируя новую социальную среду. Они ведут иной образ жизни, и им трудно вписаться в местное сообщество, хотя есть примеры дружеских отношений. Но чаще отдельные местные жители подрабатывают у горожан при ремонте домов, хотя найти работников непросто. При высокой безработи-

це желающих плотничать, столярничать, косить очень мало. В летний сезон они нарасхват, им оставляют заказы и на зиму. Именно горожане способствуют тому, что последние работающие мужики еще живут в деревне, а не уходят на заработки в города.

В ходе постепенного съезживания местной жизни и расширения второй дачной социальные пространственные структуры на локальном уровне подвергаются сильным изменениям, что хорошо видно на примере Угорского поселения [10, с. 215-222]. До 1970 г. здесь работали два колхоза в самых крупных деревнях. То есть было два центра, учитывая превалирование производственного начала в организации социальной жизни в середине XX века. Даже соседние деревни, если они входили в разные хозяйства, общались мало. После объединения колхозов в 1970–1980-х гг. вся социальная инфраструктура стала стягиваться в центр поселения, началось выпадение из социальных связей малых деревень. Сегодня производственная сеть почти исчезла. В результате объединения поселения с соседним, в последнее перешла и администрация, центр нового поселения оказался удаленным от большинства деревень бывшего Угорского поселения на 15–20 км без регулярной транспортной связи. Зато появились новые неформальные центры социальной жизни, порой не менее активные и не зависящие от размера деревни: достаточно большой доли горожан и наличия лидера. Иерархические структуры здесь явно переходят в сетевые [17]. На этапе постиндустриальной трансформации деревни размер населенного пункта в сохранении деревни перестает играть решающую роль

Заключение

Роль регулярных миграций горожан на отдых в сельскую местность и, особенно, приобретение ими второго дома для рекреации пока еще не осознана федеральными и региональными властями в должной мере. Недаром в Схеме территориального планирования Осташковского района в качестве основной специализации указаны туризм и сельское хозяйство. При этом в районе остались единичные работающие сельскохозяйственные предприятия, а значительная часть пашни на бедных дерново-подзолистых каменистых почвах заброшена, сельскохозяйственные земли постепенно переводятся под другое использование, в т.ч. под застройку. То же происходит и в Мантуровском районе, хотя здесь еще оста-

лось 2–3 функционирующих сельскохозяйственных предприятия в составе костромских агрохолдингов. Тем не менее, посевные площади сократились почти в 10 раз, и оставшееся население не хочет работать в сельском хозяйстве, зарабатывая в лесном комплексе, бюджетных учреждениях, подрабатывая сбором грибов и ягод или на отходе в Ярославле, Москве и Московской области. Все эти процессы рассматриваются как негативные, и на это есть все основания. Если на периферии Костромской области заброшенные земли никем не востребованы, то вокруг озера Селигер захваты сельскохозяйственных земель у побережья, как строителями коттеджных поселков, так и индивидуальными риэлторами, нарезающими участки для горожан, стали постоянным явлением. Благодаря спросу на землю возросла и ее кадастровая стоимость.

Негативный оттенок обычно носит и сама оценка наплыва горожан в летний сезон как из-за обилия мусора, на уборку которого у муниципалитетов, получающих мизерное финансирование в расчете только на местных жителей, нет денег, так и из-за увеличения нагрузки на природные ландшафты. Особенно это касается Селигера. Район, признанный в 2002 г. курортом местного значения, имеет ограничения по нагрузке на береговую линию и водоемы. Суммарная эколого-рекреационная емкость с учетом устойчивости ландшафтов фактически достигнута [15]. При этом горожане, купившие дома в деревнях, даже не принимаются в расчет. А ведь через район проходит еще и масса неорганизованных палаточных туристов, негативно влияющих на прибрежную полосу. Но именно этот туризм планировщики предлагали развивать, хотя, как показывает опыт, такого рода туристы в отличие от отдыхающих в стационарных учреждениях и владельцев домов, не приносят району доходов, ведь, приезжая обычно на машинах, они все привозят с собой. Тем не менее предлагалось развивать модный ныне экологический туризм, спортивно-экстремальный, событийный, деловой, культурно-познавательный, паломнический и другие виды туризма, включая агротуризм с приобщением к деревенскому укладу жизни, хотя последний в России не получил распространения. Его отчасти и заменяют дачи, которые как фактор развития территории, местные и федеральные чиновники упорно не хотят принимать во внимание. А ведь горожане не только обживают и ремонтируют избы в умирающих деревнях и строят там новые дома, они сохраняют саму систему расселения, а, следовательно, и характер освоенности территории, ее жизнеспособность.

У представителей районных администраций в отличие от региональных и федеральных властей роль горожан в деревне все-таки получает признание: «приезжают образованные, самодостаточные люди, имеющие средства, покупают продукты и товары, дают работу местным жителям». За счет оформления сделок с землей сельские администрации, в которых много домов, купленных горожанами, финансово оправдывают свое существование. Но даже и в таких удаленных районах, как Мантуровский, где нет учреждений отдыха, а есть только купившие или унаследовавшие дома горожане, мизерные налоги от имущества, активное участие в жизни поселения, покупка продуктов, потребность в работниках – все это оживляет и сохраняет деревни.

Тем не менее, возможности и готовность горожан участвовать в местной жизни тоже имеют ограничения, как субъективные, так и объективные, связанные с относительной кратковременностью пребывания, возрастом, достатком, интересами и т.п. Полное зимнее обезлюдение некоторых деревень также служит ограничивающим фактором привлекательности, хотя бы из соображений безопасности. Все это не делает превращение многих деревень в дачные панатеи спасения сельской местности. В то же время не учитывать этот вид регулярных миграций горожан, как фактор сохранения населенных пунктов и развития территории, невозможно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданова Л.П., Ткаченко А.А., Щукина А.С. Демографическое развитие Тверского региона. Тверь: Тверской гос. университет, 2001.
2. Демографический ежегодник, М.: Госкомстат России, ФСГС РФ, 1995; Численность населения российской федерации по муниципальным образованиям а 1 января 2014 года. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2014.
3. Ковалев С.А. Избранные труды. Смоленск, 2003
4. Край Селигерский. Вчера. Сегодня. Завтра. Осташковский район Тверской области. Энциклопедия российских деревень / И.П. Минаков. Изд. 2-е. Ржев, 2008.
5. Лухманов Д.Н. Современные тенденции динамики сельского населения и расселения в пределах биполярной территориальной системы Москва–Санкт-Петербург // Биполярная территориальная

- система Москва – Санкт-Петербург. Методологические подходы к изучению. М.: Российский открытый университет, 1994.
6. Лухманов Д.Н. Эволюция сельского расселения // Город и деревня в Европейской России: 100 лет перемен / под ред. Т. Нефедовой, П. Поляна, А. Трейвиша. М.: О.Г.И., 2001.
 7. Махрова А.Г., Медведев А.А., Нефедова Т.Г. Роль бесстатусных поселков вторых домов горожан в системе расселения // Вестник Московского гос. университета им. М.В. Ломоносова. Серия геогр. № 2. 2016 (в печати).
 8. Нефедова Т.Г. Основные тенденции изменения сельского пространства России // Известия РАН, сер. геогр. № 3. 2012. С. 7–23.
 9. Нефедова Т.Г. Костромская периферия в фокусе проблем периферийных районов России // Инновационные и социально-экологические перспективы сельских сообществ / под ред. Н.Е. Покровского. М.: Сообщество профессиональных социологов, 2010. www.ugoru.ru Угорский проект, публикации.
 10. Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России. Ответы географа. М.: URSS, 2013.
 11. Нефедова Т.Г. Миграционная аттрактивность городов как индикатор трансформации постсоветского городского пространства России // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 2. С. 106–136.
 12. Нефедова Т.Г., Савчук И.Г. Второе загородное жилье горожан в России и Украине: Эволюция дач и тренды их постсоветских изменений // Известия РАН, сер. Географическая. 2014. № 4. С. 39–48.
 13. Потенциал Ближнего Севера: экономика, экология, сельские поселения. К 15-летию Угорского проекта: монография / сост. и под ред. Н.Е. Покровского и Т.Г. Нефедовой. М.: Логос, 2014. 200 с.
 14. Путешествие из Петербурга в Москву. 222 года спустя. Книга 1. Два столетия российской истории между Москвой и Санкт-Петербургом / ред. Т.Г. Нефедовой, А.И. Трейвиша. М.: URSS-ЛЕНАНДб, 2015.
 15. Схема территориального планирования Осташковского района Тверской области. С.-Петербург; Тверь: НПИ пространственного планирования «ЭНКО», 2008.
 16. Трейвиш А.И. «Дачеведение» как наука о втором доме на Западе и в России // Известия РАН. Серия геогр. 2014. № 4. С. 22–32.
 17. Latour B. Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory. Oxford: Oxford University Press, 2005.

ОБ АВТОРЕ

Нефедова Татьяна Григорьевна, Доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Телефон: 8 916 322 6914. E-mail: trene12@yandex.ru.

Nefedova Tatyana Grigor'evna, Doctor of Geographical Sciences, guiding researcher of the Institute of Geography Russian Academy of Sciences.

Telephone: 8916322 6914. E-mail: trene12@yandex.ru.

УДК 911.37

Топилин А. В. [Topilin A.V.]

МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И РЫНОК ТРУДА В РОССИИ

Migration and the labour market in Russia

В статье рассматриваются особенности влияния различных видов миграции на изменение спроса и предложения рабочей силы на рынке труда. Анализируются рассчитанные по регионам коэффициенты нагрузки на рынок труда по категориям мигрантов и безработным. Осуществлена группировка регионов, имеющих максимальные и минимальные показатели нагрузки на рынок труда постоянными и временными трудовыми мигрантами, являющиеся иностранными и российскими гражданами. Приведено ранжирование субъектов Российской Федерации по показателю суммарной нагрузки миграции на рынок труда (29 регионов с положительным значением показателя и 54 региона с его отрицательным значением). Выявлены регионы с разнонаправленными потоками внешней и внутренней трудовой миграции. Предложены меры миграционной политики, направленные на оптимизацию различных потоков миграции, более полное использование внутренних ресурсов труда, а также совершенствованию схемы баланса трудовых ресурсов с учётом реалий рыночной экономики.

Ключевые слова: миграция, рынок труда, безработица, иностранная рабочая сила, внутренние трудовые мигранты, баланс трудовых ресурсов.

The article features the influence of different types of migration to changes in demand and supply of labor in the labor market. Analyzed by region calculated load factors in the labor market categories of migrants and the unemployed. Implemented grouping regions with the maximum and minimum load performance on the labor market permanent and temporary migrant workers who are foreign and Russian citizens. Powered ranking of subjects of the Russian Federation in terms of the total burden of migration on the labor market (29 regions with a positive index and 54 in the region with its negative value). Identified areas with multi-directional flow of external and internal labor migration. The measures of migration policy aimed at optimizing the different migration flows, better utilization of internal resources of labor and the improvement of the scheme balance of labor resources that reflect the realities of the market economy.

Key words: migration, labor market, unemployment, foreign labor, domestic labor migrants, the balance of labor resources.

Миграция и рынок труда тесно взаимосвязаны между собой. С одной стороны, миграция изменяет не только численность населения районов выхода и вселения, но и демографическую, профессиональную, социальную, этнокультурную структуру населения, что, в конечном счёте, сказывается на особенностях формирования региональных рынков труда. С другой стороны, состояние рынка труда региона, соотношение спроса и предложения рабочей силы может способствовать привлечению или вытеснению рабочей силы, т. е. стимулировать приток или отток мигрантов.

Проблемы взаимодействия миграции и рынка труда достаточно широко рассмотрены в работах отечественных учёных О. Д. Воробьёвой, Ж.

А. Зайончковской, Е. С. Красинца, Л. П. Максаковой, С. В. Рязанцева и др. [1]. Основное внимание в исследованиях последних лет уделяется оценке влияния на рынок труда внешней трудовой миграции, получившей значительное развитие в России. Однако недостаточно изученными остаются проблемы воздействия на формирование региональных рынков труда других видов миграции, прежде всего внутренней трудовой миграции, переселений со сменой места жительства, маятниковой миграции и т. п. По данным Росстата, во внутренней трудовой миграции в 2013 г. участвовало 2,4 млн человек. Численность мигрантов, прибывших на постоянное место жительства в РФ, составила 4,2 млн человек [2]. Маятниковой миграцией, являющейся спутником мегаполисов и крупных городов, охвачено несколько миллионов человек. По имеющимся данным, только в Москве ежедневные трудовые потоки достигают более 1 млн человек [3].

В статье предпринята попытка оценить влияние на региональные рынки труда различных категорий мигрантов, которые наряду с безработными оказывают значительное давление на рынок труда, усиливая конкуренцию за рабочие места.

Современная ситуация на рынке труда России характеризуется следующими показателями (таб. 1).

В 2014 году темпы роста экономики снизились – прирост ВВП составил всего 0,6 %, что привело к сокращению спроса на рабочую силу. Поток иностранных трудовых мигрантов стал сокращаться, причём как квалифицированных, так и неквалифицированных кадров. По данным ФМС России, за семь месяцев 2015 г. в России легально работало как с разрешениями на работу, так и по патентам 1 440, 2 тыс. человек, или на 1,1 млн человек меньше, чем за соответствующий период 2014 г. [4].

Для анализа использовались три категории мигрантов – мигранты, прибывающие на постоянное место жительства, внешние трудовые мигранты и внутренние трудовые мигранты. Именно эти три категории составляют большинство учтённых мигрантов (без нелегальных мигрантов). Кроме того, по этим трём категориям мигрантов имеются статистические данные в разрезе субъектов РФ, необходимые для анализа региональных особенностей влияния миграции на рынок труда.

Использовались следующие расчётные показатели:

- коэффициент нагрузки на рынок труда безработными (КНБРТ) – отношение численности безработных граждан, зарегистрированных службой занятости, к числу ва-

Табл. 1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЫНКА ТРУДА РОССИИ

Год	Численность населения (млн чел.)	Сальдо внешней миграции (тыс. чел.)	Занятые в экономике (млн чел.)	Численность официально зарегистрированных безработных (тыс. чел.)	Число заявленных вакансий (тыс.)	Численность иностранных трудовых мигрантов (тыс. чел.)
2005	143,2	282,1	68,3	1830	817,0	702,5
2006	142,9	132,3	68,3	1766	936,0	1014,0
2007	142,7	239,9	70,8	1560	1126,0	1717,1
2008	142,7	242,1	71,0	1400	900,0	2425,9
2009	142,8	247,4	69,4	2084	661,9	2223,6
2010	142,9	271,5	69,9	1875	650,9	1640,8
2011	143,0	320,1	70,9	1430	619,5	1027,9
2012	143,3	295,0	71,5	1140	835,6	1148,7
2013	143,7	295,8	71,4	918	915,0	1274,0*
2014	146,3	300,0	71,5	973,9	1385,6	1303,6*

Источник: Россия в цифрах 2014 г. <http://www.gks.ru>.

* выдано разрешений на работу.

кансий, заявленных предприятиями и организациями в службу занятости (далее вакансий);

- коэффициент миграционной нагрузки на рынок труда (КМНРТ) – отношение миграционного сальдо населения в трудоспособном возрасте к числу вакансий;
- коэффициент нагрузки на рынок труда иностранной рабочей силы (КНИРС) – рассчитывается как отношение численности иностранных работников, имеющих разрешение на работу, к числу вакансий;
- коэффициент нагрузки на рынок труда внутренними (межрегиональными) трудовыми мигрантами (КНВТМ) – рассчитывается как отношение численности

- внутренних трудовых мигрантов, выезжающих для работы в другую местность, к числу вакансий;
- коэффициент суммарной миграционной нагрузки на рынок труда (КСМНРТ) определяется путём сложения коэффициентов нагрузки каждой категорией мигрантов: $КСМНРТ = КМНРТ + КНИРС + КНВТМ$.

Для оценки полной или общей нагрузки на рынок труда как безработными так и мигрантами рассчитывается общий коэффициент нагрузки:

$$КОНРТ = КНБРТ + КМНРТ + КНИРС + КНВТМ,$$

или

$$КОНРТ = КНБРТ + КСМНРТ.$$

Рассмотрим влияние на рынок труда отдельных категорий мигрантов. По характеру влияния постоянной миграции на рынок труда регионы делятся на две группы – регионы реципиенты, имеющие положительное сальдо миграции, и регионы доноры, в которых сальдо миграции отрицательное. По данным за 2012 год в первую группу регионов – реципиентов вошли 36 субъектов РФ, во вторую группу регионов – доноров – 47 субъектов. В группе регионов – реципиентов миграция населения в трудоспособном возрасте увеличивает нагрузку на рынок труда, а в группе регионов – доноров – снижает.

Среди десяти регионов – реципиентов, имеющих максимальные значения миграционной нагрузки на рынок труда (КМНРТ – от 0,47 до 1,73), высокоразвитые субъекты РФ – обе столицы и столичные области, а также Новосибирская, Белгородская, Калининградская области и Краснодарский край. Эти регионы при низком уровне безработицы и минимальной нагрузке на рынок труда (КНБРТ составляет 0,4–1,3) испытывают дополнительную потребность в рабочей силе, что стимулирует миграцию трудовых ресурсов. Кроме того они привлекательны для мигрантов и по показателям уровня жизни, возможностям получить работу и образование. Поэтому приток мигрантов в Московскую и Ленинградскую области, Москву и Санкт-Петербург существенно – в 2–3 раза увеличивает нагрузку на рынок труда. Поглощение наплыва мигрантов рынком труда обусловлено не только потребностью экономики этих регионов в специ-

алистах и квалифицированных рабочих кадрах, но и сохранением работ в сфере торговли, в жилищно-коммунальном хозяйстве, в строительстве, требующих неквалифицированного труда мигрантов.

Среди регионов-реципиентов выделяется Республика Ингушетия, в которую несмотря на высокую безработицу идёт приток мигрантов, усиливая и без того чрезмерное давление на рынок труда. Такая ситуация обусловлена острой нехваткой на рабочих мест в реальном секторе экономики.

Иная ситуация складывается в группе из десяти регионов-доноров. Среди них выделяются республики Северного Кавказа. Несмотря на то, что отток трудоспособного населения из них существенно снижает нагрузку на рынок труда (КМНРТ от $-1,51$ в Курганской области до $-44,77$ в Республике Дагестан), она продолжает оставаться высокой. Подобная ситуация связана не только с нехваткой новых рабочих мест, но и с сохранением более высоких показателей воспроизводства населения. В десятку регионов-доноров, где миграция также заметно снижает давление на рынок труда, входят, помимо республик Северного Кавказа, Республика Тыва, Республика Калмыкия, Забайкальский край, Курганская и Архангельская области, которые относятся к недостаточно развитым или депрессивным территориям.

В отличие от постоянной миграции влияние внешней трудовой миграции на рынок труда только увеличивает нагрузку на региональные рынки труда. Вопрос заключается только в том, чтобы оценить, вызвана ли внешняя трудовая миграция потребностью экономики региона в дополнительной рабочей силе, либо такой потребности нет и она усиливает давление на местный рынок труда, пополняя ряды безработных, или увеличивая нелегальную занятость. Если показатель нагрузки на рынок труда безработными КНБРТ ниже единицы, то местных ресурсов труда обычно не хватает, если больше – то, как правило, ощущается недостаток трудовых ресурсов.

Среди десятки регионов, имеющих наибольшие значения показателя КНИРС – от $1,52$ до $2,96$ – Москва и Московская область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, Тюменская область с Ханты-Мансийским и Ямало-Ненецким национальными округами, т. е. высокоразвитые столичные регионы и нефтегазодобывающие центры. Максимальным значениям КНИРС в этих регионах, как правило, соответствуют минимальные значения показателя нагрузки на рынок труда безработными (КНБРТ $0,3-0,5$ по сравнению с $0,9$ в среднем по РФ). Исключение составляют лишь Ненецкий

национальный округ и Красноярский край, где показатель нагрузки на рынок труда безработными выше, чем в среднем по России. Таким образом, наибольшее привлечение иностранной рабочей силы осуществляется в регионах, имеющих ограниченные собственные трудовые ресурсы и испытывающих дополнительную потребность в привлечении кадров извне.

В десятке регионов с минимальными значениями показателя КНИРС (от 0,02 до 0,13) статистически значимой обратной связи с показателем нагрузки рынка труда безработными как в предыдущей десятке регионов не прослеживается.

В этой группе представлены национальные республики Северного Кавказа, в которых уровень безработицы достигает очень высоких величин (Чеченская Республика, Республика Ингушетия). В таких условиях даже привлечение незначительных контингентов иностранной рабочей силы серьезно осложняет ситуацию на региональных рынках труда. Сюда же входят республики Поволжья – Марий Эл, Чувашская, некоторые недостаточно развитые области – Курганская, Ульяновская.

Значительное влияние на региональные рынки труда оказывает внутренняя трудовая миграция, т. е. выезд российских граждан на заработки в другую местность.

Для оценки роли внутренней трудовой миграции использованы данные Росстата о численности занятого населения, выезжающего на работу в другие субъекты РФ и численности занятого населения, въезжающего на работу в субъект РФ. На их основе были рассчитаны показатели сальдо межрегиональной трудовой миграции для каждого региона за 2012 год. Большинство субъектов РФ – 65 из 83 имеют отрицательные сальдо внутренней трудовой миграции и только в 18 регионах число въехавших трудовых мигрантов превышает число выехавших из них (положительное сальдо).

Внутренняя трудовая миграция вносит существенный вклад в пополнение трудовых ресурсов регионов, имеющих максимальный приток российских трудовых мигрантов: обеих столиц и промышленно развитых регионов и центров нефтегазодобывающих отраслей. Эти же регионы наиболее активно привлекают и иностранную рабочую силу, т. е. векторы внешней и внутренней трудовой миграции совпадают. При этом показатели нагрузки на рынок труда внутренними трудовыми мигрантами в указанных регионах выше, чем показатели нагрузки иностранными работниками: в Москве – в 5,4 раза, ХМАО – в 2,3 раза, в ЯНАО – в 2,1 раза, в Тюмен-

ской области – в 1,6 раза. Таким образом, внутренние трудовые мигранты в крупных городах и промышленных центрах используются более активно и можно предположить по более широкому кругу видов экономической деятельности и занятий по сравнению с иностранными работниками.

В группу субъектов федерации, имеющих максимальные масштабы выехавших трудовых мигрантов на заработки в другую местность, вошли как регионы, имеющие высокую безработицу и нагрузку на рынок труда (Республики Дагестан и Калмыкия КНВТМ –75,75 и –14,70), так и регионы, испытывающие нехватку рабочих мест (Московская, Тульская область, Республика Марий Эл, Республика Адыгея КНВТМ – 6,89 и – 5,87). Московская, Курская, Смоленская, Тамбовская области, имея низкие показатели нагрузки на рынок труда и низкий уровень безработицы (КНБРТ –0,5–1,7), тем не менее обладают значительными скрытыми ресурсами труда, что отражается в высоких показателях выезжающих на заработки в другие местности. Такая ситуация характерна практически для всех субъектов Центрального федерального округа. На внутреннюю трудовую миграцию областей ЦФО большое влияние оказывает близость Москвы, которая стягивает трудовые ресурсы из соседних областей. Московская область имеет возможность потери рабочей силы в обмене с Москвой пополнить за счёт миграции прежде всего из соседних с ней областей ЦФО.

По характеру влияния суммарной миграции на рынок труда (т.е. постоянной миграции, внешней и внутренней трудовой миграции) все субъекты РФ можно разделить на шесть групп: три группы, в которых показатель КСМНРТ имеет положительное значение и три группы, в которых данный показатель является отрицательным (табл. 2).

Для иллюстрации степени влияния миграции на рынок труда сравним десять субъектов РФ, в которых показатели КСМНРТ имеют максимальные положительные и отрицательные значения (таблицы 3 и 4 и рисунки 1 и 2). По данным двух сводных таблиц и графиков можно сделать некоторые выводы.

Все виды миграции, так или иначе, воздействуют на региональные рынки труда. Однако влияние отдельных видов миграции на спрос и предложение рабочей силы неодинаково. В регионах лидерах – Москве, Санкт-Петербурге, Тюменской области, ХМАО и ЯНАО – вклад всех видов миграции в увеличение нагрузки на рынок труда решающий и составляет 94–97 %. При этом наибольшую роль среди отдельных потоков миграции играет внутренняя трудовая миграция. Так, в суммарном миграционном ко-

Табл. 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГИОНОВ ПО ГРУППАМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ НАГРУЗКИ СУММАРНОЙ МИГРАЦИИ НА РЫНОК ТРУДА В 2012 Г.

Регионы с положительными значениями КСМНРТ всего 29			
N	Уровень показателя	Коэффициент нагрузки всеми мигрантами на рынок труда (чел.)	Количество субъектов
1	высокий	св. 5	6
2	средний	от 1 до 5	11
3	низкий	менее 1	12

Регионы с отрицательными значениями КСМНРТ всего 54			
N	Уровень показателя	Коэффициент нагрузки всеми мигрантами на рынок труда (чел.)	Количество субъектов
1	высокий	св. 5	10
2	средний	от 1 до 5	27
3	низкий	менее 1	17

Источник: расчёты по данным «Труд и занятость в России 2013» Статистический сборник, Росстат, Москва, 2013.

эффиценте нагрузки на рынок труда на долю российских трудовых мигрантов приходилось в Москве 79 %, в ЯНАО – 66 %, в ХМАО – 67 %, несколько меньше в Санкт-Петербурге – 44 %.

Второй по значимости влияния на рынок труда вид миграции – привлечение иностранной рабочей силы. Лишь в Ненецком национальном округе и Камчатском крае коэффициенты нагрузки КНИРС несколько превышают коэффициенты нагрузки КНВТМ. Постоянная миграция со сменной места жительства в показателе суммарной миграционной нагрузки на рынок труда имеет наименьшее значение и уступает первым двум видам миграции, колеблясь от 0,26 в Камчатском крае до 1,09 в Санкт-Петербурге. Это соответственно всего 12,6 % и 18,4 % от суммарной нагрузки на рынок труда всех видов миграции.

Что же касается Республики Ингушетия, то суммарная миграционная нагрузка, равная 11 человек на одну вакансию (максимальное значение КСМНРТ) не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на смягчение и без того тяжёлой ситуации на рынке труда; более того имеет место приток постоянного населения в республику. Коэффициент миграци-

Табл. 3. ДЕСЯТЬ РЕГИОНОВ С МАКСИМАЛЬНЫМИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ СУММАРНОЙ НАГРУЗКИ МИГРАНТОВ НА РЫНОК ТРУДА В 2012 Г.

	Коэффициент суммарной миграционной нагрузки на рынок труда (КСМНРТ)	в том числе			Коэффициент нагрузки безработными на рынок труда (КНБРТ)	Коэффициент общей нагрузки на рынок труда (КОНРТ)
		(КМНРТ)	(КНИРС)	(КНВТМ)		
1. Республика Ингушетия	11,15	13,95	0,10	–2,90	232,6	243,75
2. Москва	10,75	0,64	1,57	+8,54	0,3	11,05
3. Ямало-Ненецкий автономный округ	9,39	0,27	2,92	+6,20	0,4	9,79
4. Ханты-Мансийский автономный округ	6,98	0,27	2,03	+4,68	0,4	7,38
5. Санкт-Петербург	5,94	1,09	2,26	+2,59	0,4	6,34
6. Ненецкий автономный округ	5,53	0,25	2,78	+2,50	1,7	7,23
7. Тюменская область	4,42	0,42	1,52	+2,48	0,3	4,72
8. Чукотский автономный округ	2,68	–0,02	1,26	+1,44	0,9	3,58
9. Краснодарский край	2,34	0,47	0,88	+0,99	0,5	2,84
10. Камчатский край	2,06	0,26	0,91	+0,89	1,0	3,06

Источник: расчёты по данным «Труд и занятость в России 2013» Статистический сборник, Росстат, Москва, 2013.

онной нагрузки безработными на рынок труда Республики Ингушетия остаётся запредельным – 232 человека на вакансию, а с учётом миграции ещё выше – более 243 человек. Аналогичная ситуация складывается и в Чеченской Республике с той лишь разницей, что миграция населения несколько снижает давление на рынок труда: показатель КНБРТ составляет 110 человек на вакансию, а с учётом оттока населения – 104 человека.

Табл. 4. ДЕСЯТЬ РЕГИОНОВ С МАКСИМАЛЬНО ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ СУММАРНОЙ НАГРУЗКИ МИГРАНТОВ НА РЫНОК ТРУДА В 2012 Г.

	Коэффициент суммарной миграционной нагрузки на рынок труда (КСМНРТ)	в том числе			Коэффициент нагрузки безработными на рынок труда (КНБРТ)	Коэффициент общей нагрузки на рынок труда (КОНРТ)
		КМНРТ	КНИРС	КНВТМ		
1. Республика Дагестан	-119,16	-44,77	1,36	-75,75	69,6	-49,56
2. Республика Калмыкия	-17,27	-3,30	0,73	-14,70	3,4	-13,87
3. Курганская область	-6,76	-1,51	0,11	-5,36	1,7	-5,06
4. Республика Адыгея	-6,43	0,29	0,17	-6,89	0,7	-5,73
5. Курская область	-5,84	0,35	0,44	-6,63	1,7	-4,14
6. Чеченская Республика	-5,84	-2,11	0,07	-3,80	110,3	104,46
7. Кабардино-Балкарская Республика	-5,83	-1,75	0,21	-4,29	3,3	-2,53
8. Тамбовская область	-5,72	0,03	0,65	-6,40	0,9	-4,82
9. Республика Марий Эл	-5,25	-0,37	0,02	-4,90	0,6	-4,65
10. Брянская область	-5,23	-0,63	0,28	-4,88	1,2	-4,03

Источник: расчёты по данным «Труд и занятость в России 2013» Статистический сборник, Росстат, Москва, 2013

В десятке регионов с максимально отрицательными значениями нагрузки мигрантов на рынок труда представлены субъекты Федерации, в которых наблюдается высокий уровень безработицы, за исключением Курганской и Тамбовской областей. В регионах этой группы, так же как и первой, наибольший вклад в снижение нагрузки на рынок труда вносит внутренняя трудовая миграция, особенно заметно в Республике Адыгея, Курской

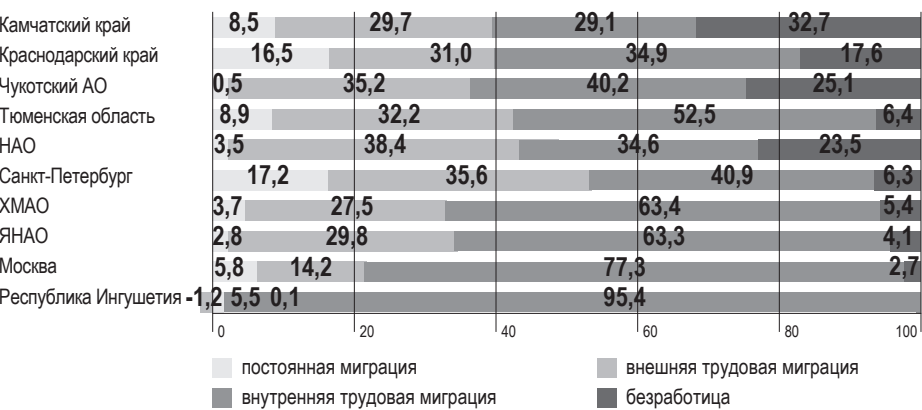


Рис. 1. Влияние миграции и безработицы на рынок труда (регионы с положительными значениями КСМНРТ).

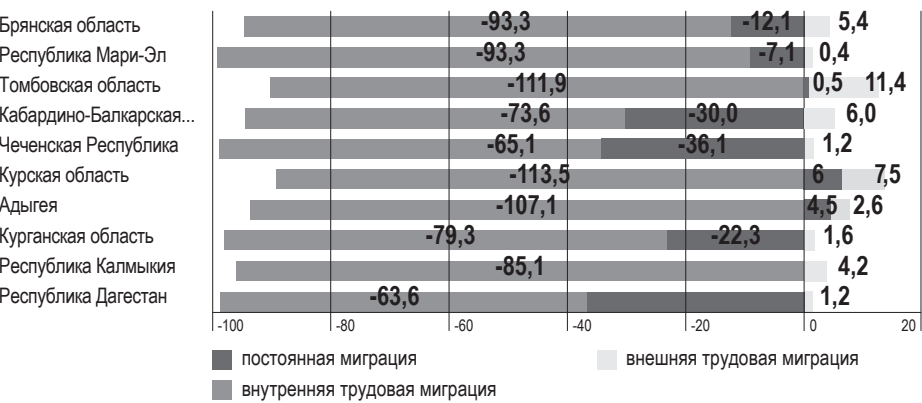


Рис. 2. Влияние миграции и безработицы на рынок труда (регионы с отрицательными значениями КСМНРТ).

и Тамбовской областях. Отток постоянных мигрантов наиболее значительно сказался на снижении давления на рынок труда в Чеченской Республике на 36,1 % от общего суммарного коэффициента миграционной нагрузки, в Кабардино-Балкарской Республике на 30 %, Курганской области на 22,3 %.

Обращает на себя внимание следующий факт.

В регионах с высоким уровнем безработицы, прежде всего во всех республиках Северного Кавказа (за исключением Чеченской республики), Республике Калмыкия, Республике Марий Эл и в ряде областей (Тамбовская, Курская, Курганская и др.), коэффициент нагрузки на рынок труда

внутренней трудовой миграции выше, чем показатель нагрузки на рынок труда безработными. Это говорит о том, что в процесс трудовой миграции вовлечены не только безработные, зарегистрированные в службах занятости, но и трудоспособные граждане, которые не имеют постоянной работы и решают проблемы трудоустройства самостоятельно. Поэтому реальные резервы рабочей силы в указанных регионах ещё выше. В условиях сокращения численности населения в трудоспособном возрасте необходимо более тщательно оценить скрытые резервы труда в регионах, выявить не только масштабы внутренней трудовой миграции (а они, несомненно, больше, чем фиксирует Росстат – более 2,4 млн человек), но и определить направления движения трудовой миграции, т. е. разрабатывать «шахматку» потоков внутренней трудовой миграции.

Государство не регулирует должным образом отдельные потоки миграции и не учитывает их влияние на рынок труда. Существует большое число разнонаправленных потоков внутренних и внешних трудовых мигрантов. Например, в Московской области в 2012 году выехало на заработки в другие регионы 295,8 тыс. российских граждан, а привлечено иностранной рабочей силы – 149,3 тыс. человек, в Ленинградской области соответственно 107,4 тыс. и 34,7 тыс., в Калужской – 26,9 тыс. и 24,1 тыс., в Нижегородской – 26,6 тыс. и 17,1 тыс. человек. Эти диспропорции свидетельствуют о разбалансированности спроса и предложения рабочей силы не только по регионам, но и по отраслям и профессиям, отсутствии заинтересованности работодателей вкладывать средства в развитие человеческого капитала, подготовку и переподготовку кадров с учётом требований новой экономики.

Миграционная политика должна строиться с учётом совокупной оценки влияния всех видов миграции на рынок труда. Первостепенное значение приобретает стимулирование внутренней трудовой миграции, её регулирование в нужных масштабах и направлениях.

Меры миграционной политики должны осуществляться в тесной увязке с долгосрочными планами социально-экономического развития регионов. От этого зависят не только структурные сдвиги в экономике и занятости, но и наиболее полное и рациональное использование собственного трудового потенциала с минимальным и избирательным привлечением иностранной рабочей силы.

Для повышения эффективности использования трудового потенциала необходимо возродить практику разработки баланса трудовых ресурсов как на федеральном, так и на региональном уровне. В новых экономических ус-

ловиях его роль как инструмента достижения сбалансированности спроса и предложения рабочей силы должна возрасти. Появились новые формы занятости и категории работающих, которые раньше в балансе трудовых ресурсов не отражались. К ним относятся иностранные трудовые мигранты, российские граждане, работающие за границей, занятые в неформальном секторе, часть трудоспособного населения в трудоспособном возрасте, которые находятся в пограничной ситуации между безработицей и экономической неактивностью, но которые выражают желание работать. По данным обследований только численность экономически неактивных граждан, но желающих работать, составляет 4,5–5,4 млн человек [5]. Необходимо полнее учитывать в балансе трудовых ресурсов данные – как в составе источников формирования трудовых ресурсов, так и в разделе их распределения по видам экономической деятельности. В этих целях предлагается внести в существующую схему баланса трудовых ресурсов ряд поправок, предусмотрев выделение отдельной строкой общей численности безработных по методологии МОТ, в том числе зарегистрированных в государственных учреждениях службы занятости населения и желающих работать среди экономически неактивного населения трудоспособного возраста. Также следует включить в баланс позицию по численности российских граждан, работающих за рубежом, которых по данным за 2012 г. насчитывалось 64,4 тыс. человек.

Что касается внешних трудовых мигрантов, то общая их численность фиксируется в балансе трудовых ресурсов как источник рабочей силы, начиная с 1998 г. Однако этого недостаточно. В целях более глубокого изучения использования иностранной рабочей силы следует включить в баланс трудовых ресурсов их распределение по основным видам экономической деятельности.

В схему баланса трудовых ресурсов по субъектам РФ, помимо указанных дополнений, очень важно включить дополнительно сведения о численности российских трудовых мигрантов. Эта информация поможет полнее использовать собственные ресурсы труда, оценить вклад российских трудовых мигрантов в развитие экономики регионов, их конкурентоспособность с внешними трудовыми мигрантами.

Реализация данных предложений позволит актуализировать баланс трудовых ресурсов, сделать его более эффективным инструментом для улучшения использования трудового потенциала в условиях сокращения численности населения трудоспособного возраста и модернизации российской экономики.

Необходимо также совершенствовать статистический учёт различных категорий мигрантов, в том числе внешних и внутренних трудовых мигрантов, наиболее активно влияющих на региональные рынки труда. В этих целях целесообразно провести выборочное статистическое обследование домохозяйств для сбора информации о трудовых мигрантах и условиях использования их труда [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Воробьёва О.Д.* Рынок труда и миграция. Миграционный барометр в Российской Федерации. Серия специальных докладов / Фонд «Новая Евразия», М., 2011; *Рязанцев С.В.* Трудовая миграция в странах СНГ и Балтии: тенденции, последствия, регулирование, М.: Формула права, 2007; *Зайончковская Ж.А., Красинец Е.С. и др.* Трудовая миграция в России / ред. О.Д. Воробьёва. Вып. 2. Приложение к журналу «Миграция в России». М., 2001; *Красинец Е.С.* Международная миграция населения в России в условиях перехода к рынку. М., 1997; *Миграция и рынок труда в странах Средней Азии* / под ред. Л.П. Максаковой. Москва; Ташкент, 2002.
2. *Труд и занятость в России: статистический сборник* / Росстат. М., 2013; *Демографический ежегодник России: статистический сборник* // Росстат. М., 2013.
3. *Леденёва Л., Донец Е.* Масштабы привлечения труда маятниковых мигрантов в Московском регионе // Социальная и демографическая политика. 2007. № 4.
4. *Электронный ресурс* <http://fms.gov.ru>.
5. *Инновационная экономика: занятость, трудовая мотивация, эффективность труда* / под Л.С. Чижовой. М.: Экономика, 2011.
6. *Воробьёва О.Д., Гребенюк А.А., Топилин А.В.* Методологические подходы к организации обследования труда мигрантов в России // Вопросы статистики. 2013. № 10.

ОБ АВТОРЕ

Топилин Анатолий Васильевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий сектором демографии, миграционной политики и регулирования рынка труда Центра развития человеческого капитала и политики занятости ФБНУ «Институт макроэкономических исследований».

Телефон +79035668868. E-mail: topilnav@mail.ru.

Topilin Anatoly Vasil'yevich, Doctor of Economics, professor, Head of the demography, migration policy and labor market regulation of the Macro Center for development of human capital and employment policy Macroeconomic Research Institute.

Phone 79035668868. E-mail: topilnav@mail.ru.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №2, 2015

УДК 612.745; 546.41

**Беляев Н.Г. [Belyaev N.G.],
Пономаренко Д.Г. [Ponomarenko D.G.],
Магомедова А.И. [Magomedova A.I.]**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СЫВОРОТОЧНОГО БЕЛКА КАК СРЕДСТВА, ПОВЫШАЮЩЕГО АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЖЕНСКОГО ОРГАНИЗМА

**Use foods high in whey protein which enhances
adaptive capabilities of the female body**

В статье описаны результаты изучения влияния сывороточного молочного протеина на морфофункциональные показатели коркового вещества надпочечников и репродуктивных органов в условиях адаптации к систематическим двигательным нагрузкам. В эксперименте установлено, что добавление к основному рациону сывороточных белков способствовало снижению интенсивности патологических изменений в исследуемых органах, обусловленных стрессом от интенсивной физической работы, повышению адаптивного потенциала женского организма.

Ключевые слова: сывороточный протеин, физические нагрузки, стресс, репродуктивные органы, надпочечники.

The article describes the results of studying the effect of whey protein milk on morphofunctional parameters the cortex of the adrenal glands and reproductive organs in a systematic adaptation to motor loads. The experiment found that the addition to the basic diet of whey protein helped to reduce the intensity of the pathological changes in the studied organs caused by the stress of intense physical activity, enhance the adaptive capacity of the female body.

Key words: whey protein, exercise, stress, reproductive organs, adrenal glands.

В настоящее время отмечается значительное расширение сферы спортивной деятельности женщин. Современные спортсменки занимаются собственно силовыми видами спорта, соревнуются во всех вида единоборств и устанавливают рекорды в беге на сверхдлинные дистанции. Поэтому изучение особенностей адаптации женского организма к спортивной деятельности и влияния интенсивных мышечных нагрузок на функциональное состояние систем их организма представляется важным в практическом и научном аспекте. Наиболее значимым является изу-

чение влияния интенсивной мышечной деятельности на женскую репродуктивную систему. Несмотря на многолетние исследования данной проблемы, дать однозначную позитивную или негативную оценку женскому спорту и его влиянию на женский организм не представляется возможным [Бершатский В. Г., 1976; Соболева Т. С., 1999; Соха Т. К., 2001; Беляев Н.Г. и соавт., 2011; 2014; Зелінський О. О. и соавт., 2005 и др.].

Это обусловлено тем, что воздействие физических нагрузок на женский организм и в частности на репродуктивную систему весьма неоднозначно. Вместе с тем, согласно сведениям отечественных и зарубежных специалистов, интенсивные тренировочные нагрузки и высокий эмоциональный накал соревновательной деятельности вызывают различные нарушения репродуктивной системы женщин. Это может проявляться в отставании полового развития, отклонениями в протекании овариально-менструального цикла, первичным и вторичным бесплодием, невынашиванием беременности, слабостью родовой деятельности.

Одной из причин регистрируемых нарушений считается маскулинизация женского организма. Учитывая, что наряду с половыми железами секрета как эстрогенов, так и тестостерона осуществляется надпочечниками, важны исследования функционального состояния этих желез в процессе тренировок, в частности исследование возможных изменений, возникающих в данной железе на макро- и микроморфофункциональном уровне в результате действия стрессирующего фактора, а также разработка возможности предупреждения нарушений в данном органе как одном из звеньев репродуктивной системы. Для спорта актуальным является использование нефармакологических средств коррекции.

Использование адаптогенов как растительного, так и животного происхождения в ряде случаев оказывается нецелесообразным в связи с наличием в большинстве из них стероидных веществ. Длительное применение их может значительно повлиять на гормональный статус занимающихся. В этом плане наиболее приемлемым может оказаться использование биологически активных добавок, в частности сывороточных белков. Выбор именно данной пищевой добавки объясняется высокой концентрацией аминокислот в их составе, прежде всего, аминокислот с разветвленной цепью – лейцин, изолейцин, валин. Данная группа аминокислот входит в состав актиновых и миозиновых белковых молекул и активно задействована в транспорте ферментов, необходимых для роста мышечной массы [Bowen J. et al, 2006; Pacheco M. et al, 2005]. При этом отсутству-

ют данные о возможности их применения в практике спортивных тренировок женщин.

Цель работы:

морфофункциональное исследование в условиях систематически выполнявшихся мышечных нагрузок коры надпочечников, функционального состояния репродуктивной системы самок крыс, пищевой рацион которых был обогащен сывороточными белками.

Материалы и методы исследования.

Самки крыс трехмесячного возраста были разделены на группы: контрольная, 1 и 2 экспериментальные. Животные контрольной группы содержались в стандартных условиях вивария. Животные экспериментальных групп в течение восьми недель выполняли мышечную нагрузку. В пищевой рацион животных 1-й экспериментальной группы был включен сывороточный белок из расчета 3,3 г на 100 г массы тела животного. Белок растворяли в 12 мл молока. Аналогичный объем молока получали животные 2-й экспериментальной группы и контрольные животные. Исследования проводились с соблюдением норм гуманного отношения к животным.

В качестве мышечной нагрузки использовался бег по движущейся ленте (трекбан). Продолжительность и интенсивность беговой нагрузки определялась этапом тренировочных циклов. Используемая нами методика состояла из IV этапов тренировочных циклов [Беляев Н. Г. и соавт., 2010, 2012, Беляев Н. Г., 2014].

- I этап (подготовительный) – 1–4 недели тренировок;
- II этап (переходный) – 5–6 недели тренировок,
- III – этап интенсивных нагрузок – 7–8 недели;
- IV этап активного отдыха – 9-я неделя эксперимента. На данном этапе экспериментальных исследований цикл активного отдыха из тренировок животных был исключен.

В процессе эксперимента у животных регистрировалась масса тела, масса сердца, надпочечников и проводилась морфометрия матки и маточных труб. Взвешивание животных осуществлялось в утренние часы, до кормления. По окончании восьминедельных физических нагрузок крыс выводили из эксперимента путем быстро проводимой декапитации

после кратковременной ингаляционной анестезии хлороформом. При проведении микроморфологических исследований надпочечники после взвешивания фиксировались в нейтральном 10 % формалине. В последующем производили обезжизивание, уплотнение фиксированных желез и заливали в парафин. С помощью санного микротомы из парафиновых блоков изготавливали гистологические срезы толщиной 5 мкм с последующей окраской гематоксилином и эозином [Коржевский Д. Э., Гиляров А. В., 2010].

Морфометрические исследования проводили с помощью компьютерной программы PhotoM 1.31. Определяли толщину коркового и мозгового вещества надпочечников.

Для выявления статистической значимости различий результатов в группах сравнения использовали t-критерий Стьюдента – Фишера, достоверной считали разницу при $p \leq 0,05$.

Результаты собственных исследований и их обсуждение.

Как следует из данных, приведенных в таблице 1, в группах на протяжении восьми недель наблюдений отмечалось увеличение массы тела, что объясняется продолжающимся ростом и развитием животных. При этом между контрольной группой и животными 1-й экспериментальной группы достоверных отличий в динамике массы тела не наблюдалось. Животные 2-й экспериментальной группы в прибавке веса значительно отставали от животных остальных групп.

Систематическое выполнение мышечных нагрузок циклического характера сопровождалось значительными изменениями в системах, обеспечивающих доставку кислорода интенсивно функционирующим органам. Как правило, в этих условиях регистрируется повышение кислородной емкости крови и микроциркуляторного русла. В большинстве случаев отмечается гипертрофия сердца. По мнению ряда авторов, не столько гипертрофия, сколько капилляризация миокарда играют основную роль в обеспечении гиперфункции сердца [Дембо А. Г., 1989; Смоленский А. В. и соавт., 2012]. В наших исследованиях в обеих группах регистрировалась гипертрофия миокарда (табл. 2). Наиболее выраженные изменения произошли в 1-й экспериментальной группе. Масса сердца в данной группе возросла более чем на 70 %, в то время как во 2-й группе – на 62 %. Но в любом случае можно говорить о не рациональной адаптации сердца животных к мышечным нагрузкам.

Табл. 1. ДИНАМИКА МАССЫ ТЕЛА ЖИВОТНЫХ В ПРОЦЕССЕ 8 НЕДЕЛЬ ТРЕНИРОВОК

Недели тренировок	Группы животных				
	контрольная	1-я экспери- ментальная	P2	2-я экспери- ментальная	P2
I	123 ± 3,4	128,1 ± 4,2	> 0,1	126 ± 5,3	> 0,1
4	145,3 ± 4,7	150,2 ± 8,8		141,3 ± 7,2	
P1	< 0,001	< 0,001	> 0,1	< 0,001	> 0,1
6	176,4 ± 8,2	180,2 ± 9,3		149,5 ± 6,7	
P1	< 0,001	< 0,001	> 0,1	< 0,001	< 0,001
8	181,1 ± 6,8	184,4 ± 9,5		153,7 ± 5,9	
P1	< 0,001	< 0,001	> 0,1	< 0,001	< 0,001

Примечание: n – во всех случаях равно 7; I – данные на начало эксперимента; P₁ – достоверность отличий по сравнению с данными на начало эксперимента; P₂ – достоверность отличий по сравнению с контролем.

Выполнение мышечных нагрузок сопровождалось морфофункциональными изменениями во многих органах и системах организма. Эти изменения не всегда были положительными. В частности отмечалось негативное влияние интенсивной мышечной деятельности на репродуктивную систему самок крыс – так называемый отрицательный адаптивный перекрестный эффект. У животных, систематически выполнявших мышечные нагрузки, отмечалось отставание линейных размеров маточных труб (табл. 3).

Визуально матка и маточные трубы животных экспериментальных групп тоньше, окружающая жировая ткань практически отсутствует. Наиболее выраженные изменения прослеживались во 2-й группе. Общая тенденция изменений в половом аппарате самок, принуждавшихся к выполнению интенсивных мышечных нагрузок, носит характер гипоплазии. Включение в пищевой рацион животных сывороточных белков уменьшило негативное влияние интенсивных мышечных нагрузок на органы репродуктивной системы самок.

Одним из факторов, провоцирующих развитие гипоплазии женской репродуктивной системы в период адаптации к мышечным нагрузкам, яв-

Табл. 2. ДИНАМИКА МАССЫ СЕРДЦА (мг/100 гр) ЖИВОТНЫХ
В ПРОЦЕССЕ 8 НЕДЕЛЬ ТРЕНИРОВОК

Условия эксперимента	Группы животных				
	контрольная	1-я экспериментальная	P2	2-я экспериментальная	P2
I	230,8 ± 4,5	230,8 ± 4,5	> 0,1	230,8 ± 4,5	> 0,1
II	235,3 ± 6,7	392,9 ± 8,8		371,9 ± 7,2	
P1	> 0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Примечание: I – данные на начало эксперимента; II – данные через 8 недель тренировок; n – во всех случаях равно 7; P1 – достоверность отличий по сравнению с данными на начало эксперимента; P2 – достоверность отличий по сравнению с контролем.

Табл. 3. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛИН МАТОЧНЫХ ТРУБ
ПОЛОВОГО АППАРАТА САМОК КРЫС (СМ)
В ПРОЦЕССЕ 8 НЕДЕЛЬ ТРЕНИРОВОК

Группы животных	Данные на начало экспериментаДанные через 8 недель тренировок					
	правая	левая	правая	P1	левая	P2
Контрольная	2,1±0,2	2,4±0,5	5,2±0,4	<0,001	5,9±0,3	<0,001
1-я эксперимент. P2	2,1±0,2	2,4±0,5	3,5±0,3 <0,001	<0,001	4,9±0,2 <0,001	<0,001
2-я эксперимент. P2	2,1±0,2	2,4±0,5	3,0±0,6 <0,001	>0,1	4,1±0,3 <0,001	<0,001

Примечание: n – во всех случаях равно 7; P₁ – достоверность отличий по сравнению с данными на начало эксперимента; P₂ – достоверность отличий по сравнению с контролем.

ляется гиперандрогения. Механизмы развития гиперандрогении (андрогинный синдром) до конца не изучены. В ранее проведенных экспериментальных исследованиях [Беляев Н. Г. и соавт., 2011] было установлено, что факторами, вызывающими гиперандрогению в процессе адапта-

ции к мышечным нагрузкам, являются морфофункциональные изменения в яичниках, связанные с увеличением количества атрезирующих фолликулов. В атрезирующих фолликулах сохраняется способность секретировать тестостерон.

Высокий процент атрезирующих фолликулов в яичниках животных, систематически выполнявших мышечные нагрузки, следует расценивать как одну из форм адаптивных реакций, направленных на удовлетворение возросшей потребности организма в анаболических стероидах. Но наряду с яичниками в женском организме выработка тестостерона происходит и корковом слое надпочечников, в основном в сетчатой зоне.

При проведении морфометрических и гистологических исследований надпочечников и их коркового плато было зафиксировано увеличение массы надпочечников в группах животных, систематически выполнявших мышечные нагрузки.

При этом наиболее выраженное увеличение массы надпочечников зарегистрировано в группе животных, находящихся на обычном рационе в период длительного выполнения мышечных нагрузок. Так, если в 1-й экспериментальной группе масса правого надпочечника в течение эксперимента возросла на 5,7%, а левого на 23,3%, то во 2-й экспериментальной группе – на 46,7 и 48,6% соответственно.

Межгрупповые отличия прослеживались и в изменении толщины зон коркового плато. В контрольной группе клубочковая зона увеличилась на 10 %, пучковая на 7,6 % и сетчатая на 9,5 %. В экспериментальных группах изменения зоны коры надпочечников выглядело следующим образом: в 1-й экспериментальной группе клубочковая зона увеличилась на 20,1 %, пучковая на 16,4 % и сетчатая на 4,8 %; во второй экспериментальной группе: 31, 25,3 и 6,2 % соответственно. Наиболее значительные изменения регистрировались в клубочковой и пучковой зонах.

Выраженные изменения клубочковой зоны, возможно, связаны с длительной гиперкальциемией, которая регистрируется в период интенсификации мышечных нагрузок [2, 3, 4, 5], что, несомненно, связано с возросшей нагрузкой на системы, обеспечивающие минеральный гомеостаз в организме.

Пучковая и сетчатая зоны вырабатывают глюкокортикоиды, у крыс это в основном 11-оксикортикостероиды и аналоги половых гормонов. Половые гормоны в большей степени вырабатываются в сетчатой зоне. Данные гистологических исследований демонстрируют незначительную

Табл. 4. ДИНАМИКА МАССЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ ЖИВОТНЫХ В ПРОЦЕССЕ 8 НЕДЕЛЬ ТРЕНИРОВОК (мг/100 г)

Группы животных	Данные на начало эксперимента		Данные через 8 недель тренировок			
	правый	левый	правый	P1	левый	P2
Контрольная	17,5 ± 0,6	15,4 ± 0,4	17,9 ± 0,3	> 0,1	15,2 ± 0,8	> 0,1
1-я эксперимент. Р2	17,5 ± 0,6	15,4 ± 0,4	18,5 ± 0,7 > 0,1	> 0,1	19,8 ± 0,5 < 0,001	< 0,001
2-я эксперимент. Р2	17,5 ± 0,6	15,4 ± 0,4	26,0 ± 0,2 < 0,001	< 0,001	22,6 ± 0,8 < 0,001	< 0,001

Примечание: n – во всех случаях равно 7; P1 – достоверность отличий по сравнению с данными на начало эксперимента; Р2 – достоверность отличий по сравнению с контролем.

Табл. 5. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРКОВОГО ПЛАТО НАДПОЧЕЧНИКОВ САМОК КРЫС

Группы животных	Зоны коры надпочечников, мкм		
	клубочковая	пучковая	сетчатая
Данные на начало эксперимента	33,3 ± 1,24	298 ± 6,9	218,1 ± 8,7

Данные через 8 недель эксперимента

Контрольная Р1	36,9 ± 1,17 < 0,001	320,7 ± 10,4	220,8 ± 13,2 > 0,1
1-я эксперимент. Р1 Р2	40,0 ± 1,26 < 0,001 > 0,1	347,1 ± 9,85 < 0,001 > 0,1	228,5 ± 8,1 > 0,1 > 0,1
2-я эксперимент. Р1 Р2	43,6 ± 1,86 < 0,001 < 0,001	373,4 ± 12,7 < 0,001 < 0,001	231,6 ± 9,3 > 0,1 > 0,1

Примечание: n – во всех случаях равно 7; P1 – достоверность отличий по сравнению с данными на начало эксперимента; Р2 – достоверность отличий по сравнению с контролем.

гипертрофию сетчатой зоны, это позволяет нам предположить, что основной причиной гиперандрогении женского организма являются адаптивные изменения в яичниках.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что адаптация организма самок крыс к интенсивным мышечным нагрузкам сопровождается гипоплазией полового аппарата. Основной причиной является гиперандрогения, обусловленная адаптивными изменениями в яичниках. Включение в рацион животных сывороточных белков снижало отрицательное действие мышечных нагрузок на органы репродуктивной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов В.В. Морфометрические параметры тела юных спортсменов батутисток / В.В. Абрамов, И.М. Шевченко // Морфология. 2007. Т. 1. №2. С. 18–22.
2. Беляев Н.Г. Влияние тестостерона на метаболизм кальция при адаптации к экстремальным факторам / Н.Г. Беляев, К.Ю. Суслов, В.Ю. Самойленко // Вестник Ставропольского гос. университета. 2011. Вып. 74. С. 209–215.
3. Беляев Н.Г. Особенности метаболизма кальция в условиях гиперандрогении / Н.Г. Беляев, Е.Г. Болотова // Сибирский медицинский журнал. 2012. Т. 108. №1. С. 26–29. 144 с.
4. Беляев Н.Г. Структурные изменения в мышечном волокне в период адаптации к физическим нагрузкам различной интенсивности / Н.Г. Беляев // Наука. Инновации. Технологии. Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета. 2014. №2. С. 179–189.
5. Беляев Н.Г. Биохимические основы психологического статуса женщин-борцов вольного стиля / Н.Г. Беляев, С.И. Писков, Н.Н. Околицо // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2014. Т. 9. №3. С. 202–205.
6. Бершатский В.Г. Влияние систематических занятий спортом на некоторые показатели менструальной функции женщин детородного возраста / В.Г. Бершатский // Медицинские проблемы высшего спортивного мастерства. М., 1976. С. 22–26.
7. Дембо А.Г. О так называемом синдроме перенапряжения сердца // Клиническая медицина. 1989. №1. С. 12–17.
8. Коржевский Д.Э. Основы гистологической техники / Д.Э. Коржевский, А.В. Гиляров. СПб.: СпецЛит, 2010. 95 с.
9. Смоленский А.В. Особенности физиологического ремоделирования «Спортивного сердца» / А.В. Смоленский, А.В. Михайлова,

- Ю.А. Борисова, З.Б. Белоцерковский Б.Г. Любина, А.Ю. Татарина // Сб. мат. Всероссийской научно-практической конференции «Спортивная медицина и физическая культура». Сочи, 20–23 июня, 2012. С. 7–15.
10. Соболева Т.С. Крупный научно-практический вклад в решение проблем женского спорта / Т. С. Соболева // Теория и практика физической культуры. 2003. № 3. С. 60–63.
11. Соха Т.К. Морфофункциональные особенности женщин-спортсменок в аспекте полового диморфизма / Т.К. Соха // Теория и практика физической культуры. 2001. №11. С. 2–6.
12. Bowen J. Appetite regulatory hormone responses to various dietary proteins differ by body mass index status despite similar reductions in ad libitum energy intake / J. Bowen, M. Noakes, P.M. Clifton // J. Clin Endocrinol Metab. 2006. Т. 91. Р. 2913–2919.
13. Pacheco M., Dias N., Baldini V., Tanikawa C, Sgarbieri V.: Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite / M.Pacheco, N. Dias, V. Baldini, C. Tanikawa, V. Sgarbieri // Cienc Tecnol Aliment. 2005. Т. 25. Р. 333–338.
14. Зелінський О.О., Громанчук С.П., Фортуна І.О. Особливості гормональних порушень при надмірних фізичних навантаженнях у жінок із дефіцитом маси тіла / О.О. Зелінський, С.П. Громанчук, І.О. Фортуна // Досягнення біології та медицини. 2005. Т. 5. №1. С. 65–67.

ОБ АВТОРАХ

Беляев Николай Георгиевич, доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии Северо-Кавказского федерального университета.

E-mail: belyaev_nikolay@mail.ru. Телефон 8-903-441-18-54.

Nikolai Georgievich Belyaev, Sc. D., professor of anatomy and physiology of the North Caucasus Federal University.

E-mail: belyaev_nikolay@mail.ru. Phone 8-903-441-18-54

Пономаренко Дмитрий Григорьевич, магистрант кафедры анатомии и физиологии Северо-Кавказского федерального университета.

E-mail: ponomarenko.dg@gmail.com. Телефон 8-918-747-21-56.

Dmitry Grigor'evich Ponomarenko, graduate student of the department of anatomy and physiology of the North Caucasus Federal University.

E-mail: ponomarenko.dg@gmail.com. Phone 8-918-747-21-56.

Магомедова Анастасия Игоревна, аспирант кафедры анатомии и физиологии Северо-Кавказского федерального университета.

E-mail: anastasiya_neplb@mail.ru. Телефон 89283384382

Magomedova Anastasia Igorevna, graduate student of anatomy and physiology of the North Caucasus Federal University.

E-mail: anastasiya_neplb@mail.ru. Phone 89283384382.

УДК 631.46

Берсенева О. А. [Berseneva O. A.]

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ МИКОБИОТЫ КАК ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**The enzymatic activity of micobiota as an integral
indicator of the ecological condition of the soil
in the zone of influence of metallurgical plants**

Проведен сравнительный анализ ферментативной активности почвенных микосообществ в районе действия аэропромвыбросов Иркутского алюминиевого завода и естественных местообитаний Прибайкальского региона. Установлено, что ферментативная активность штаммов, выделенных из контрольной почвы, выше, чем у штаммов, изолированных из опытных почв. В опытных почвах ферментативно активных штаммов выявлено больше среди представителей *pp. Aspergillus* и *Penicillium*, что свидетельствует о их более высокой эврифагности, по сравнению с другими культурами микроскопических грибов, выделенных из опытных почв. Определена доля разных видов ферментативной активности. Выявлено, что доля положительных результатов теста увеличивается по мере удаления от промышленного узла. Показана возможность и необходимость применения ферментативной активности почвенных микосообществ для оценки степени техногенного загрязнения наземных экосистем.

Ключевые слова: Микобиота, экологическое состояние почв, аэропромвыбросы, ферментативная активность, серые лесные почвы.

A comparative analysis of the enzymatic activity of soil micocommunities in the zone of influence of air industrial emissions of Irkutsk aluminum plant and natural habitats Baikal region is implemented. It was established that the enzyme activity of the strains isolated from the soil test, higher than that of the strain experienced isolation from soil. In the experimental soils enzymatically active strains revealed greater among the genera *Aspergillus* and *Penicillium*, indicating their higher evrifagnosti, compared with other cultures of microscopic fungi. The share different types of enzymatic activity are determined. It was found that the percentage of positive test results increases with distance from the industrial unit. The possibility of using the enzymatic activity of soil micocommunities to assess the degree of technogenic pollution of terrestrial ecosystems is showed.

Key words: Micobiota, ecological condition of the soil, air industrial emissions, enzymatic activity, grey forest soils.

В настоящее время особенно остро возникает проблема техногенного загрязнения наземных экосистем, прилегающих к химическим предприятиям. Серьезную опасность представляют комбинаты по выпуску алюминия.

Выбросы предприятий алюминиевой промышленности оказывают значительное воздействие на состав и свойства почв, что отражается на здоровье населения, проживающего в зоне загрязнения [1, 2, 8]. Известно, что формирование почвенного микробного сообщества тесно связано со свойствами почв, что дает возможность использовать показатели почвенных микроорганизмов для оценки степени техногенного загрязнения наземных экосистем [4, 6]. Одним из возможных маркеров в исследованиях экологического состояния почв может являться ферментативная активность почвенной микобиоты.

Цель нашего исследования: изучить ферментативную активность микобиоты, обитающей в условиях загрязнения почвы аэропромвыбросами ОАО «ИрКАЗ-РУСАЛ».

Материалы и методы

Для изучения микобиоты использовали образцы серых лесных почв, которые отбирали с опытных площадок на расстоянии 0,5; 5; 15 и 25 км, расположенных вдоль градиента аэропромвыбросов ОАО «ИрКАЗ – РУСАЛ» (рис. 1).

Участок, находящийся на расстоянии 25 км, служил контролем, поскольку был расположен вне зоны загрязнения, о чем свидетельствуют результаты исследований И. А. Белозерцевой (2002), согласно которым изменения физико-химического состава почв, связанные с выбросами предприятия, не прослеживаются, начиная с 25 км от источника воздействия по факелу выбросов [3].

Выделение микромицетов из почв осуществляли методом посева почвенной суспензии на селективные среды [8].

Общее количество микромицетов учитывалось на среде сусло-агар, включающей пивное неохмеленное сусло – 150 г; агар-агар – 15 г; водопроводная вода – 1000 мл. pH среды довели до 5,0.

Учет целлюлозоразрушающих микромицетов проводили на среде Чапека, состоящей из следующих компонентов: агар-агар – 3 г; целлюлоза – 1 г; глюкоза – 0,5 г; водопроводная вода – 1000 мл pH среды устанавливали до 5,0. Для поддержания чистых культур применяли среду сусло-агар.

Стерилизацию питательных сред осуществляли автоклавированием при 1 атм. в течение 20 мин.

Полученные чистые культуры микромицетов идентифицировали классическими методами почвенной микробиологии путем проведения

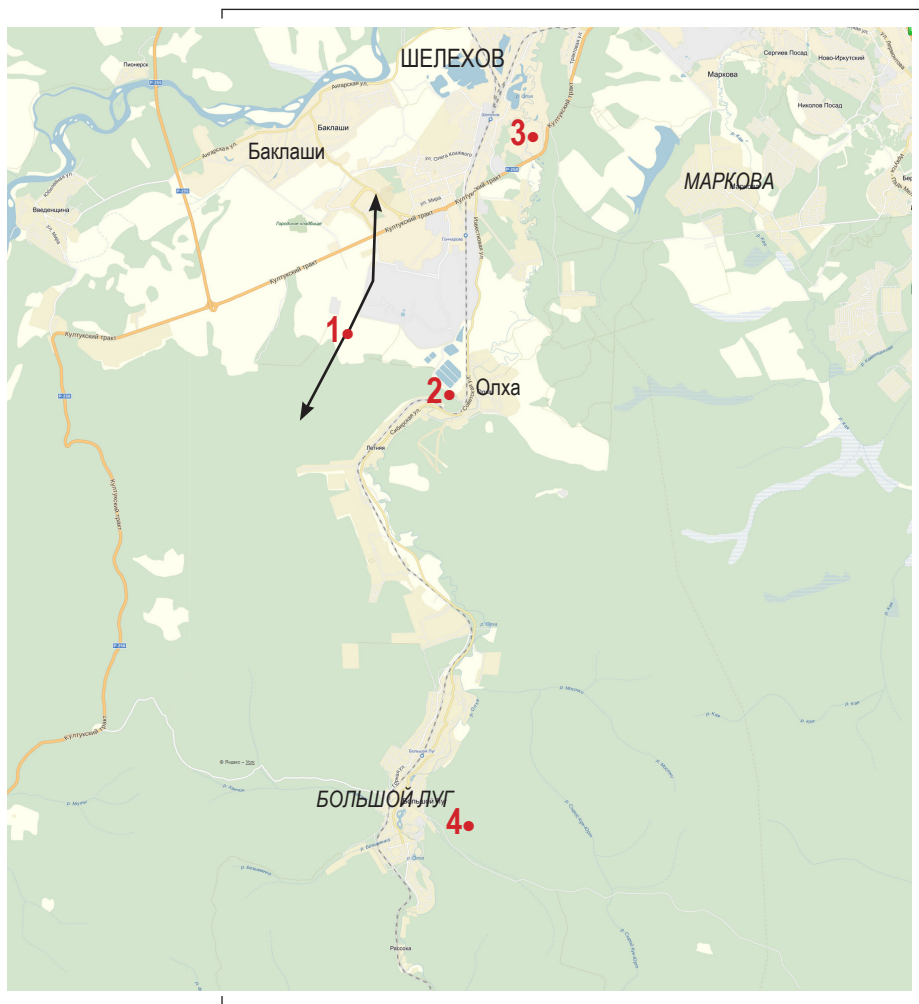


Рис. 1. Место отбора почвенных образцов. 1–0,5 км от ОАО «ИрКАД-РУСАЛ» (г. Шелехов), 2 – в районе поселка Олха (5 км), 3 – граница Иркутского и Шелеховского района (15 км), 4 – в районе поселка Большой Луг (25 км). Стрелками показана роза ветров.

культурально-морфологических и физиолого-биохимических тестов [5]. Определение культур производили, руководствуясь определителями [7, 10].

В ходе экспериментов ферментативную активность чистых культур микроицетов определяли с помощью качественных тестов [9].

Для определения фенолоксидазной активности применяли тест Бавендамма. Для этого к агар-солодовой среде добавляли 0,1 % танин. О вы-

делении фенолоксидаз судили на основании появления коричневой окраски в субстрате вблизи колоний исследуемого микроорганизма.

Активность лецитиназы определяли по наличию мутных зон осветления желточного агара вокруг колоний микроорганизмов. Для этого готовили среду следующего состава (г/л):

пептон – 20;

Na_2HPO_4 – 2,5;

NaCl – 1;

глюкоза – 1;

агар – 25;

MgSO_4 – $5 \cdot 10^5$.

рН среды доводили до 7,3;

стерилизовали автоклавированием и охлаждали до 60 °С в водяной бане, после чего в асептических условиях добавляли яичный желток,

тщательно перемешивали суспензию и разливали в чашки. Культуры высевали штрихом на поверхность среды и инкубировали в течение 5 суток.

Образование маслянокислого с переливами или перламутрового слоя над колонией или вокруг нее на поверхности желточного агара свидетельствует об активности липазы.

Протеолитическую активность микроорганизмов визуально определяли по образованию просветленных зон или зон разжижения на чашках Петри с твердой средой, приготовленной смешиванием молока с мясо-пептонным агаром.

Амилолитическую активность определяли по зонам гидролиза крахмала при выращивании микроорганизмов на крахмало-аммиачном агаре. Среду разливали по чашкам Петри и высевали, исследуемые культуры штрихом. Гидролиз крахмала обнаружили при обработке агаровой пластинки раствором Люголя, после чего среда с крахмалом окрашивалась в синий цвет, а зона гидролиза оставалась бесцветной или приобретала красно-бурую окраску.

Для выявления способности микроорганизмов разжижать желатину исследуемые культуры высевали на мясо-пептонную желатину, приготовленную следующим образом: к мясо-пептонному бульону добавляли 15 г желатины, оставляли на 20 минут, чтобы желатина набухла. Затем смесь нагревали на водяной бане до полного растворения желатины и разливали

полученную МПЖ в пробирки по 10 мл, стерилизовали автоклавированием при 0,5 атм 15 мин. Посев проводили уколом. Разжижение желатины или его отсутствие отмечали визуально.

Для определения активности фермента уреазы штаммы высевали на твердую агаризованную среду с 10 г/л мочевины и 2 мг/л 1,6 % спиртового раствора крезолового красного. О наличии фермента судили по появлению красного окрашивания среды через 24 ч роста при 37 °С.

Целлюлазную активность определяли путем посева микроорганизмов на агаризованную питательную среду МПА с карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ), ковалентно связанной со специальным красителем. О наличии активности судили по образованию зон просветления вокруг колоний.

В целях получения достоверных данных каждый опыт проводили в трех повторностях, причем каждое значение, приведенное в главе результаты и обсуждение, есть среднее арифметическое из трех определений.

Долю разных видов ферментативной активности рассчитывали по формуле:

$$E = A/B,$$

где А – количество баллов (положительных результатов теста),
В – количество видов активности.

Результаты и обсуждение

Редуцирующая активность микроорганизмов определяется, прежде всего, особенностями их ферментных систем. В этой связи все выделенные культуры микромицетов были проанализированы на наличие потенциальной активности следующих ферментов: протеазы, желатиназы, уреазы, амилазы, лецитиназы, липазы, целлюлазы и фенолоксидазы. Отмечено, что большой процент штаммов проявил высокую ту или иную ферментативную активность.

Биохимические характеристики штаммов микромицетов представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, протеолитическая активность при росте на молочном агаре отмечается у большинства штаммов, что составляет 84 % от общего количества всех проанализированных культур. При разжижении желатина этот процент был самый низкий – 14 %. Уреазная активность отмечена у 28, лецитиназная – 78 % культур. Липолитические фер-

Табл. 1. ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННОЙ МИКОБИОТЫ

Расстояние от «ИрАЗ- РУСАЛ»	Название вида	Биохимический тест							
		протеаза	желатиназа	уреаза	лецитиназа	липаза	амилаза	целлюлаза	фенолоксидаза
0,5 км	<i>Penicillium purpurogenum</i>	+	–	–	+	–	±	+	–
	<i>Aspergillus niger</i>	+	–	–	–	+	+	+	–
	<i>Aspergillus flavus</i>	+	–	–	–	+	+	±	–
	<i>Verticillium album</i>	–	–	±	+	–	–	–	–
5 км	<i>Penicillium funiculosum</i>	+	–	–	+	–	+	+	–
	<i>Aspergillus niger</i>	+	–	±	±	+	+	+	–
	<i>Penicillium velutinum</i>	+	–	–	+	–	+	±	–
	<i>Trichoderma koningii</i>	+	–	–	+	–	–	+	–
	<i>Penicillium purpurogenum</i>	+	–	–	–	±	+	±	–
	<i>Fusarium oxysporium</i>	–	–	–	+	±	–	–	–
15 км	<i>Penicillium sp.</i>	+	–	–	+	–	+	±	–
	<i>Aspergillus flavus</i>	+	–	±	+	±	+	+	–
	<i>Aspergillus niger</i>	+	–	–	–	+	+	+	–
	<i>Penicillium purpurogenum</i>	+	–	–	+	–	–	±	–
	<i>Penicillium funiculosum</i>	+	–	–	+	±	–	+	–
	<i>Rhizopus sp.</i>	+	±	±	–	–	–	–	–
	<i>Chaetomium sp.</i>	–	–	±	+	–	–	–	–
25 км	<i>Trichoderma viride</i>	+	–	–	+	±	+	+	–
	<i>Penicillium sp.</i>	+	–	+	+	–	+	+	+
	<i>Mucor sp.</i>	+	+	–	+	–	–	–	–
	<i>Penicillium funiculosum</i>	+	–	+	+	±	–	+	–
	<i>Trichoderma koningii</i>	+	–	±	+	±	–	+	–
	<i>Penicillium velutinum</i>	+	–	+	+	±	–	+	–
	<i>Rhizopus sp.</i>	+	+	+	+	–	–	–	–
	<i>Alternaria sp.</i>	–	+	±	+	+	±	±	–

Примечание: +; ± (наличие, степень ферментативной активности)
– (отсутствие ферментативной активности),

Табл. 2. ДОЛЕВОЕ СООТНОШЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ

Расстояние от «ИрКАЗ-РУСАЛ»	Доля разных видов активности
0,5 км	31,25%
5 км	33,3%
15 км	33,42%
25 км	43%

менты были обнаружены у 36 % исследуемых культур микромицетов, а амилолитические у 48 % культур.

Целлюлазная активность выявлена у 64 % штаммов, а фенолоксидазная активность только у одного штамма – *Penicillium sp.*, выделенного из контрольной почвы. Обычно грибы этого рода не вступают в реакцию с лигнином. Данный же штамм проявлял оксидазную активность на среде с танином (тест Бавендамма), придавая ей четкую коричневую окраску в местах контакта с мицелием, что говорит о способности окислять ароматические соединения.

Долевое соотношение разных видов активности приведено в таблице 2.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что доля положительных результатов теста увеличивается по мере удаления от промышленного узла.

Кроме того, необходимо отметить, что в опытных почвах ферментативно активных штаммов было больше среди представителей рр. *Aspergillus* и *Penicillium*, что свидетельствует о их более высокой эврифагности, по сравнению с другими культурами микроскопических грибов, выделенных из опытных почв.

В целом ферментативная активность штаммов, выделенных из контрольной почвы, выше, чем у штаммов, изолированных из опытных почв.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы производственными и природоохранными организациями для биоиндикации и диагностики при оценке экологического состояния почв и их загрязнения техногенными поллютантами.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. Берсенева О.А., Саловарова В.П. О некоторых особенностях современного состояния почв и почвенной микобиоты в районе азровыбросов Иркутского алюминиевого завода (ОАО «ИрКАЗ-РУСАЛ») // Вестник РУДН. 2009. № 3. С. 5–9.
2. Берсенева О.А., Саловарова В.П. Воздействие выбросов металлургических производств на почвенные микробиоценозы // Известия Иркутского государственного университета Серия Биология. Экология. № 4. 2011. С. 18.
3. Белозерцева И.А. Воздействие техногенных выбросов на почвенный покров верхнего Приангарья // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: материалы Российск. науч.-практ. конф. Иркутск, 2002. С. 13.
4. Гузев В.С., Левин С.В. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов // Перспективы развития почвенной биологии. 2001. №5. С. 178–219.
5. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1993. С. 16.
6. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 2005.
7. Литвинов М.А. Определитель почвенных микроскопических. Л.: Наука, 1967. С. 45–47.
8. Одинаев Ш.Ф. Состояние здоровья населения в зоне влияния техногенных факторов алюминиевого производства: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.05. Душанбе, 1997.
9. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. С.10–15.
10. Watanabe T. Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species. Florida, 2000. P. 411–415.

ОБ АВТОРЕ

Берсенева Оксана Андреевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физико-химической биологии ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет».
Телефон 8 (3952) 24-18-55.
E-mail: berseneva-oksana@rambler.ru.

Berseneva Oksana Andreevna, PhD in biology, senior lecturer, Irkutsk State University.
Phone 8 (3952) 24-18-55. E-mail: berseneva-oksana@rambler.ru.

УДК 577.352

**Бондарь Т.П. [Bondar' T.P.]
Петровский С.А. [Petrovsky S.A.]**

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЯЗКОСТИ КРОВИ И БИОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

The relationship of blood viscosity and biophysical properties of the membrane of red blood cells in patients with type 2 diabetes

Проблема сахарного диабета и его осложнений в настоящее время является весьма актуальной. Изучение такого вопроса, как механизм развития сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом все чаще становится объектом научных исследований. Для людей болеющих сахарным диабетом реологические свойства крови являются жизненно важным показателем, так как в результате длительной гипергликемии в организме происходят значительные изменения, напрямую касающиеся реологических свойств крови. Конечным результатом биофизических и гемореологических изменений крови, происходящих в организме, является повышение вязкости крови, что приводит к снижению скорости кровотока, в условиях повышенной концентрации глюкозы в крови происходят необратимые изменения, затрагивающие биофизические свойства эритроцита, ухудшающие реологические свойства крови и как следствие дает начало развитию застойных явлений, повреждению стенок эндотелия сосудов и развитию сосудистых заболеваний: инсульт, инфаркт, микро и макро ангиопатии.

Ключевые слова: Сахарный диабет, антипатии, деформабельность эритроцитов, агрегация эритроцитов, вязкость крови, гликированный гемоглобин.

The problem of diabetes and its complications is currently very important. The study of this question, as a mechanism for the development of vascular complications in patients with diabetes is increasingly becoming the subject of scientific research. For people suffering from diabetes blood rheology are a vital indicator, as a result of prolonged hyperglycemia in the body is undergoing significant changes directly related to the rheological properties of blood. The end result of biophysical and hemorheological changes of blood in the body is to increase blood viscosity, which reduces flow velocity under conditions of elevated blood glucose concentrations irreversible changes that affect the biophysical properties of the erythrocyte, worsening the rheological characteristics of blood and as a result gives rise to the development of stagnation phenomena, damage to the walls of the vascular endothelium and the development of vascular diseases: stroke, heart attack, micro and macro angiopathy.

Key words: Diabetes mellitus, angiopathy, deformation red blood cells, red blood cell aggregation, blood viscosity, glycated hemoglobin.

Проблема сахарного диабета и его осложнений в настоящее время является весьма актуальной, потому как с каждым днем число заболевших, возрастает в геометрической прогрессии, что влечет за собой снижение качества и продолжительности жизни человека.

Изучение такого вопроса, как механизм развития сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом, все чаще становится объектом научных исследований, так как эта проблема действительно заслуживает пристального внимания, потому что сосудистые осложнения являются причиной ранней инвалидизации и летальности больных сахарным диабетом.

Для людей, болеющих сахарным диабетом, реологические свойства крови являются жизненно важным показателем, так как в результате длительной гипергликемии в организме происходят значительные изменения, напрямую касающиеся реологических свойств крови. Вязкость крови зависит от множества факторов, но к наиболее определяющим нормальную вязкость крови можно отнести: биохимические показатели крови, в том числе биофизические свойства красных клеток крови (агрегация и деформабельность эритроцитов), белковый состав плазмы крови. Гипергликемия является пусковым моментом в развитии реологических нарушений крови [1].

Уменьшение объема плазмы крови и увеличение массы эритроцита приводит к повышению уровня гематокрита с последующим увеличением общей вязкости крови. Причиной повышенного уровня гематокрита могут быть заболевания различной этиологии, например гипергликемия, заболевания сердца и так далее [1].

Наличие белка в плазме крови влияет на ее вязкость и, следовательно, является важным фактором определяющим реологию крови. Фибриноген является белком воспалительной реакции протекающей в организме, повышенная концентрация фибриногена значительно повышает вязкость крови и участвует в агрегации эритроцитов [2].

Эритроциты под воздействием глюкозы и белков плазмы крови образуют агрегаты. Это происходит из-за образования в мембране эритроцита гликированного гемоглобина, который непосредственно принимает участие в образовании монетных столбиков, за счет нарушенной функциональности ионных каналов мембраны эритроцита происходит потеря ионов калия и кальция, в результате чего меняется заряд мембраны, что в свою очередь также приводит к агрегатообразованию [4].

В условиях повышенной концентрации глюкозы в крови происходят необратимые изменения, затрагивающие биофизические свойства эритроцита. Под воздействием глюкозы заметно снижаются эластические свойства эритроцита, что не позволяет проникать ему в мельчайшие со-

суды организма, вследствие чего происходит нарушение питания тканей, развивается гипоксия. Это является отправной точкой в развитии различных тяжелых патологических процессов, таких как ишемия, инфаркт, инсульт, диабетическая ангиопатия [3].

Конечным результатом процессов, происходящих в крови, которые были описаны выше, является повышение вязкости крови, что приводит к снижению скорости кровотока, ухудшению реологических свойств крови и как следствие застойные явления, повреждение стенок эндотелия сосудов и развитие сосудистых заболеваний: инсульт, инфаркт, микро и макро ангиопатии [3].

Целью исследования явилось изучение зависимости вязкости крови от изменения агрегации и деформации эритроцитов у больных сахарным диабетом.

Для выполнения поставленной задачи было обследовано 123 человека, находящихся на стационарном лечении в эндокринологическом отделении МУЗ Городская клиническая больница № 3 г. Ставрополя. Из них 67 больных сахарным диабетом 2 типа без сосудистых осложнений (1 группа) и 56 человека больных сахарным диабетом 2 типа с сосудистыми осложнениями (2 группа) и 95 добровольно согласившихся на обследование здоровых людей.

В работе использовали унифицированные методы определения концентрации глюкозы, фибриногена и плотности плазмы крови; исследования проводили в день госпитализации.

Для оценки биофизических свойств мембраны эритроцитов изучали деформабельность на автоматическом дифрактометре Rheodyn-SSD, (Myrenne GmbH, Германия). Степень агрегации эритроцитов определяли с помощью автоматического агрегометра эритроцитов типа MA1 (Myrenne, Германия), разработанного на основе метода H. Schmid-Schonbein.

Статистическую обработку данных проводили с привлечением методов параметрического анализа с использованием пакета Microsoft Excel. Определяли основные статистические характеристики: среднее ($\bar{X}$), ошибку среднего (m) и стандартное отклонение (σ). Достоверность различия средних определяли по критерию Стьюдента (t) для коэффициентов вариации, уровень значимости (p) выбран менее 0,05. Для изучения зависимости вязкости крови и биофизических показателей крови у больных сахарным диабетом и оценки степени взаимосвязи признаков проводился корреляционный анализ с вычислением парных коэффициентов корреля-

Табл. 1. ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ В УСЛОВИЯХ ГИПЕРГЛИКЕМИИ ($X \pm m$; $p \leq 0,005$)

Показатель, единицы измерения	СД 2 n=67	СД с СО n=56	Здоровые n=95
НСТ, %	40,07 $\pm$ 0,54*	48,19 $\pm$ 0,25**	40,05 $\pm$ 0,23
ρ	1,19 $\pm$ 0,04*	1,30 $\pm$ 0,25**	0,83 $\pm$ 0,03
Фибриноген, г/л.	5,83 $\pm$ 0,14*	6,94 $\pm$ 0,19**	3,38 $\pm$ 0,03***

Примечание. Достоверность различия: * между больными сахарным диабетом и больными сахарным диабетом с сосудистыми осложнениями, ** между больными сахарным диабетом с сосудистыми осложнениями и здоровыми людьми, *** между больными с сахарным диабетом и здоровыми людьми

ции Пирсона. Взаимосвязь между параметрами считалась высокой линейной, если коэффициент корреляции (r) лежал в диапазоне корреляции 0,7 и выше, заметной – 0,7–0,5, умеренной 0,5–0,31 и при r менее 0,3 считалось, что линейную зависимость между параметрами найти не удалось.

Для выполнения поставленной цели был проведен сравнительный анализ данных, влияющих на реологические характеристики крови. У всех больных уровень глюкозы на момент поступления отмечался выше 6,5 ммоль/л, при этом достоверных различий в группах, выделенных в зависимости от наличия сосудистых осложнений, не отмечалось; так у больных сахарным диабетом без сосудистых осложнений концентрация глюкозы составила $6,8 \pm 0,15$ ммоль/л, а у больных сахарным диабетом с сосудистыми осложнениями $7,03 \pm 0,18$ ммоль/л. В приведенной ниже таблице 1 представлены данные изучения гематокрита, уровня фибриногена и плотности плазмы крови.

Из таблицы 1 видно, что у больных СД и больных СД с СО достоверное изменение всех исследуемых показателей по сравнению с контрольной группой обследованных. Это свидетельствует о том, что у больных сахарным диабетом и больных с сосудистыми осложнениями происходит изменение биохимических показателей плазмы крови, которые приводят к значительному повышению плотности плазмы крови влекущее за собой развитие нарушения реологических свойств крови.

Табл. 2. ИЗМЕНЕНИЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ ($\bar{X} \pm m$; $p \leq 0,005$)

Показатель, единицы измерения	СД 2 n = 67	СД с СО n = 56	Здоровые n = 95
Агрегация			
m-5	6,09 ± 0,20*	7,95 ± 0,42**	4,76 ± 0,17***
m-10	16,21 ± 0,47*	19,38 ± 1,2**	12,84 ± 0,38***
m ₁ -5	5,15 ± 0,20*	12,50 ± 1,0**	4,48 ± 0,01
m ₁ -10	16,56 ± 0,46*	26,46 ± 1,8**	14,87 ± 0,24***
Деформабельность			
0,3 (Pa)	3,4 ± 0,22*	8,55 ± 1,73**	2,11 ± 0,23
0,6 (Pa)	4,35 ± 0,25*	5,91 ± 0,19**	3,94 ± 0,26
1,2 (Pa)	12,16 ± 0,36	12,83 ± 0,40**	6,57 ± 0,74***
3,0 (Pa)	24,30 ± 0,44	25,61 ± 0,38**	25,58 ± 0,33
6,0 (Pa)	32,01 ± 0,46	33,41 ± 0,37**	24,60 ± 1,06***

Примечание. Достоверность различия:

- * между больными сахарным диабетом и больными сахарным диабетом с сосудистыми осложнениями,
- ** между больными сахарным диабетом с сосудистыми осложнениями и здоровыми людьми,
- *** между больными с сахарным диабетом и здоровыми людьми.

В результате оценки биофизических свойств эритроцитов, деформабельность и агрегация, были получены следующие результаты, представленные в таблице 2.

В результате оценки данных, полученных в ходе исследования, можно сказать о том, что у больных СД и больных СД с СО заметно сни-

жены показатели деформабельность и агрегация, это свидетельствует о том, что изменение биохимических показателей крови и воздействие на эритроциты повышенной концентрации глюкозы приводит к развитию биофизических нарушений мембраны эритроцита, к которым можно отнести снижение эластичности мембраны эритроцита и значительно повышает способность эритроцитов образовывать агрегаты, за счет гликирования белков мембраны эритроцита. В связи с чем, эритроциты теряют свои функциональные особенности, что ведет к развитию реологических нарушений крови.

Проведя корреляционный анализ изучения зависимости вязкости крови и биофизических показателей крови у больных сахарным диабетом без сосудистых осложнений, нам не удалось установить прямой пропорциональной зависимости между плотностью плазмы крови, агрегацией и деформацией эритроцитов. Это объясняется тем, что у больных сахарным диабетом без сосудистых осложнений не наблюдается острых реологических нарушений, которые могли бы привести к сосудистой патологии.

Анализируя взаимосвязь плотности плазмы, степенью агрегации ($r=0,4847$, $p \leq 0,001$); деформабельности ($r=0,3910$, $p \leq 0,001$). В результате нарушения деформабельности мембраны эритроцита и агрегационной способности красных клеток крови приводит к увеличению плотности плазмы крови, что влечет за собой повышение вязкости крови и как следствие снижение скорости течения крови. Все эти факторы приводят к развитию реологических нарушений крови и ангиопатий различного генеза.

Подводя итог исследования видно, что вязкость крови напрямую зависит от таких показателей, как плотность плазмы, степень агрегации и деформабельность эритроцитов. Поэтому изменения, касающиеся этих показателей, являются основополагающими в развитии нарушений вязкости крови, что приводит к появлению необратимых сосудистых патологий сахарного диабета.

Таким образом, придавая огромное значение в изучении морфофункциональных изменений эритроцитов и их ориентации в кровеносном русле, ученые могут сделать большой вклад в доказательство гипотезы о важности реологических свойств крови в развитии окклюзии сосудов патологическими тромбо- и эритроцитарными агрегатами.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. Бондарь Т.П. Изменение показателей гемопозза у больных сахарным диабетом 2-го типа в зависимости от наличия сосудистых осложнений / Анфиногенова О.И., Бондарь М.В., Солдатов А.А. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2010. Т. 6. № 4. С. 783–786.
2. Бондарь Т.П. Исследование гемореологических показателей при осложненном сахарном диабете / Т.П. Бондарь, Е.В. Печенкин, С.А. Петровский // Клиническая лабораторная диагностика. 2013. № 9. С. 89.
3. Муравьев А. В. Деформация эритроцитов: роль в микроциркуляции / В. Л. Комлев, П. В., Михайлов, А. А., Ахапкина, А. А., Муравьев, А.В. // Ярославский педагогический вестник. 2013. №2. Т. III (Естественные науки).
4. Christy RM, Baskurt OK, Gass GC, et al. Erythrocyte aggregation and neutrophil function in an aging population. Gerontology. 2010. 56: 175–180.

ОБ АВТОРАХ

Бондарь Татьяна Петровна, доктор медицинских наук, профессор, директор Института живых систем, зав. кафедрой медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон 8 (8652) 35-39-61. E-mail: tatiana_bond_st@mail.ru.

Bondar Tatiana Petrovna, MD, professor, director of the Institute of living systems manager, Head of the Department of Medical Biochemistry, Clinical Laboratory Diagnostics and Pharmacy of the North Caucasus Federal University.

Phone: 8 (8652) 35-39-61. E-mail: tatiana_bond_st@mail.ru.

Петровский Сергей Андреевич, аспирант 2 года обучения специальности физиология Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8 (8652) 35-50-68. E-mail petrovskiy.sa@gmail.com.

Petrovskiy Sergey Andreyevich, graduate student 2-year specialty training physiology of the North Caucasus Federal University.

Phone: 8 (8652) 35–50–68. E-mail petrovskiy.sa@gmail.com.

УДК 57.088.2

Денисова Е.В. [Denisova E.V.],
Супрунчук В.Е. [Suprunchuk V.E.],
Горбачева А.А. [Gorbacheva A.A.],
Ширинян М.Г. [Shirinjan M.G.]

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКАПСУЛ НА ОСНОВЕ ФУКОИДАНА ПУТЕМ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ГЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ

Formation of microcapsules with fukoidan by external and internal jellification

Проведено исследование взаимосвязи структуры и стабильности микрокапсул на основе полисахарида бурых водорослей фукоидана, различных сшивающих агентов и стабилизаторов при моделировании физиологических условий.

Ключевые слова: фукоидан, матрица, гелеобразование, моделирование, стабильность.

Investigated the relationship between structure and stability of the polysaccharide-based microcapsules kelp fucoidan, various crosslinking agents and stabilizers for modeling physiological conditions.

Keyword: fucoidan, matrix, gelling, modeling, stability.

Известно, что биодоступность лекарственных средств, вводимых перорально или энтерально, снижается в связи со многими факторами (разрушающее действие амилаз ЖКТ, pH среды и т. д.). Поэтому все более актуальной становится проблема разработки способов транспорта и защиты молекул фармацевтических препаратов, с одновременным усилением терапевтического эффекта, увеличением биодоступности и снижением побочного действия. В качестве подобных систем возможно использовать полисахаридные матрицы. Как правило, такие матрицы формируются либо из одного полисахарида (наиболее часто используемые – альгиновая кислота [9], хитазан, декстран, пектин [6] и т. д.), либо с использованием определенных сшивающих агентов (лимонная кислота, ионы металлов – Ca^{2+} , Al^{3+} , Ba^{2+} , Zn^{2+}). Возможно также формирование комплексов за счет сил электростатического притяжения с образованием систем вида «полисахарид-полисахарид», «полисахарид-белок» [8].

Интерес к фукоиданам обусловлен различными видами их биологической активности. Так они являются мощными антикоагулянтами [10], противоопухолевыми и противовирусными агентами [4]. Фукоиданы относят к фуканам, группе высокосульфатированных полисахаридов, доминирующим мономерным звеном в которых выступает фукоза, а также могут содержаться различные количества остатков глюкозы, маннозы, ксилозы и глюкуроновой кислоты [2, 3]. Выделение фукоиданов осуществляется из бурых водорослей, где их содержание может достигать 20 %.

Структура фукоиданов разветвленная и зависит от ряда факторов (вид бурой водоросли, температура и время экстракции и т.д.), однако можно выделить два наиболее часто встречаемых структурных скелета, состоящих из повторяющихся α -L-фукопиранозных остатков связанных $1 \rightarrow 3$ гликозидными связями или $1 \rightarrow 3$ и $1 \rightarrow 4$ связями [8].

Более подробно структура фукоиданов выделенных из различных водорослей (*Laminaria saccharina*, *Clodosiphon okamuranus*, *Fucus vesiculosus*) охарактеризована в работах [5] и [7].

Использование фукоидана для создания полимерных матриц позволит формировать микрочастицы, устойчивые к воздействию ферментов желудочно-кишечного тракта. Целью работы является разработка метода формирования устойчивых во времени микрочастиц на основе фукоидана.

Экспериментальная часть

В работе использовался 1,5 % раствор фукоидана, выделенный нами из *Fucus vesiculosus*. При формировании микрочастиц применялись 0,5 М растворы CaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, ZnCl_2 , BaCl_2 , и 0,5 М взвесь CaCO_3 .

Получение частиц путем внешнего гелеобразования

Раствор фукоидана вносили в раствор сшивающего агента по каплям при постоянном перемешивании 600 об/мин в течение 30 мин. Частицы центрифугировали 10 мин при 2500 об/мин, промывали. Для определения стабильности взвешивали 0,1 г частиц и вносили в 10 мл буферного раствора (0,1 М HCl , 200 мМ Tris-HCl , 0,85% NaCl , 10 % сахарозы, H_2O).

*Получение частиц путем внешнего и внутреннего
гелеобразования в гидрофобной среде*

Раствор полисахарида вносили в 25 мл гексана при постоянном перемешивании в течении 5 мин, добавляли 0,25 мл стабилизатора (циклометикон / Salcare SC 80) и продолжали промешивание в течении 30 мин. Центрифугировали 10 мин при 2500 об/мин, промывали. Для определения стабильности взвешивали 0,1 г частиц и вносили в 10 мл буферного раствора (0,1 М HCl, 200 мМ Tris-HCl, 0,85 % NaCl, 10 % сахарозы, H₂O).

Обсуждение результатов

Фукоидан относится к группе некрахмальных полисахаридов, т.е. не гидролизуетсa амилазами, не абсорбируется в кровь и частично или полностью подвергается ферментной дeгpадации микрофлорой толстой кишки [1]. Поэтому при рассмотрении возможности формирования микрочастиц на основе фукоидана и определения их стабильности можно не учитывать ферменты желудочно-кишечного тракта. Однако существенную роль на растворение полисахаридных микрочастиц оказывает pH среды. В качестве системы, моделирующей условия желудка, мы использовали 0,1 М HCl (pH 1,5), условия тонкого кишечника – 200 мМ Tris-HCl (pH 7,5). Многие лекарственные препараты готовят на физиологическом растворе, воде, поэтому была рассмотрена стабильность в 0,85% NaCl и в воде. Одним из криопротекторов, увеличивающих степень стабильности частиц полисахаридного и липидного происхождения выступает сахароза. В работе использовался ее 10% раствор.

Для определения оптимальных условий формирования и хранения фукоидановых микрочастиц, нами были рассмотрены кальциевые, алюминийевые, бариевые и цинковые соли фукоидана, полученные путем внешнего и внутреннего гелеобразования в перечисленных средах.

Формирование фукоидановых микрочастиц путем внешнего гелеобразования осуществлялось с использованием солей Ca²⁺, Al³⁺, Ba²⁺, Zn²⁺. Было установлено, что стабильные во времени гелиевые структуры образуются с ионами Ca²⁺, Ba²⁺, Zn²⁺, а с ионом Al³⁺ образуются растворимые комплексы. При этом все полученные матрицы имели неправильную форму (рис 1).

Исследование стабильности в различных средах представлены на рисунке 2.

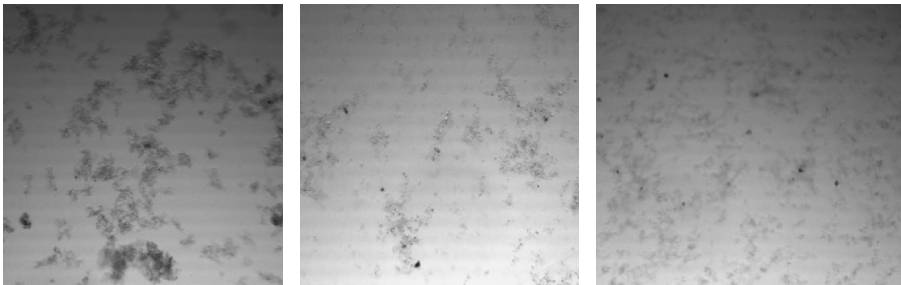


Рисунок 1. Гелиевые матрицы на основе фукоидана
где: А – Ca^{2+} , Б – Ba^{2+} , В – Zn^{2+} .

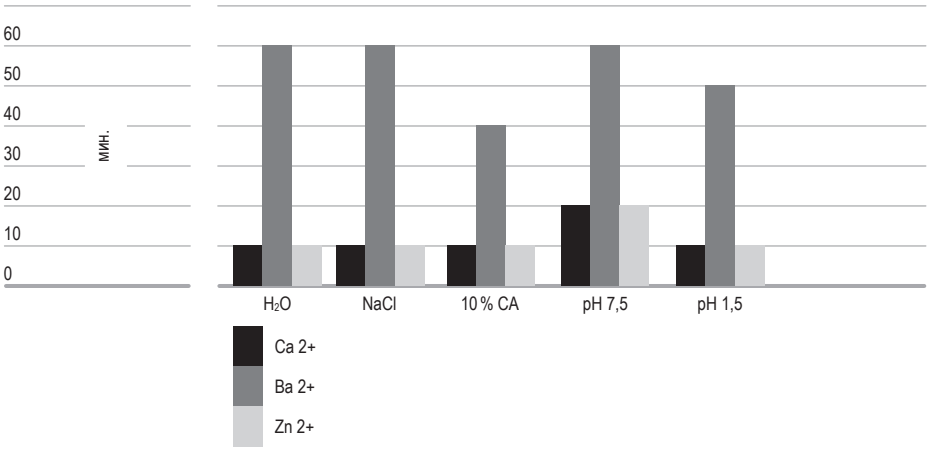


Рисунок 2. Стабильность солей фукоидана в различных средах.

Выявлено, что самыми устойчивыми матрицами являются частицы на основе бариевых солей фукоидана, их растворение происходит лишь по истечении часа. Самыми нестабильными оказались гелиевые матрицы на основе цинковых солей фукоидана. При этом самая высокая устойчивость рассматриваемых микросистем проявилась в системе с pH 7,5. Таким образом, использование катионов Ba^{2+} в качестве сшивающего агента

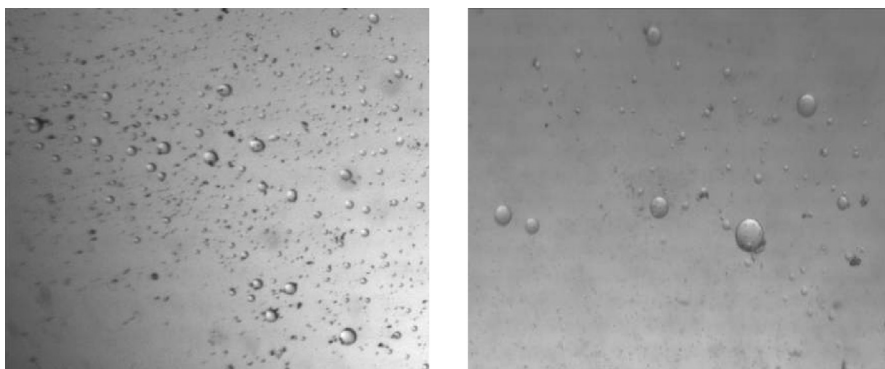


Рисунок 3. Микрочастицы фукоидана образованные в гидрофобном растворителе путем внутреннего (А) и внешнего (Б) гелеобразования.

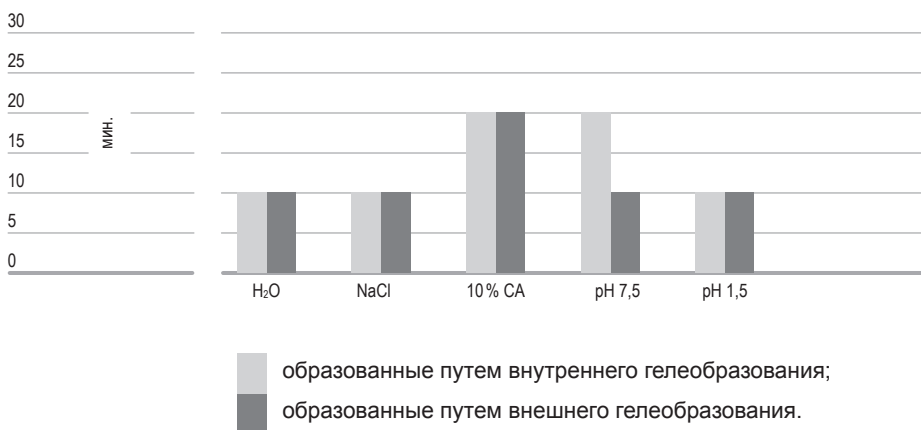


Рисунок 4. Стабильность кальциевых микрочастиц фукоидана

по методу внешнего гелеобразования привело к получению устойчивых во времени частиц, а применение ионов Al^{3+} уменьшает степень устойчивости к эрозии частиц в представленных средах. Матрицы, сшитые с помощью ионов кальция, использовались для дальнейшего исследования.

Внесение водного раствора фукоидана в гидрофобную жидкость с последующей ковалентной сшивкой путем внешнего и внутреннего геле-

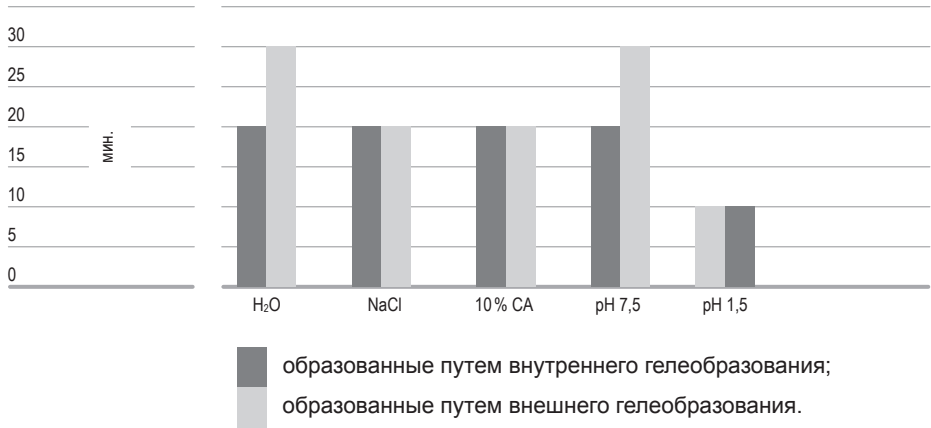


Рисунок 5. Стабильность кальциевых микрокапсул фукоидана в циклометиконе.

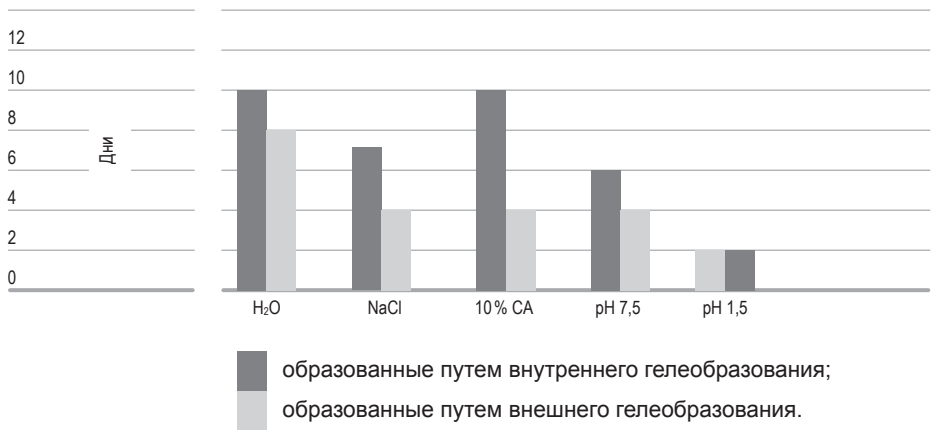


Рисунок 6. Стабильность микрокапсул фукоидана в Salcare SC80.

образования ионами Ca^{2+} , привело к получению гелиевых структур неправильной формы, но и частиц правильной сферической структуры (рис 3). Однако существенного изменения стабильности не наблюдалось (рис 4).

Для увеличения степени стабильности полученных эмульсий были использованы стабилизатор циклометикон и Salcare SC80, который также выступает гелеобразователем. Введение циклометикона привело к увеличению стабильности микросфер полученных путем внутреннего гелеобразования (рис 5). Причем наибольшей стабильностью в водной

и щелочной среде обладали микрочастицы полученные с помощью внешнего гелеобразования. В кислой же среде все частицы проявили низкую стабильность.

Наиболее стабильными оказались микросферы образованные после внесения в систему Salcare SC80 (рис. 6), что возможно обусловлено взаимодействием между молекулой фукоидана и стабилизатора за счет сил различной природы или образованием микрочастицы, гелеобразователем с фиксированием молекул полисахарида. Из рисунка видно, что большей стабильностью обладают микрочастицы полученные путем внутреннего гелеобразования. Причем в условиях, моделирующих желудок, малостабильны оба вида гелиевых структур, в то время как при нейтральных значениях pH стабильность колеблется от 7 до 10 дней. Частицы, полученные по первой методике, аналогично проявили высокую стабильность в 10% растворе сахарозы.

Таким образом, микрочастицы, полученные путем внутреннего гелеобразования в условиях введения стабилизатора/гелеобразователя Salcare SC80, имеют самую высокую из рассмотренных микрочастиц стабильность. При этом оптимальной средой для хранения таких матриц является вода или 10% раствор сахарозы. В качестве сшивающего агента предпочтительно использование ионов Ca^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хотимченко Ю. С. и др. Фармогология некрахмальных полисахаридов // Вестник ДВО РАН. 2005. №1.
2. Ale M. T. et al. Fucoidan from *Sargassum* sp. and *Fucus vesiculosus* reduces cell viability of lung carcinoma and melanoma cells in vitro and activates natural killer cells in mice in vivo // International journal of biological macromolecules. 2011. Т. 49. №3. С. 331–336.
3. Berteau O., Mulloy B. Sulfated fucans, fresh perspectives: structures, functions, and biological properties of sulfated fucans and an overview of enzymes active toward this class of polysaccharide // Glycobiology. 2003. Vol. 13, №6. С. 29–40/
4. Bilan M. I. et al. Structure of a fucoidan from the brown seaweed *Fucus evanescens* C. Ag // Carbohydrate research. 2002. Vol. 337, №8. С. 719–730.
5. Cumashi A. et al. A comparative study of the anti-inflammatory, anticoagulant, antiangiogenic, and antiadhesive activities of nine different fucoidans from brown seaweeds // Glycobiology. 2007. Vol. 17, №5. С. 541–552.

6. Fullana S. G. et al. Controlled release properties and final macroporosity of a pectin microspheres–calcium phosphate composite bone cement // *Acta biomaterialia*. 2010. Vol. 6, №6. С. 2294–2300.
7. Holtkamp A. D. et al. Fucoidans and fucoidanases – focus on techniques for molecular structure elucidation and modification of marine polysaccharides // *Applied microbiology and biotechnology*. 2009. Vol. 82, №1. С. 1–11.
8. Li F., Li J., Zhang S. S. Molecularly imprinted polymer grafted on polysaccharide microsphere surface by the sol–gel process for protein recognition // *Talanta*. 2008. Vol. 74. №5. С. 1247–1255.
9. Martins S. et al. Insulin-loaded alginate microspheres for oral delivery–effect of polysaccharide reinforcement on physicochemical properties and release profile // *Carbohydrate Polymers*. 2007. Vol. 69, №4. С. 725–731.
10. Nagumo T., Nishino T. Fucan sulfates and their anticoagulant activities // *Polysaccharides in medicinal applications*. 1996. С. 545–574.

ОБ АВТОРАХ:

Денисова Евгения Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации Северо-Кавказского федерального университета. Адрес: 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, корп. 3. Тел. (8652) 33-08-53. E-mail: den_ev@mail.ru.

Denisova Evgenija Vladimirovna, candidate of biological sciences, the associate professor of department of the medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy North-Caucasus federal university. Telephone (8652) 33-08-53. E-mail: den_ev@mail.ru.

Супрунчук Виктория Евгеньевна, инженер-лаборант кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета. Адрес: 355006, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, корп. 3. Тел. (8652) 35-50-68.

Suprunchuk Viktoria Evgen'evna, engineer of department of the medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy North-Caucasus federal university.

Telephone (8652) 33-08-53. E-mail: vikasuprunchuk@gmail.ru.

Горбачева Анастасия Александровна, студент 4 курса Института живых систем группы МБС-112 (2) Северо-Кавказского федерального университета. Адрес: 355006, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, корп. 3. Телефон (8652) 35-50-68.

Gorbacheva Anastasia Aleksandrovna, student 4 course North-Caucasus federal university group MBS-112(2). Telephone (8652) 33-08-53.

Ширинян Маргарита Григорьевна, студент 4 курса Института живых систем группы МБС-112 (2) Северо-Кавказского федерального университета. Адрес: 355006, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, корп. 3. Тел. (8652) 35-50-68.

Shirinyan Margarita Grigorjevna, student 4 course North-Caucasus federal university group MBS-112(2). Telephone (8652) 33-08-53.

УДК 598.2

Шкарлет Г. П. [Shkarlet G.P.]

ФАУНА И НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Fauna and population of birds of field-protecting plantings of Stavropol krai

В работе представлены результаты полевых исследований, посвященных изучению видового состава и численности птиц лесных полос. Всего отмечено 84 вида птиц, относящихся к 13 отрядам. В видовой список вошли все зарегистрированные в период исследования виды, в том числе и те, которые опосредованно связаны с полезащитными насаждениями – обитатели открытых пространств, камышей и тростников, а также береговики мелководники. Представлены среднемесячные данные показателя обилия птиц, собранные в весенне-осенний период. На основе анализа динамики численности гнездящихся видов птиц за трехлетний период, определена доля участия каждого вида в населении. За период наблюдений выявлено 50 видов гнездящихся птиц: из них в предгорной зоне 36 видов, в лесостепной зоне 49 видов, в степной зоне 33 вида и в полупустынной – 27 видов птиц.

Ключевые слова: фауна, плотность населения, виды птиц, численность, плотность гнездования.

Average monthly and annual indicators of abundance and density of types are presented. In work results field research are presented, to the devoted studying of specific structure and number of birds of forest strips. In total 84 bird species relating to 13 groups are noted. The specific list included all types registered during research, including what are indirectly connected with field-protecting plantings – inhabitants of open spaces, canes and reeds, and also a birds of coast. The average monthly data of an indicator of abundance of birds collected during the spring and autumn period are submitted. On the basis of the analysis of dynamics of number of the nesting bird species, for three summer period, share of each look in the population is defined. During supervision 50 species of the nesting birds are revealed: from them in a foothill zone of 36 types, in a forest-steppe zone of 49 types, in a steppe zone 33 look and in semidesertic – 27 bird species.

Key words: Fauna, population density, bird species, number, nesting density.

Исследования фауны полезащитных лесополос, проведенные в различных ландшафтных провинциях Ставропольского края, позволили выявить 84 вида птиц, так или иначе связанных с этим типом интразональных биотопов. Наибольшим количеством видов представлены отряд воробьинообразных *Passeriformes* – 52 вида, отряд соколообразных *Falconiformes* – 9 видов, отряд дятлообразных *Piciformes* – 4 вида, отряды голубеобразных *Columbiformes*, курооб-

разных *Galliformes*, аистообразных *Ciconiiformes* – по 3 вида, по 2 вида отряды совообразных *Strigiformes*, ракшеобразных *Coraciiformes* и журавлеобразных *Gruiformes*. Имеются также по одному представителю из отрядов кукушкообразных *Cuculiformes*, козодоеобразных *Caprimulgiformes*, удообразных *Upupiformes* и ржанкообразных *Charadriiformes*.

В видовой список вошли все зарегистрированные в период исследования виды, в том числе и те, которые опосредованно связаны с полезащитными насаждениями – обитатели открытых пространств, камышей и тростников, а также береговики мелководники [1], 20 видов включены в список на основе литературных данных.

За период наблюдений в полезащитных насаждениях отмечено 50 видов гнездящихся птиц: из них в предгорной зоне 36 видов, в лесостепной зоне 49 видов, в степной зоне 33 вида и в полупустынной – 27 видов птиц [2]. Плотность гнездования по годам изменялась от 17,5 до 22,6 гнездящихся пар на 1 км, при среднем показателе 20,6 пар/км (табл. 1).

В ранневесенний период численность птиц нестабильная, что связано с весенними миграциями и неравномерным перераспределением видов в пространстве. Во второй декаде марта происходит увеличение численности наиболее массовых видов – грачей, большой синицы, черного дрозда, зяблика и обыкновенной зеленушки. В марте суммарная доля участия этих видов птиц в орнитофауне составляет 71,6 % (грач – 30,7 %, большая синица – 20,8 %, черный дрозд – 7,5 %, зяблик – 6,3 %, обыкновенная зеленушка – 6,3 %). В весеннем населении появляются такие виды как: пеночка-теньковка, пеночка-весничка, серая и черноголовая славки, жулан и чернолобый сорокопут, увеличивается обилие овсянок (садовой, обыкновенной, черноголовой и просянки), полевого и степного жаворонков, а также у полевых воробьев, обыкновенной зеленушки и зяблика (табл. 2).

Пик обилия птичьего населения приходится на май. В структуре орнитофауны появляются и увеличивают численность перелетные и гнездящиеся виды: грач, обыкновенный скворец *Sturnus vulgaris*, обыкновенная иволга *Oriolus oriolus*, обыкновенная горихвостка *Phoenicurus phoenicurus*, малая мухоловка, просянка, садовая, обыкновенная и черноголовая овсянки, а также: большая синица, куропатка *Perdix perdix*, перепел *Coturnix coturnix*, зеленый и пестрый дятлы, полевой воробей

Табл. 1. ОБИЛИЕ И ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ВИДОВ ПТИЦ В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ПОЛОСАХ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

п/п	Вид	Плотность населения (пар/км)				Доля участия средняя, %
		2009	2010	2011	средняя за 3 года	
1	<i>Buteo buteo</i>	0,31	0,13	0,33	0,25	1,2
2	<i>Falco subbuteo</i>	0,05	0,08	0,07	0,06	0,3
3	<i>Falco vespertinus</i>	0,08	0,16	0,07	0,1	0,5
4	<i>Falco tinnunculus</i>	0,15	0,22	0,11	0,16	0,8
5	<i>Accipiter gentilis</i> ³	0,05	0,1		0,05	0,2
6	<i>Accipiter nisus</i> ⁴	0,03	0,15		0,06	0,3
7	<i>Perdix perdix</i>		0,52	0,37	0,3	1,4
8	<i>Coturnix coturnix</i>	0,31	0,3	0,29	0,3	1,4
9	<i>Phasianus colchicus</i>	0,15	0,31	0,33	0,3	1,4
10	<i>Columba palumbus</i>	0,24	0,15	0,25	0,2	1,0
11	<i>Streptopelia decaocto</i>	0,26	0,1	0,14	0,2	1,0
12	<i>Streptopelia turtur</i>	0,12	0,15	0,07	0,1	0,5
13	<i>Cuculus canorus</i> ²	0,03	0,02	0,25	0,1	0,5
14	<i>Asio otus</i> ³	0,1	0,06		0,05	0,6
15	<i>Otus scops</i>	0,03	0,02	0,11	0,05	0,2
16	<i>Picus viridis</i>	0,09	0,31	0,22	0,2	1,0
17	<i>Dendrocopos major</i>	0,42	0,37	0,96	0,6	3,0
18	<i>Melanocorypha calandra</i>	1,2	0,43	0,18	0,6	3,0
19	<i>Alauda arvensis</i>	1,17	0,32	0,81	0,8	4,0
20	<i>Anthus trivialis</i>	0,4	0,25	1,96	0,9	4,1
21	<i>Motacilla alba</i> ²		0,04		0,01	0,04
22	<i>Lanius collurio</i>	0,17	0,16	0,37	0,23	1,0
23	<i>Lanius minor</i>	0,27	0,05	0,25	0,2	1,0

n/n	Вид	Плотность населения (пар/км)				Доля участия средняя, %
		2009	2010	2011	средняя за 3 года	
24	<i>Oriolus oriolus</i>	0,24	0,14	0,18	0,2	1,0
25	<i>Garrulus glandarius</i>	0,26	0,27	0,18	0,23	1,0
26	<i>Pica pica</i>	0,14	0,62	0,18	0,31	1,4
27	<i>Corvus frugilegus</i>	4,41	5,56	5,44	5,1	24
28	<i>Corvus corax</i>			0,11	0,03	0,14
29	<i>Corvus cornix</i>	0,1	0,47	0,18	0,25	1,2
30	<i>Sylvia atricapilla</i>	0,05	0,06	0,07	0,06	1,2
31	<i>Sylvia communis</i>	0,36	0,17	0,22	0,25	0,3
32	<i>Sylvia nisoria</i> ²	0,03	0,04		0,02	0,1
33	<i>Phylloscopus collybita</i>	1,03	0,39	0,37	0,6	3
34	<i>Ficedula parva</i>	0,1	0,08	0,14	0,1	0,5
35	<i>Phoenicurus phoenicurus</i> ²	0,05	0,13	0,18	0,12	0,5
36	<i>Erithacus rubecula</i>	0,01	0,02	0,14	0,05	0,2
37	<i>Luscinia luscinia</i>	–	0,02	0,07	0,03	0,1
38	<i>Turdus merula</i>	1,76	0,87	1,7	1,44	7
39	<i>Remiz pendulinus</i> ⁵	0,1		0,07	0,05	0,2
40	<i>Parus caeruleus</i>	0,64	0,36	0,37	0,45	2,1
41	<i>Parus major</i>	2,65	1,33	0,81	1,6	7,4
42	<i>Passer montanus</i>	1,5	0,29	0,55	0,8	4,5
43	<i>Fringilla coelebs</i>	1,25	0,7	0,96	0,97	5,5
44	<i>Chloris chloris</i>	1,1	0,87	0,81	0,92	4,3
45	<i>Carduelis carduelis</i>		0,1	0,11	0,07	0,3
46	<i>Caprodacus erythrinus</i> ²	0,1	0,24	0,33	0,22	1,0
47	<i>Emberiza calandra</i>	1,1	0,31	0,07	0,5	2,4

п/п	Вид	Плотность населения (пар/км)				Доля участия средняя, %
		2009	2010	2011	средняя за 3 года	
48	<i>Emberiza citrinella</i>		0,06	0,11	0,05	0,23
49	<i>Emberiza hortulana</i>	0,26	0,36	0,18	0,3	1,4
50	<i>Emberiza melanocephala</i>	0,05	0,1	0,18	0,11	0,5
Итого		22,6	17,5	20,49	20,6	100

Цифрами обозначены гнездящиеся виды птиц, отмеченные другими авторами:

2 – [3]

3 – [4]

4 – [5]

5 – [6]

Passer montanus, черный дрозд и обыкновенная чечевица *Carpodacus erythrinus*. Если в марте суммарное обилие видов составляло 15,86 пар/км, то в апреле оно увеличилось до 24,47 пар/км, а в мае достигло максимального значения 29,35 пар/км. Начиная с первой декады июня и по июль включительно, обилие птиц значительно снизилось (рис. 1). Это, прежде всего, связано с тем, что вокальная активность птиц, а, следовательно, и показатели их обилия в течение гнездового сезона значительно изменяются. Наименьшие показатели обилия характерны для июля и августа, в этот период птицы становятся малозаметными и практически не поют.

В гнездовой период среднемесячный показатель обилия птиц снизился с 29,35 пар/км в мае до 11,05 пар/км в июле, наименьшего значения достигая в сентябре – 10,1 пар/км.

Грач является наиболее массовым видом птиц в лесополосах, показатель обилия максимального значения достигает в июне, когда основная масса птиц сидит в гнездах, и достаточно полно можно провести учет гнездящихся видов. Также массовым видом в полевых насаждениях является большая синица, показатель обилия которой снижается в весенне-летнее время. Таким образом, в период после гнездовых

Табл. 2. ПОКАЗАТЕЛЬ ОБИЛИЯ ВИДОВ ПТИЦ В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПО СРЕДНЕМЕСЯЧНЫМ ДАННЫМ

№ п/п	Вид	Обилие (пар/км)						
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<i>Buteo buteo</i>		0,1	0,33	0,25	0,27	0,25	0,3
2	<i>Falco subbuteo</i>		0,07	0,07				
3	<i>Falco vespertinus</i>		0,09	0,07		0,09	0,08	
4	<i>Falco tinnunculus</i>	0,13	0,2		0,12	0,09		0,15
5	<i>Accipiter gentilis</i>		0,15			0,09		
6	<i>Accipiter nisus</i>					0,18	0,08	
7	<i>Perdix perdix</i>			0,37	0,25		0,16	
8	<i>Coturnix coturnix</i>	0,13	0,1	0,8	0,25	0,36		
9	<i>Phasianus colchicus</i>		0,15	0,33	0,25		0,16	
10	<i>Columba palumbus</i>		0,63	0,25	0,37		0,33	0,15
11	<i>Streptopelia decaocto</i>	0,13	0,16	0,4		0,09	0,08	
12	<i>Streptopelia turtur</i>		0,03	0,14	0,12		0,16	
13	<i>Cuculus canorus</i>	0,06	0,1	0,62	0,25	0,09	0,08	
14	<i>Asio otus</i>		0,1	*	0,9			
15	<i>Otus scops</i>	0,06	0,03		0,02			
17	<i>Picus viridis</i>	0,46	0,17	0,22	0,12	0,09	0,16	0,23
18	<i>Dendrocopos major</i>	0,68	0,63	0,62	0,12	0,27	0,16	0,07
19	<i>Dendrocopos minor</i>			0,07				

№ п/п	Вид	Обилие (пар/км)							
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
20	<i>Melanocorypha calandra</i>	0,06	0,6	0,18	0,25	0,18	0,33	0,53	
21	<i>Alauda arvensis</i>	0,4	1,4	0,81	0,75	0,18	0,41	0,53	
22	<i>Calandrella cinerea</i>	0,25							
23	<i>Calandrella rufescens</i>	0,18			0,62				
24	<i>Galerida cristata</i>	0,25			0,27	0,08			
25	<i>Anthus trivialis</i>	0,43		1,31	0,75				
26	<i>Motacilla alba</i>	0,13	0,11						0,07
27	<i>Lanius collurio</i>	0,17		0,37	0,5	0,36	0,08		
28	<i>Lanius minor</i>	0,15		0,25	0,12	0,18	0,08		
29	<i>Oriolus oriolus</i>	0,12		0,92	0,62	0,72	0,33		
30	<i>Sturnus vulgaris</i>	0,11		0,6	0,5				
31	<i>Garrulus glandarius</i>	0,2	0,3	0,18	0,12	0,36	0,16	0,4	
32	<i>Pica pica</i>	0,13	0,38	0,18	0,5	0,45	0,41	0,3	
33	<i>Corvus frugilegus</i>	4,88	5,32	5,54	6,86				
34	<i>Corvus corax</i>	0,11					0,08	0,07	
35	<i>Corvus cornix</i>	0,33	0,35	0,75	0,25	0,16			
36	<i>Troglodytes troglodytes</i>	0,07			0,18	0,08			
37	<i>Sylvia atricapilla</i>	0,17		0,22	0,62	0,72	0,16		
38	<i>Sylvia communis</i>	0,07			0,25	0,27			
39	<i>Sylvia nisoria</i>	*			0,5				
40	<i>Phylloscopus collybita</i>	0,4	1,54	0,51	0,62	0,54	0,33	0,1	

№ п/п	Вид	Обилие (пар/км)						
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
41	<i>Phylloscopus trochilus</i>		0,07	0,29				
42	<i>Ficedula parva</i>		0,08	0,4	0,25		0,08	
43	<i>Saxicola torquata</i>		0,09		0,12			
44	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		0,03	0,18	0,12	0,27	0,08	0,07
45	<i>Erithacus rubecula</i>	0,13	0,04				0,16	0,15
46	<i>Luscinia luscinia</i>		0,08	0,07		0,18		
47	<i>Turdus merula</i>	1,2	1,12	1,18	1	0,54	0,41	0,53
48	<i>Turdus philomelos</i>	0,4	0,37			0,18	0,16	
49	<i>Turdus viscivorus</i>			0,11				
50	<i>Remiz pendulinus</i>		0,1	0,07				
51	<i>Parus caeruleus</i>		0,62	0,37		0,18	0,41	0,38
52	<i>Parus major</i>	3,3	2,08	1,23	1	1,33	2,64	4,2
53	<i>Passer montanus</i>		1,31	1,9	0,62	0,45	0,25	
54	<i>Fringilla coelebs</i>	1	1,21	1,23	0,62	0,33	1	0,7
55	<i>Fringilla montifringilla</i>	0,2	0,43					
56	<i>Chloris chloris</i>	1	1,21	1,9	0,37	0,18	0,41	0,38
57	<i>Carduelis carduelis</i>	0,06		0,07			0,08	0,6
58	<i>Acanthis cannabina</i>		0,05		*			
59	<i>Carpodacus erythrinus</i>		0,17	0,37		0,33	0,25	

№ п/п	Вид	Обилие (пар/км)						
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
60	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	0,2		0,42				
61	<i>Emberiza calandra</i>	0,13	1,26	0,86	0,62	0,33	0,25	0,23
62	<i>Emberiza citrinella</i>		0,07	0,11	0,37	0,36	0,25	
63	<i>Emberiza hortulana</i>	0,06	0,15	1,59	1	0,18	0,25	
64	<i>Emberiza melanocephala</i>		0,07	0,18	0,37	0,18		
	Итого	15,86	24,47	29,35	22,76	11,05	11,07	10,1

* – виды, отмеченные вне учетных маршрутов

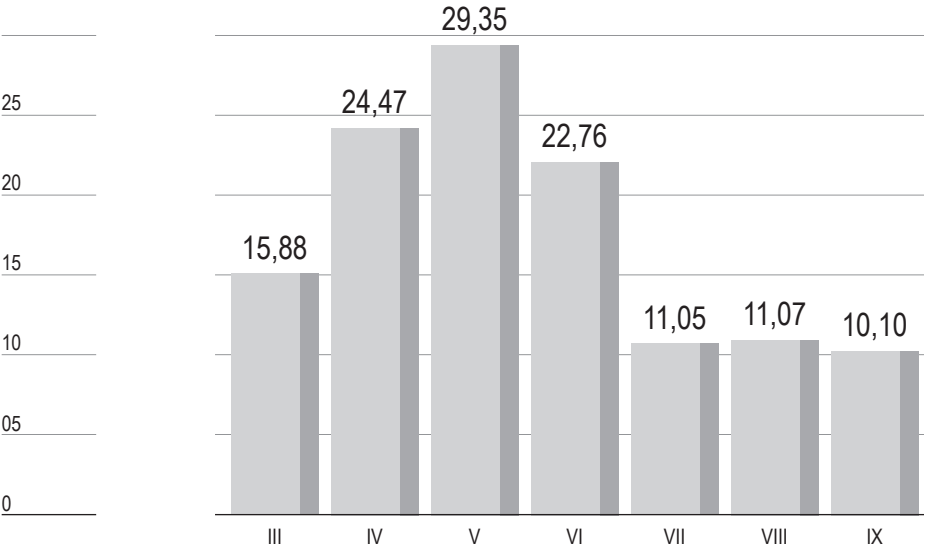


Рис. 1. Показатель обилия птиц полевых насаждений по среднемесячным данным.

кочевков наблюдалось преобладание грачей, большой синицы и зяблика. В естественных лесах Ставропольской возвышенности в этот период времени наиболее многочисленными видами также являются большая синица и зяблик [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гладков Н.А. О географической изменчивости численности видов и численности особей // Проблема зоогеографии суши. Львов, 1958. С. 57–63.
2. Шкарлет Г. П. Фауна и население птиц интразональных биотопов ландшафтов и их значение в распространении арбовирусных инфекций на территории Ставропольского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ставрополь, 2011. 23 с.
3. Будниченко А. С. О составе фауны и хозяйственном значении птиц в ползащитных лесонасаждениях // Зоологический журнал. 1955. Т. XXXIX. № 5. С. 1128–1144.
4. Друп А. И., Ильях М. П. Тетеревятник в Предкавказье // Ястреб тетеревятник: место в экосистемах России. Ростов, 2003. С. 62–80.
5. Друп А. И., Ильях М. П. О гнездовой находке перепелятника в степной зоне Ставрополья // Кавказский орнитологический вестник. Ставрополь, 2000. Вып. 12. С. 167–168.
6. Хохлов А. Н., Ильях М. П., Цапко Н. В., Ашибокоев У. А., Сабельникова-Бегашвили Н. Н. К орнитофауне восточного Предкавказья и сопредельных территорий // Кавказский орнитологический вестник. Ставрополь, 2007. Вып. 19. С. 137–147.
7. Костенко А.В. Сезонная и многолетняя динамика орнитофауны лесов Ставропольской возвышенности: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ставрополь, 2011. 24 с.

ОБ АВТОРЕ

Галина Петровна Шкарлет, кандидат биологических наук, сотрудник ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора.
Телефон 8-918-752-36-83. E-mail: gpshkarlet@mail.ru.

Galina Petrovna Shkarlet, Candidate of Biology Science, employee of the Stavropol Anti-plague Institute of Rospotrebnadzor.
Phone 8–918-752-36-83. E-mail: gpshkarlet@mail.ru.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И СДАЧЕ РУКОПИСЕЙ В РЕДАКЦИЮ

Редакция журнала сотрудничает с авторами – преподавателями вузов, научными работниками, аспирантами, докторантами и соискателями ученых степеней. Журнал публикует материалы в разделах:

- **«Физико-математические науки»;**
- **«Науки о Земле»;**
- **«Биологические науки».**

Материалы в редакцию журнала принимаются в соответствии с требованиями к оформлению и сдаче рукописей постоянно и публикуются после обязательного внутреннего рецензирования и решения редакционной коллегии в порядке очередности поступления, с учётом рубрикации номера.

Редакция принимает от авторов рукописи и сопутствующие им необходимые документы в следующей комплектации:

1. Рукопись в печатной и электронной форме;
2. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей);
3. Рецензия специалиста другой кафедры либо организации;
4. Экспертное заключение (для физико-математических наук);
5. Лицензионный договор на право использования научного произведения в журнале;
6. Лицензионный договор на право размещения научного произведения в сети Интернет.

МАТЕРИАЛЫ ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ СЛЕДУЮЩИМ ТРЕБОВАНИЯМ:

1. РУКОПИСЬ

Объем: 6–15 страниц (допускается превышение объема по согласованию с редакцией),

Формат бумаги: А4;

Поля: все по 2 см;

Кегль: 14 пт;

Шрифт: Times New Roman;

Межстрочный

интервал: 1,5 пт;

Нумерация

страниц: внизу страницы по центру;

Первая строка: отступ 1,25 см.

Переносы в словах либо не употреблять, либо пользоваться командой «расстановка переносов». Необходимо различать в тексте дефис (-) (например, черно-белый, бизнес-план) и тире (–).

Статья должна быть оформлена в соответствии с приведенным ниже образцом и иметь все указанные элементы. Разделы и подразделы статьи (если они необходимы) выделяются прямым полужирным шрифтом.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ:

Биологические науки

УДК

Иванов И. И. [Ivanov I. I.]**Название** (на русском языке)**Title** (English)

Аннотация: 100–150 слов

Ключевые слова: 5–8 слов

Abstract:**Key words:**

Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи (рис. 1).
Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи [1].

Рисунок 1. Название рисунка.

Текст статьи. Текст статьи (табл. 1). Текст статьи. Текст статьи.
Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи.

Таблица 1. НАЗВАНИЕ ТАБЛИЦЫ

Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст
статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литература в соответствии с ГОСТ.

ОБ АВТОРАХ

Иванов Иван Иванович, доктор ... наук, профессор кафедры
... .. университета. Телефон: (...) ..- ..-... E-mail: ... (сначала все
авторы на русском языке)

Ivanov Ivan Ivanovich, Doctor of ... Science, professor of the
Department ... University. Phone: (...) ..- ..-... E-mail: ...

Рисунки и таблицы вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. Каждый рисунок предоставляется также в отдельном файле (формат *.ai, *.eps, *.jpeg, *.tiff).

Рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1. Название) и выполняются в графическом редакторе 14 кеглем, полужирным шрифтом, междустрочное расстояние – одинарное. Все надписи на рисунках должны читаться.

Рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоры, в графиках – различные типы линий, разное оформление точек, по которым строится график). Цветные и полутоновые рисунки не допустимы. Оси графиков должны иметь название и единицы измерения. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

Формулы выполняются в программе редактор формул MathType 12 кеглем, выравниваются по центру. Их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

Таблицы должны иметь название. Таблицы нумеруются сверху (Таблица 1), выравниваются по правому краю и выполняются 14 кеглем, полужирным шриф-

том. Название таблицы выполняется 14 кеглем, выравниваются по центру таблицы, полужирным шрифтом, междустрочное расстояние – одинарное. Ширина таблицы должна быть не более 16 см.

Библиографический список (НЕ ЛИТЕРАТУРА!) размещается в конце статьи. В нем перечисляются все источники, на которые автор ссылается в статье, с полным библиографическим аппаратом издания (в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008). Ссылки указываются в квадратных скобках и оформляются в соответствии со следующим шаблоном:

— для книг: Автор. Название. Город: Изд-во, год.

Например: Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.

— для трудов конференций, сборников трудов и других коллективных публикаций (в том числе, не имеющих титульных авторов): Автор. Название // Название конференции: Название сборника трудов. Город: Изд-во, год.

- Например: 1. Брыкалов А.В., Романенко Е.С. Применение полифункциональных олигомеров вулканизаторов в качестве биостимуляторов роста растений // Современные достижения био-технологии: Материалы Первой конф. Северо-Кавказского региона. Ставрополь, 1995. С. 9.
2. Вычислительные методы линейной алгебры: Тр. I Всесоюзной конференции. Новосибирск: Вц СО АН СССР, 1969.
3. Сборник задач по численным методам / Сост. Н.А. Стрелков. Ярославль: Изд-во Яросл. ун-та, 1988.
4. Численный анализ на ФОРТРАНе / Под ред. В.В. Воеводина. Вып. 17. М.: Изд-во МГУ, 1976.

— для статей в журналах, сборниках трудов и других коллективных публикациях: Автор. Название статьи // Журнал. Год. №. С. (номер первой – номер последней страницы).

- Например: 1. Абрамов А.А. О численном решении некоторых алгебраических задач, возникающих в теории устойчивости // ЖВМ и МФ. 1984. № 3. С. 339–347.

— для электронных ресурсов: обязательно указывать сведения об авторе, сайте/цифровом носителе, URL и дату обращения.

- Например: 1. Распоряжение Правительства РФ от 6 сентября 2010 г. №1485-р «О Стратегии социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 г.». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-плюс».
2. Бадыштова И.М. Специфика домохозяйств трудовых мигрантов в России // Социс. 2002. №9. URL: http://2001.isras.ru/SocIs/SocIsArticles/2002_09/Badyshtova.doc (дата обращения: 19.09.2007).

Примечания, сноски (если необходимы) имеют сквозную нумерацию.

Автор несет ответственность за точность приводимых в его рукописи сведений, цитат и правильность указания названий книг в списке литературы!

Печатный экземпляр рукописи статьи должен быть прошит и пронумерован, подписан всеми авторами и соавторами статьи с обратной стороны последней страницы (указывается количество страниц, ФИО и подписи). Допускается представление непрошитой, но пронумерованной и подписанной на каждой странице рукописи.

Электронный экземпляр рукописи статьи предоставляется в формате *.doc, *.docx. Название файла оформляется по форме: «Фамилия_И.О._Название статьи» (предпочтительнее на эл. почту редакции).

2. ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Подписывается научным руководителем собственноручно. Подпись должна быть заверена соответствующей кадровой структурой.

3. РЕЦЕНЗИЯ

Рукопись рецензируется специалистом в данной научной сфере, имеющим ученую степень. В рецензии необходимо отметить актуальность проблематики, рассматриваемой в представленной статье, оригинальность, научную новизну исследования; оценить научно-методический уровень исследования; дать оценку результатам исследования; оценить достоверность представленных в статье научных результатов; оценить практическую значимость и важность результатов исследования для науки и практики. В заключении, отмечая актуальность, научную новизну и практическую значимость, сделать вывод о целесообразности публикации статьи (Приложение 1). Рецензия должна быть внешней по отношению к кафедре или другому структурному подразделению, в котором работает автор. Подпись рецензента должна быть заверена соответствующей кадровой структурой.

4. ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

(для физико-математических наук)

Предоставляется экспертной комиссией, созданной при институте (университете). Содержит заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати.

5. ЛИЦЕНЗИОННЫЕ ДОГОВОРЫ

Лицензионный договор на право использования научного произведения в журнале оформляется в соответствии с приложением 2 в 2 экземплярах, по одному для каждой из сторон.

Лицензионный договор на право использования научного произведения в сети «Интернет» оформляется в соответствии с приложением 3 в 2 экземплярах, по одному для каждой из сторон.

Приложения:

- | | |
|---------------|--|
| Приложение 1. | Образец рецензии. |
| Приложение 2. | Образец лицензионного договора на право использования научного произведения в журнале. |
| Приложение 3. | Образец лицензионного договора на право использования научного произведения в сети «Интернет». |

**СТАТЬИ С КОМПЛЕКТОМ ДОКУМЕНТОВ В ЖУРНАЛ
«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ» СДАВАТЬ:**

Ответственному секретарю Лилии Корневой.

Контакты: Адрес редакции: 355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, уч. корпус №2, каб. 117.
Телефон: 8–918–807–59–40.
Email: liliya.cstp@gmail.com.

CONTENTS

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

- Adamchuk A. S., Amirokov S. R., Pritula T. K.**
Study of structure stability in a mathematical
model of four interacting groups 7
- Chervyakov N. I., Nagornov N. N.**
Error correction in the transmission
and processing of information, provided in rns,
by method of syndrome decoding 15
- Popov I. P.** Abstract model power field
electromagnetic type building.
Part 1 41
- Chervyakov N. I., Lyakhov P. A., Shulzhenko K. S.**
Application of adaptive filters based
on residue number system for satellite
communications 55

EARTH SCIENCES

- Aleksandrova A. Yu.**
The silk road: the geopolitical,
geographic and economic aspects of designing
cross-border tourism route 68

Anikeeva O. S.	Publication of maps on the Internet: the evolution of cartography	78
Makhmudov R. K., Gorban O. A.	Cartographic and geoinformation methods in crime analysis (illustrated on Stavropol territory)	86
Molodikova I. N.	The migrants from the North Caucasus in the EU: problems of integration and gender roles	99
Nefedova T.G.	Recreation of townspeople as a factor of conservation and reconstruction of rural moving in non-chernozem region	120
Topilin A.V.	Migration and the labour market in Russia	140

BIOLOGICAL SCIENCES

Belyaev N. G., Ponomarenko D. G., Magomedova A. I.	Use foods high in whey protein which enhances adaptive capabilities of the female body	154
Berseneva O. A.	The enzymatic activity of microbiota as an integral indicator of the ecological condition of the soil in the zone of influence of metallurgical plants	164
Bondar' T. P., Petrovsky S. A.	The relationship of blood viscosity and biophysical properties of the membrane of red blood cells in patients with type 2 diabetes	172

Denisova E. V., Suprunchuk V.E., Gorbacheva A.A., Shirinjan M.G.	Formation of microcapsules with fukoidan by external and internal jellification	179
Shkarlet G.P.	Fauna and population of birds of field-protecting plantings of Stavropol krai	187

Научное издание

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

2015

Выпуск 2

Корректор М. И. Толмачев.

Подписано в печать 23.06.2015. Формат 70 × 108 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 18,37.
Тираж 1000 экз.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет».
355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.