

Научный журнал

Основан в 2010 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель
Коми научный центр
УрО РАН

ИЗВЕСТИЯ

КОМИ НАУЧНОГО ЦЕНТРА
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

№4

2010

Главный редактор выпуска №4:

член-корреспондент РАН *А.М. Асхабов*

Редакционная коллегия:

д.т.н. *И.Н. Андронов*, д.м.н. *Е.Р. Бойко*, д.э.н. *Н.М. Большаков*,
к.г.-м.н. *И.Н. Бурцев*, д.б.н. *М.В. Гецен* (зам. главного редактора),
д.ф.-м.н. *Н.А. Громов*, д.б.н. *С.В. Дегтева*, к.геогр.н. *Т.Е. Дмитриева*,
к.ф.-м.н. *И.А. Зудов*, д.и.н. *И.Л. Жеребцов*, чл.-корр. РАН *А.В. Кучин*,
д.г.-м.н. *О.Б. Котова*, д.б.н. *Н.В. Ладанова* (отв. секретарь),
чл.-корр. РАН *В.Н. Лаженцев* (зам. главного редактора),
д.б.н. *И.М. Роцевская*, к.х.н. *С.А. Рубцова*,
к.и.н. *А.В. Самарин*, к.и.н. *А.Ф. Сметанин*,
к.б.н. *А.И.Таскаев* (зам. главного редактора), д.филол.н. *Г.В. Федюнева*,
д.т.н. *Ю.Я. Чукреев*, д.б.н. *Д.Н. Шмаков*, акад. *Н.П. Юшкин*

Редакционный совет:

акад. *В.В. Алексеев*, чл.-корр. РАН *В.Н. Анфилогов*,
чл.-корр. РАН *В.И. Бердышев*, акад. *В.Н. Большаков*,
акад. *А.Г. Гранберг*, д.э.н. *В.Н. Задорожный*, д.э.н. *В.А. Ильин*,
акад. *В.Т. Калинин*, акад. *В.А. Коротеев*, к.т.н. *Н.А. Манов*,
акад. *В.П. Матвеев*, акад. *Г.А. Месяц*, акад. *Ю.С. Оводов*,
чл.-корр. РАН *Е.В. Пименов*, акад. *М.П. Роцевский*,
чл.-корр. РАН *А.Ф. Титов*, акад. *В.Н. Чарушин*, д.т.н. *Н.Д. Цхадая*,
чл.-корр. РАН *Ф.Н.Юдахин*

Адрес редакции:

167982, Сыктывкар, ул.Коммунистическая, 24
Президиум Коми НЦ УрО РАН, каб. 317.
Тел. (8212) 24-47-79, факс (8212) 24-22-64
E-mail: rio@presidium.komisc.ru;
journal@presidium.komisc.ru

ISSN 1994-5655

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за
соблюдением законодательства в сфере массовых ком-
муникаций и охране культурного наследия. Свид. о ре-
гистрации средств массовой информации ПИ № ФС 77-
26969 от 11 января 2007 г.

© Коми научный центр УрО РАН, 2010

СО Д Е Р Ж А Н И Е

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

- А.В.Жубр.** Некоторые новые результаты о трехмерных узлах в замкнутых 2-связных 6-мерных многообразиях. Часть 1 (предварительные сведения и формулировки основных теорем) 4
- А.Ю.Тимофеев.** О поведении T_G -оператора в пространствах функций, описываемых модулем непрерывности12

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- И.В.Груздев, М.В.Алферова, Б.М.Кондратенко.** Химическая модификация хлоранилинов при определении в воде методом газовой хроматографии16
- Н.А.Секушин.** Свойства диффузионных импедансов Варбурга и Геришера в области низких частот 22

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- А.С.Стенина, Е.Н.Патова.** Фитопланктон в водоемах дельты р.Печора и прилегающих территорий.....28
- И.В.Далькэ, И.Ф.Чадин.** Влияние глифосатсодержащего гербицида на рост, развитие и функциональные показатели борщевика Сосновского36
- Ю.Г.Солонин, А.Л.Марков, Н.Н.Потолицына, Е.Р.Бойко, А.А.Черных.** Профессиональные особенности физиологического статуса сыктывкарских участников проекта «Марс-500»42

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- В.В.Удоратин, Н.В.Конанова, И.В.Попов,** Глубинное строение Карской кольцевой структуры47
- С.А.Кондратьев, О.Б.Котова, В.И.Ростовцев.** Межзерновые границы в процессах подготовки и обогащения труднообогатимого минерального и техногенного сырья: квантово-механические представления53
- Е.Н.Мотрюк, О.М.Вельтистова.** Принципы и результаты реконструкции плотностных моделей глубинного строения Баренцевоморского и Тимано-Печорского регионов59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Ю.Я.Чукреев.** Проблемные вопросы обоснования средств обеспечения надежности электроэнергетических систем в новых условиях хозяйствования66

ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Г.Ф.Доброноженко.** Сельские эксплуататоры: границы социального пространства (критерии идентификации в законодательстве конца 1920-х гг.)72
- М.В.Таскаев.** Политическая ссылка и репрессивный аппарат на европейском Северо-Востоке Российской империи в начале XX столетия80
- Д.В.Вишнякова, В.А.Семенов.** Брачность населения европейского Северо-Востока России во второй половине XIX – начале XX в.87
- Т.В.Котюкова.** О вкладе выходцев из стран западной, центральной и северной Европы в научное изучение русского Туркестана в конце XIX – начале XX в. 94

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

- А.А.Калинина, В.Н.Лаженцев.** Макрорегион «Коми–Урал»: проблемы и направления экономической интеграции.....98

НАСЛЕДИЕ 104

ХРОНИКА 112

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ (ЮБИЛЕИ) 115

CONTENTS

PHYSICAL And MATHEMATICAL SCIENCES

- A.Zhubr.** Some new results on three-dimensional knots in closed two-connected 6-manifolds.
Part 1 (preliminary information and statements of main theorems) 4
- A.Yu.Timofeev.** The behavior of T_G -operator in the spaces of functions described
by the modulus of continuity12

CHEMICAL SCIENCES

- I.V.Gruzdev, M.V.Alferova, B.M.Kondratenok.** Chemical modification
of chloroaniline for determination in water by gas chromatography16
- N.A.Sekushin.** Properties of Warburg and Gerischer diffusion impedances
in low frequencies region 22

BIOLOGICAL SCIENCES

- A.S.Stenina, E.N.Patova.** Phytoplankton in water bodies of the Pechora river delta
and adjacent territories.....28
- I.V.Dalke, I.F.Chadin.** Dose-effect of glyphosate containing herbicide on growth,
development and functional indicators of Giant Hogweed (*Heracleum sosnowskyi*).....36
- Yu.G.Solonin, A.L.Markov, N.N.Potolitsyna, E.R.Bojko, A.A.Chermnykh.**
Professional peculiarities of physiological status of “Mars-500” Project Syktyvkar participants ... 42

GEOLOGICAL And MINERALOGICAL SCIENCES

- V.V.Udoratin, N.V.Konakova, I.V.Popov.** Deep structure of the Kara ring structure47
- S.A.Kondratyev, O.B.Kotova, V.I.Rostovtsev.** Surfaces and boundaries
in the processes of preparation and enrichment of rebellious mineral and technogenic raw:
quantum-mechanical concepts.....53
- E.N.Motryuk, O.M.Veltistova.** Principles and reconstruction results for the Barents Sea
and Timan-Pechora areas density models59

TECHNICAL SCIENCES

- Yu.Ya.Chukreyev.** The problematic issues of the verification of the reliability engineering
of the electrical power systems in the new conditions of economic management.....66

HISTORICAL And PHILOLOGICAL SCIENCES

- G.V.Dobronozhenko.** Rural exploiters: the boundaries of social space (the criteria
of identification in the legislation at the end of 1920-s)72
- M.V.Taskayev.** The political exile and the repressive machinery in the European northeast
of the Russian Empire in the beginning of XX century80
- D.V.Vishnyakova, V.A.Semenov.** The nuptiality of population of the European northeast
of Russia in the second half of XIX – early XX centuries..... 87
- T.V.Kotyukova.** On the contribution of immigrants from the western, central
and northern Europe in the scientific study of Russian Turkestan
in the late XIX – early XX centuries..... 94

SOCIAL SCIENCES

- A.A.Kalinina, V.N.Lazhentsev.** Makroregion “Komi-Urals”: issues and directions
of economic integration.....98

HERITAGE 104

CHRONICLE 112

OFFICIAL (ANNIVERSARIES) 115

УДК 515.164.6

НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ О ТРЕХМЕРНЫХ УЗЛАХ В ЗАМКНУТЫХ 2-СВЯЗНЫХ 6-МЕРНЫХ МНОГООБРАЗИЯХ. ЧАСТЬ 1 (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ И ФОРМУЛИРОВКИ ОСНОВНЫХ ТЕОРЕМ)

А.В. ЖУБР

*Отдел математики, Коми научный центр УрО РАН, г.Сыктывкар
avzhubr@gmail.com*

Изучаются множества классов диффеоморфных 3-мерных узлов (оснащенных и неоснащенных) в многообразиях вида $S^3 \times S^3 \# \dots \# S^3 \times S^3$; в частности, исследуется действие на этих множествах групп Хефлигера 3-мерных узлов в сфере S^6 . Результаты этой работы уточняют и дополняют более ранние результаты автора.

Ключевые слова: многомерные узлы, классификация, изотопия, диффеоморфизм

A. ZHUBR. SOME NEW RESULTS ON THREE-DIMENSIONAL KNOTS IN CLOSED TWO-CONNECTED 6-MANIFOLDS. PART 1 (PRELIMINARY INFORMATION AND STATEMENTS OF MAIN THEOREMS)

The sets of diffeomorphism classes of 3-knots (framed and non-framed) in manifolds of the form $S^3 \times S^3 \# \dots \# S^3 \times S^3$ are being studied; in particular, the action of Haefliger groups of 3-knots in S^6 on these sets is investigated. The results of this paper extend and supplement some earlier results of the author.

Key words: high-dimensional knots, classification, isotopy, diffeomorphism

Введение

В одной старой работе автора [1] дается классификация 3-мерных узлов в замкнутых 2-связных шестимерных многообразиях — многообразиях, представляемых в виде $S^3 \times S^3 \# \dots \# S^3 \times S^3$ — с точностью до диффеоморфизма (отношения, вообще говоря более грубого, чем изотопия). Эта классификация, в частности, содержит известные результаты Хефлигера о 3-мерных узлах в сфере S^6 , для которых диффеоморфизм и изотопия означают одно и то же (причем методы доказательства работы [1] полностью отличны от хефлигеровских). Настоящая работа представляет собой некоторое продолжение и развитие этой старой работы. Некоторые из утверждений, обсуждаемых в данной работе, присутствуют и в [1], но упоминаются там “вскользь”; другие результаты этой работы являются новыми (например, о действии группы узлов Хефлигера на множествах узлов в многообразиях указанного выше вида).

Настоящая первая часть работы содержит подробную постановку задачи, необходимые определения, частичную историю вопроса и доказательства некоторых вспомогательных результатов. Работа заканчивается формулировками основных теорем и некоторых их следствий. Во второй части работы будут даны доказательства основных теорем.

1. Несферические узлы (вложения сфер в многообразия)

Все многообразия (и их отображения) в настоящей работе предполагаются гладкими, если не указано другое. В некоторых конструкциях будут появляться также многообразия и подмногообразия с простейшими особенностями типа разного рода “угловых” точек (как, например, произведение $D^k \times D^l$). В этих случаях мы будем, как правило, молчаливо предполагать последующее очевидное сглаживание, каноническое с точностью до изотопии. Через I обозначается отрезок $[0, 1]$.

Для двух многообразий X, Y через $\text{Emb}(X, Y)$ обозначается, как обычно, множество всех вложений $X \rightarrow Y$. Элементы множества $\text{Emb}(S^k, X)$, где X связно и $\dim X \geq k + 2$, называются k -мерными узлами в X . Узлы $f_1, f_2 \in \text{Emb}(S^k, X)$ называются *диффеоморфными*, если существует такой диффеоморфизм $\varphi : X \rightarrow X$ (от которого мы требуем сохранения ориентации в случае, когда X ориентируемо), что $\varphi \circ f_1 = f_2$. Диффеоморфизм узлов — отношение, вообще говоря, более грубое, чем изотопия; эти два отношения очевидным образом совпадают лишь для узлов, покрываемых вложенным шаром $D^n \subset X$, в частности, это так для сферических узлов $S^k \rightarrow S^n$.

Мы обозначаем множество изотопических

классов k -мерных узлов в X через $\Sigma_k(X)$, а множество классов диффеоморфных узлов — через $\Pi_k(X)$. Пусть $\text{Diff}_+(X)$ — группа сохраняющих ориентацию диффеоморфизмов многообразия X , а $\text{Diff}_0(X)$ — ее связная компонента единицы, иначе говоря подгруппа диффеоморфизмов, изотопных тождественному отображению. Тогда мы можем написать

$$\Sigma_k(X) = \text{Emb}(S^k, X)/\text{Diff}_0(X)$$

и

$$\Pi_k(X) = \text{Emb}(S^k, X)/\text{Diff}_+(X).$$

Если положить $\text{Diff}_+(X)/\text{Diff}_0(X) = \mathcal{M}(X)$, то мы имеем

$$\Pi_k(X) = \Sigma_k(X)/\mathcal{M}(X). \quad (1)$$

Заметим, что группа $\mathcal{M}(X)$, или иначе $\pi_0\text{Diff}_+(X)$, представляет собой аналог “группы классов отображений” (mapping class group) в теории поверхностей. Мы имеем естественный гомоморфизм

$$\mathcal{M}(X) \rightarrow \text{Aut } H_*(X), \quad (2)$$

ядро которого $\mathcal{T}(X)$ — аналог “группы Торелли”.

2. Оснащенные узлы

Оснащенным k -мерным узлом в связном n -мерном многообразии X называется пара, состоящая из узла $f : S^k \rightarrow X$ и накрывающего его нормального реперного поля $v : S^k \rightarrow V_{n-k}(\tau X)$; эквивалентным, с точностью до изотопии, образом можно определить оснащенный узел как вложение $\tilde{f} : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X$. В том случае, когда многообразие X ориентировано, мы предполагаем, что оснащение v согласовано с ориентацией, т. е., пользуясь другим языком, что вложение \tilde{f} сохраняет ориентацию (где $S^k \times D^{n-k}$ снабжено стандартной ориентацией произведения). Множество изотопических классов (соответственно, классов относительно диффеоморфизма) оснащенных узлов мы обозначаем через $\Sigma_k^{fr}(X)$ (соответственно, $\Pi_k^{fr}(X)$). Как и в неоснащенном случае, на множестве $\Sigma_k^{fr}(X)$ действует группа $\mathcal{M}(X)$ и имеет место соотношение, аналогичное соотношению (1).

3. Оснащенные узлы и хирургия

Нам будет удобно ввести следующую систему обозначений. Если $f : S^k \rightarrow X$ — некоторый узел (оснащенный или неоснащенный), то мы будем считать, что узел f “знает”, в каком многообразии он расположен, и будем использовать для этого многообразия (т. е. в данном случае для многообразия X) обозначение M_f , или иногда $M(f)$ (буква M — от “manifold”).

Пусть $f : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X$ — оснащенный узел. Обозначим через \hat{X} результат хирургии (сферической перестройки) многообразия X по оснащенной сфере $f(S^k)$:

$$\hat{X} = (X \setminus f(S^k \times \text{int } D^{n-k})) \bigcup_f D^{k+1} \times S^{n-k-1}$$

(при этом ориентация произведения $D^{k+1} \times S^{n-k-1}$ должна отличаться множителем $(-1)^k$ от стандартной ввиду $\partial(S^k \times D^{n-k}) = (-1)^k \partial(D^{k+1} \times S^{n-k-1})$).

В силу построения в многообразии \hat{X} имеется стандартный оснащенный узел $D^{k+1} \times S^{n-k-1}$. Чтобы удовлетворить формальному определению оснащенного узла, мы должны поставить сомножители (сферу и шар) в правильном порядке; рассмотрим для этого составное отображение

$$S^{n-k-1} \times D^{k+1} \xrightarrow{T} D^{k+1} \times S^{n-k-1} \xrightarrow{inj} \hat{X},$$

где $T(x, y) = (y, x)$ — обычная перестановка сомножителей. Действие этого составного отображения на ориентации задается выражением $(-1)^{(n-k-1)(k+1)+k}$ (слагаемое k в показателе — следствие нестандартной ориентации произведения $D^{k+1} \times S^{n-k-1}$); после упрощения получаем $(-1)^{n(k+1)+1}$. Чтобы выполнить условие согласованности с ориентацией в определении оснащенного узла, выберем какой-либо линейный изоморфизм $R : D^{n-k-1} \rightarrow D^{n-k-1}$ степени $(-1)^{n(k+1)+1}$. Требуемый оснащенный узел в \hat{X} запишется теперь в виде $T \circ (\text{Id} \times R)$. Мы будем обозначать этот “дуальный” узел через \hat{f} , так что \hat{X} можно обозначить как $M_{\hat{f}}$.

Заметим, что соответствие $f \mapsto \hat{f}$ является взаимным: применив ту же самую конструкцию к узлу \hat{f} , мы возвращаемся к f .

4. Связная сумма узлов

Пусть имеются узлы $f_0 : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X_0$ и $f_1 : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X_1$. Рассмотрим отображения $g_0 : D^k \times D^{n-k} \rightarrow X_0$, $g_1 : D^k \times D^{n-k} \rightarrow X_1$, удовлетворяющие условиям:

1. Сужение отображения g_i на шар D^k представляет собой вложение в сферу $f_i(S^k)$, сохраняющее ориентацию при $i = 0$ и обращающее ее при $i = 1$.
2. Сужение g_i на каждый слой $x \times D^{n-k}$ совпадает с сужением f_i на слой $f_i^{-1}g_i(x) \times D^{n-k}$ (то есть, другими словами, отображение g_i переводит стандартное оснащение шара $D^k \subset D^k \times D^{n-k}$ в заданное оснащение сферы $f_i(S^k) \subset X_i$).

Приклеим теперь цилиндр $I \times D^k \times D^{n-k}$ к дизъюнктному объединению $X_0 \sqcup X_1$ по отображениям

$$g_i : i \times D^k \times D^{n-k} \rightarrow X_i, \quad i = 0, 1,$$

после чего удалим из полученного связного пространства множество $I \times \text{int}(D^k \times D^{n-k})$ (внутренность цилиндра вместе с внутренностями “оснований”). В полученном многообразии, отождествляемом со связной суммой $X_0 \# X_1$, имеется вложенная k -мерная сфера

$$S = (f_0(S^k) \setminus g_0(\text{int } D^k)) \cup \cup (I \times S^{k-1} \times 0) \cup (f_1(S^k) \setminus g_1(\text{int } D^k)), \quad (3)$$

снабженная естественным оснащением (рис. 1, часть оснащения обозначена штриховкой).

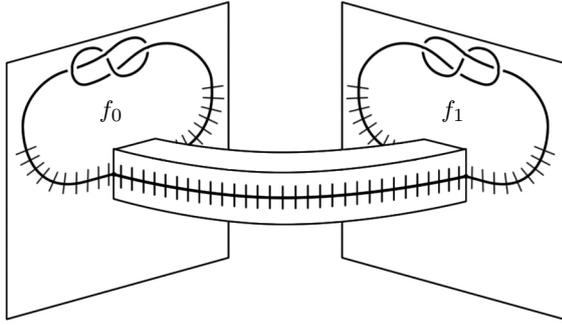


Рис. 1. Связная сумма узлов.

Выбрав параметризацию $S^k \rightarrow S$ (определенную, при заданных ориентациях, изотопически однозначно), мы получаем оснащенный узел в многообразии $X_0 \# X_1$, который обозначаем через $f_0 \# f_1$ и называем связной суммой узлов f_0 и f_1 . Описанная конструкция, очевидно, инвариантна относительно диффеоморфизмов, так что мы получаем спаривание

$$\Pi_k^{fr}(X_0) \times \Pi_k^{fr}(X_1) \xrightarrow{\#} \Pi_k^{fr}(X_0 \# X_1).$$

Эта же самая конструкция работает, с очевидными упрощениями, и в случае неоснащенных узлов и дает аналогичное спаривание

$$\Pi_k(X_0) \times \Pi_k(X_1) \xrightarrow{\#} \Pi_k(X_0 \# X_1).$$

Следует отметить, что многообразие $X_0 \# X_1$ здесь определено лишь с точностью до диффеоморфизма (поскольку у нас нет какого-либо естественного выбора “приклеивающих” отображений g_0 и g_1), так что здесь нет смысла говорить об изотопических классах узлов. Чтобы можно было говорить о связной сумме как изотопическом классе, мы должны зафиксировать заранее, до выбора конкретных узлов, как многообразия X_0 и X_1 , так и отображения $g_i : D^k \times D^{n-k} \rightarrow X_i$, сохраняющие ориентацию при $i = 0$ и меняющие ее при $i = 1$. Кроме того, в этом случае мы должны потребовать выполнения следующих дополнительных “условий стабильности”:

$$\pi_1(X_0) = \pi_1(X_1) = \{1\}, \quad \dim X_0, \dim X_1 \geq 3. \quad (4)$$

Нижеследующая лемма является техническим обоснованием “изотопического” варианта связной суммы узлов (мы формулируем ее в варианте для оснащенных узлов, предоставляя читателю сделать нужные изменения для “неоснащенного” варианта).

Лемма 1. Пусть $f : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X$ — оснащенный узел и $g : D^k \times D^{n-k} \rightarrow X$ — произвольное вложение. Пусть, кроме того, раз навсегда зафиксировано некоторое сохраняющее ориентацию вложение $\varphi : D^k \rightarrow S^k$ (например, отождествляющее шар D^k с “нижней полусферой” $S^k = S^k \cap \{x_1 \leq 0\}$). Тогда:

(а) существует изотопия узла f к узлу f' , удовлетворяющему коммутативной диаграмме

$$\begin{array}{ccc} S^k \times D^{n-k} & \xrightarrow{f'} & X \\ \varphi \times \text{Id} \uparrow & \nearrow g & \\ D^k \times D^{n-k} & & \end{array} \quad (5)$$

(по существу, диаграмма (5) — это условия 1 и 2 в начале этого подраздела). Мы будем называть узлы, удовлетворяющие этому условию, “закрепленными”;

(б) если узел f'' также изотопен узлу f и закреплен, и если выполнены условия $\pi_1(X) = 0$ и $n - k \geq 3$, то существует изотопия между f' и f'' в классе закрепленных узлов.

Лемма 1 — это, по существу, обобщение леммы 1.3 работы [2] (точнее следствия этой леммы и теоремы об h -кобордизме, см. [2, с. 404–405]). Доказательство, которое мы приведем, не использует теоремы об h -кобордизме и содержится в нескольких следующих далее рисунках и пояснениях к ним. Сразу же заметим, что часть (а) очевидна и доказательства не требует.

Доказательство леммы, часть (б). Рассмотрим закрепленный узел f' (рис. 2).

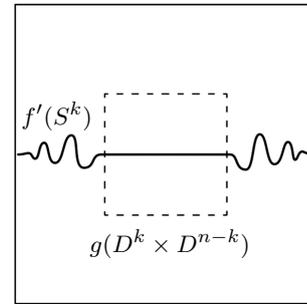


Рис. 2. Закрепленный узел (исходный вид).

Мы можем посредством подходящей изотопии превратить центральную часть закрепленного узла (представляющую собой, очевидно, k -мерный шар) в сколь угодно тонкую “трубку” (произведение $I \times S^{k-1}$), соединяющую центр “квадрата” $g(D^k \times D^{n-k})$ с копией нашего узла, не пересекающейся с “квадратом”. Таким образом, мы получим конфигурацию, изображенную на рис. 3.

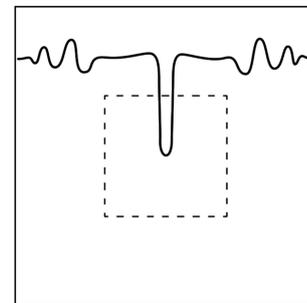


Рис. 3. Закрепленный узел (промежуточный вид).

Наконец, сделав трубку “бесконечно тонкой” (или, если угодно, заменяя трубку ее осевой линией), мы получаем окончательное представление нашего закрепленного узла (рис. 4).

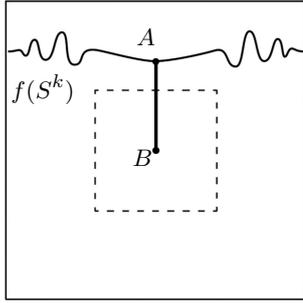


Рис. 4. Закрепленный узел (окончательный вид).

Можно считать, что на этом рисунке f — это первоначальный (незакрепленный) узел, а линия (AB) описывает способ приведения (т.е. изотопию) этого первоначального узла к закрепленному виду. Любой другой способ закрепления того же самого узла f приведет к картинке этого же вида, но с другой линией (AB) . Если выполнены условия части (б) леммы (X односвязно, коразмерность узла не менее трех), то тогда дополнение $X \setminus f(S^k)$ также односвязно и, следовательно, любые две конфигурации такого вида как на рис. 4 могут быть продеформированы друг в друга, что и дает требуемую “закрепленную” изотопию. \square

Итак, при выполнении условий (4) мы имеем спаривания

$$\Sigma_k^{(fr)}(X_0) \times \Sigma_k^{(fr)}(X_1) \xrightarrow{\#} \Sigma_k^{(fr)}(X_0 \# X_1).$$

5. Соединение узлов

Еще одна операция над оснащенными узлами в произвольных многообразиях, которую мы называем *соединением*, устроена совсем просто. Пусть опять имеются оснащенные узлы $f_0 : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X_0$ и $f_1 : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X_1$. Рассмотрим многообразия с краем

$$X'_i = X_i \setminus f_i(S^k \times \text{int } D^{n-k}), \quad i = 0, 1.$$

Отождествим край каждого из X'_i с произведением $S^k \times S^{n-k-1}$ посредством соответствующего отображения f_i . Выберем некоторый линейный изоморфизм $R : S^{n-k-1} \rightarrow S^{n-k-1}$ степени -1 (например, $R(x_1, x_2, \dots, x_{n-k}) = (-x_1, x_2, \dots, x_{n-k})$) и положим

$$X = X'_0 \bigcup_{\text{Id} \times R} X'_1.$$

Заметим, что оба вложения $X'_i \rightarrow X$ согласованы с ориентациями. Выбрав какой-либо вектор оснащения и сдвинув любой из узлов f_i (вместе с оснащением) в соответствующее многообразие $X'_i \subset X$, мы получим оснащенный узел $f : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X$, изотопический класс которого не зависит ни от того, какой из двух узлов мы выбрали, ни от выбора вектора сдвига. С другой стороны, у нас нет никакого способа “зафиксировать” полученное описанным выше образом многообразие X : при замене первоначальных узлов f_0, f_1 на изотопные им мы получаем другое X , лишь диффеоморфное первоначальному. Таким образом, описанная конструкция позволяет, по

заданным оснащенным узлам (или классам диффеоморфных узлов) f_0, f_1 , получить новый класс диффеоморфных узлов, который мы и будем называть их соединением и обозначать через $f_0 \vee f_1$.

Лемма 2. Для любых оснащенных узлов f_0, f_1 имеет место равенство

$$\widehat{f_0 \# f_1} = \widehat{f_0} \vee \widehat{f_1} \quad (6)$$

(которое следует понимать как равенство соответствующих классов, т.е. как диффеоморфизм узлов).

Доказательство. Для сокращения формул мы обозначим $M(f_i)$ через X_i , $X_0 \# X_1$ через X и $f_0 \# f_1$ через f . Прежде всего нам нужно получить многообразие \hat{X} , для чего следует приклеить к многообразию X ручку индекса $k+1$, используя узел f в качестве приклеивающего отображения. В данном случае в качестве ручки (которая топологически есть просто $(n+1)$ -мерный шар) мы возьмем цилиндр $I \times D^k \times D^{n-k}$ — в точности такой же, как и изображенный на рис. 1. Край этого цилиндра содержит оснащенный узел

$$((0 \times D^k) \cup (I \times S^{k-1}) \cup (1 \times D^k)) \times D^{n-k},$$

составленный из таких же трех частей, как и узел f (см. формулу (3)), и мы возьмем естественное отождествление в качестве приклеивающего отображения. Тогда мы можем написать

$$\hat{X} = (X \bigcup_f I \times D^k \times D^{n-k}) \setminus (I \times D^k \times \text{int } D^{n-k}),$$

и взять в качестве \hat{f} сферу

$$0 \times 0 \times S^{n-k-1} \subset I \times D^k \times S^{n-k-1}$$

с ее стандартным (постоянным) оснащением.

Теперь, не меняя конечного результата, изменим последовательность действий: вместо того, чтобы сначала приклеивать к несвязному объединению $X_0 \sqcup X_1$ первый цилиндр (так, как это было описано выше в подразделе о связной сумме), а затем приклеивать к результату второй цилиндр, мы сначала склеим эти два цилиндра друг с другом, отождествив их “боковые поверхности” $I \times S^{k-1} \times D^{n-k}$ и получив в результате цилиндр вида $I \times S^k \times D^{n-k}$, а затем приклеим этот последний к многообразию $X_0 \sqcup X_1$ по отображениям f_0 и \bar{f}_1 , соответственно на “нижнем основании” $0 \times S^k \times D^{n-k}$ и “верхнем основании” $1 \times S^k \times D^{n-k}$. Здесь \bar{f}_1 обозначает “перевернутое f_1 ” — отображение

$$f_1 \circ (R \times \text{Id}) : S^k \times D^{n-k} \rightarrow X_1,$$

где $R : S^k \rightarrow S^k$ — какое-нибудь линейное отображение степени -1 (напомним, что, согласно определению связной суммы, отображения, заданные на основаниях цилиндра, должны вести себя противоположным образом по отношению к ориентациям). Наконец, заменим еще раз последовательность действий — вместо того, чтобы сначала приклеивать к многообразию $X_0 \sqcup X_1$ цилиндр $I \times S^k \times D^{n-k}$ и затем удалять $I \times S^k \times \text{int } D^{n-k}$, мы поступим наоборот: положим

$$X'_i = X_i \setminus f_i(S^k \times \text{int } D^{n-k}), \quad i = 0, 1$$

и напомним

$$\hat{X} = (X'_0 \sqcup X'_1) \bigcup_{f_0, f_1} (I \times S^k \times S^{n-k-1}).$$

В качестве узла \hat{f} возьмем теперь сферу

$$0 \times a \times S^{n-k-1} \subset I \times S^k \times S^{n-k-1}$$

(где $a \in S^k$ — произвольная точка) с ее стандартным (постоянным) оснащением. Остается лишь заметить, что каждое X'_i можно записать в “дуальном” виде

$$\hat{X}_i \setminus \hat{f}_i(S^{n-k-1} \times \text{int } D^{k+1}),$$

а приклеивание цилиндра к краям многообразий X'_0 и X'_1 можно заменить отождествлением этих краев друг с другом по отображению

$$\text{Id} \times R : S^{n-k-1} \times S^k \rightarrow S^{n-k-1} \times S^k.$$

Но это как раз операция соединения, описанная выше.

□

6. Сферические узлы и группы Хефлигера

Узлы $f : S^k \rightarrow S^n$ мы называем сферическими. Как уже отмечалось в начале этой работы, для сферических узлов понятия диффеоморфизма и изотопии совпадают. Обозначения $\Sigma_k(S^n)$ и $\Sigma_k^{fr}(S^n)$ будем сокращать до $\Sigma_{k,n}$ и $\Sigma_{k,n}^{fr}$. Введенная нами выше операция связной суммы

$$\Sigma_{k,n}^{(fr)} \times \Sigma_{k,n}^{(fr)} \rightarrow \Sigma_{k,n}^{(fr)}$$

будет в этой ситуации называться просто суммой и обозначаться вместо $f_0 \# f_1$ через $f_0 + f_1$. Нетрудно показать, что эта операция совпадает с введенной Хефлигером [2, п. 1.4]. Мы дадим, в предположении $n \geq k + 3$, еще одно определение этой операции, во многих случаях более для нас удобное, чем “жесткая” конструкция Хефлигера в [2] или наше предыдущее определение. Пусть имеются узлы $f_0, f_1 : S^k \rightarrow S^n$. Рассматривая эти узлы с точностью до изотопии, мы можем считать, что они содержатся в непересекающихся шарах $D_0^n, D_1^n \subset S^n$; изотопический класс вложения $f_0 \sqcup f_1 : S^k \sqcup S^k \rightarrow S^n$ определен тогда однозначно. Соединим сферы $f_0(S^k), f_1(S^k)$ “трубкой”: выберем вложение $g : I \times D^k \rightarrow S^n$ так, чтобы выполнялись условия:

1. $f_i(S^k) \cap g(I \times D^k) = g(i \times D^k)$, $i = 0, 1$.
2. Отображение $f_i \circ g : i \times D^k \rightarrow S^k$ сохраняет ориентацию при $i = 0$ и обращает ее при $i = 1$.

Множество

$$(f_0(S^k) \cup f_1(S^k) \cup g(I \times D^k)) \setminus g(I \times \text{int } D^k)$$

отождествляется с k -мерной сферой, и мы таким образом получаем узел $f_0 + f_1 \in \Sigma_{k,n}$ (условие $n \geq k + 3$ гарантирует независимость результата от расположения “трубки”). Сказанное иллюстрируется рис. 5.

Чтобы распространить приведенное определение на оснащенные узлы, требуется задать некоторый “достаточно канонический” способ продолжения заданных оснащений сфер $f_0(S^k)$ и $f_1(S^k)$ на трубку $g(I \times D^k)$. Для этого мы, во-первых, наложим на отображение $g : I \times D^k \rightarrow S^n$ еще одно условие:

3. Вектор $\frac{\partial g}{\partial t}$ совпадает с v_1 при $i = 0$ и с $-v_1$ при $i = 1$, где t — параметр на отрезке I и v_1 — первый вектор заданного оснащения (соответственно, сферы $f_0(S^k)$ или $f_1(S^k)$).

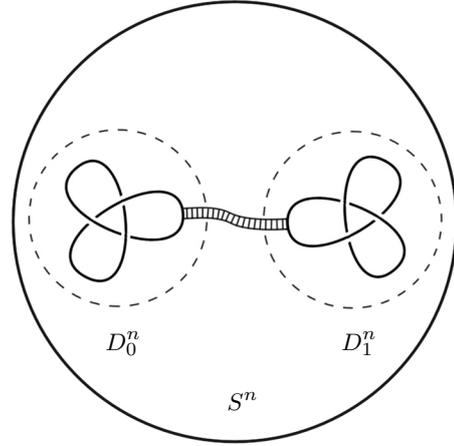


Рис. 5. Сумма сферических узлов.

Далее, продолжим векторное поле v_1 со сфер $f_0(S^k)$ и $f_1(S^k)$ на край трубки согласно рис. 6 (вне окрестности концов трубки поле v_1 — касательное к радиусам шаров $g(t \times D^{n-k})$).

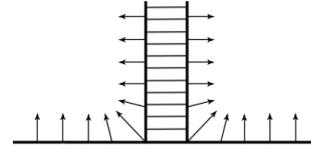


Рис. 6. Продолжение поля v_1 .

Теперь продолжим на нашу трубку остальные векторные поля v_2, \dots, v_{n-k} , составляющие оснащения сфер $f_0(S^k)$ и $f_1(S^k)$; возможность такого продолжения следует из того, что на концах трубки реперы v_2, \dots, v_{n-k} ориентированы одинаково (положительно) по отношению к стандартной ориентации трубки (это, в свою очередь, немедленно следует из наложенных выше условий 2 и 3). Наконец, мы можем считать (взяв трубку “достаточно тонкой”), что поля v_2, \dots, v_{n-k} , будучи продолженными на трубку, зависят лишь от переменной $t \in I$. В этом случае замена оснащения трубки — это отображение $I \rightarrow \text{SO}_{n-k-1}$. При этом граничных условий нет, так как любая замена репера $\{v_2, \dots, v_{n-k}\}$ в фиксированной точке сферы $f_i(S^k)$ очевидным образом продолжается на всю сферу. Таким образом, пространство всех оснащений отождествляется со связным пространством отображений $I \rightarrow \text{SO}_{n-k-1}$, откуда и следует изотопическая инвариантность нашего определения.

Тот факт, что мы таким образом получаем структуру коммутативной полугруппы на множествах $\Sigma_{k,n}$ и $\Sigma_{k,n}^{fr}$, при нашем определении достаточно очевиден; доказательство того, что при $n \geq k + 3$ это в действительности группа, содержится в работе [2] (основа этого доказательства — принцип “конкордантность влечет изотопию”, вытекающий из теоремы об h -кобордизме).

7. Действие групп Хефлигера на множествах

$$\Sigma_k^{(fr)}(X) \text{ и } \Pi_k^{(fr)}(X)$$

Это действие, как и операцию сложения сферических узлов, можно считать просто частным случаем связанной суммы (с этого момента мы всегда предполагаем, что выполнены условия $\pi_1(X) = \{1\}$ и $n \geq k + 3$). С другой стороны, можно дать определение действия, почти не отличающееся от данного выше определения суммы сферических узлов, опять-таки для нас более удобное.

Пусть даны произвольный узел $f \in \Sigma_k^{(fr)}(X)$ и сферический узел $g \in \Sigma_{k,n}^{(fr)}$. Выберем вложенный шар $D_0^n \subset X$, не пересекающийся с узлом $f(S^k)$ (ясно, что такой шар существует, и что множество таких шаров связно). Узел g мы можем, очевидно, представлять себе как находящийся в шаре D_0^n и, тем самым, как вложенный в X . Как и выше, соединим узлы f и g трубкой и, в случае оснащенных узлов, продолжим оснащения на трубку. Сказанное иллюстрирует рис. 7.

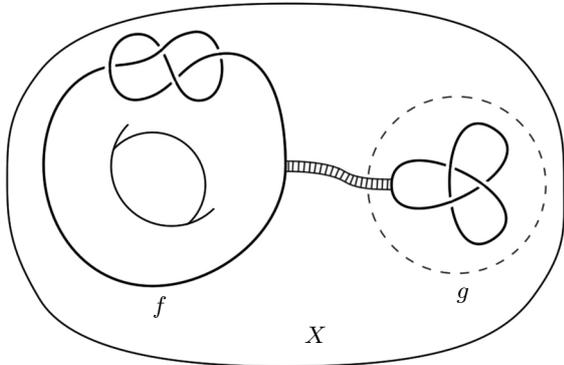


Рис. 7. Действие группы Хефлигера.

Результат этой операции будем, как и в том случае, когда оба узла сферические, обозначать через $f + g$. Мы получаем, таким образом, действие

$$\Sigma_k^{(fr)}(X) \times \Sigma_{k,n}^{(fr)} \rightarrow \Sigma_k^{(fr)}(X).$$

Легко видеть, что это действие инвариантно относительно группы $\text{Diff}_+(X)$, так что после соответствующей факторизации получаем и действие

$$\Pi_k^{(fr)}(X) \times \Sigma_{k,n}^{(fr)} \rightarrow \Pi_k^{(fr)}(X).$$

8. Группы Хефлигера $\Sigma_{3,6}$ и $\Sigma_{3,6}^{fr}$

Как было показано Хефлигером в [2] (см. также [3]), имеют место изоморфизмы

$$\Sigma_{3,6} \approx \mathbb{Z} \quad (7)$$

и

$$\Sigma_{3,6}^{fr} \approx \mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}. \quad (8)$$

Образующие этих групп были указаны Хефлигером в явном виде. Одна из образующих группы $\Sigma_{3,6}^{fr}$ — это стандартно вложенная сфера (тривиальный узел) с оснащением, полученным из стандартного (вектор v_1 направлен по радиусу, остальные два постоянны) посредством его “подкручивания” на стандартную образующую группы $\pi_3(\text{SO}_3) = \mathbb{Z}$. Мы будем эту образующую группы $\Sigma_{3,6}^{fr}$ обозначать через α . Другая образующая получается следующим образом ([3, с. 463]).

Рассмотрим в евклидовом пространстве $\mathbb{R}^6 = \mathbb{C}^3$ с координатами $x, y, z \in \mathbb{C}$ три 3-мерных эллипсоида S_1, S_2, S_3 , заданных уравнениями:

$$S_1 : x = 0, \quad \frac{|y|^2}{4} + |z|^2 = 1,$$

$$S_2 : y = 0, \quad \frac{|z|^2}{4} + |x|^2 = 1,$$

$$S_3 : z = 0, \quad \frac{|x|^2}{4} + |y|^2 = 1$$

(можно назвать эту тройку сфер “3-мерным зацеплением Борромео”; обычное зацепление Борромео получается при $x, y, z \in \mathbb{R}$). Снабдим каждую из сфер тривиальным оснащением, а затем соединим S_1 с S_2 и S_2 с S_3 “трубками” и продолжим оснащения на эти трубки — в точности так, как это было описано выше при построении суммы узлов (заметим, что то, что получается здесь — это *не сумма* узлов). Полученный оснащенный узел и есть вторая образующая β группы $\Sigma_{3,6}^{fr}$; образующая β_0 группы $\Sigma_{3,6}$ — это образ β при естественной проекции $\Sigma_{3,6}^{fr} \rightarrow \Sigma_{3,6}$ (забывание оснащения).

9. Замкнутые 2-связные 6-мерные многообразия

Имеется старый результат Смейла [4] о том, что (с точностью до диффеоморфизма) всякое замкнутое односвязное 6-мерное многообразие X имеет стандартный вид связанной суммы

$$X = S^3 \times S^3 \# S^3 \times S^3 \# \dots \# S^3 \times S^3,$$

что мы будем записывать короче как $X = r(S^3 \times S^3)$, где $r = \frac{1}{2} \text{rank} H_3(X)$ ($X = S^3 \times S^3$ при $r = 1$ и $X = S^6$ при $r = 0$). В этом случае имеем

$$\text{Aut } H_*(X) = \text{Aut } H_3(X) = GL(2r, \mathbb{Z}),$$

а образ гомоморфизма (2) — это, как нетрудно показать, группа $SP(2r, \mathbb{Z})$ (автоморфизмов, сохраняющих стандартную форму пересечений на $H_3(X)$), так что мы имеем точную последовательность

$$1 \rightarrow \mathcal{T}(X) \xrightarrow{i} \mathcal{M}(X) \xrightarrow{j} SP(2r, \mathbb{Z}) \rightarrow 1$$

(отметим опять аналогию со случаем поверхностей).

10. Гомологические инварианты 3-мерных узлов в 2-связных 6-мерных многообразиях

Пусть опять $X = r(S^3 \times S^3)$ — замкнутое односвязное 6-мерное многообразие. Для каждого узла $f : S^3 \rightarrow X$ определен его класс гомологий $h(f) = f_*[S^3] \in H_3(X)$. Этот класс инвариантен относительно действия группы $\text{Diff}_0(X)$ (но, конечно, не относительно группы $\text{Diff}_+(X)$, если только $h(f)$ — не нуль). Таким образом, мы имеем отображение

$$h : \Sigma_3(X) \rightarrow H_3(X) \approx \mathbb{Z}^{2r}, \quad (9)$$

порождающее разбиение

$$\Sigma_3(X) = \bigcup_{x \in H_3(X)} \Sigma_3(X; x), \quad (10)$$

где через $\Sigma_3(X; x)$ обозначено множество всех узлов $f \in \Sigma_3(X)$ с $h(f) = x$ (нетрудно убедиться, что все $\Sigma_3(X; x)$ непусты).

Для узлов $f : S^3 \rightarrow X$, рассматриваемых с точностью до диффеоморфизма (иначе, элементов

множества $\Pi_3(X)$), мы рассмотрим другой инвариант — число $d(f)$, являющееся наибольшим натуральным делителем класса $h(f)$. Мы будем в таком же смысле использовать выражение $d(x)$ для произвольного $x \in H_3(X)$. Наконец, примем, что $d(0) = 0$. Будем говорить, что узел $f : S^3 \rightarrow X$ (или соответствующий ему элемент множества $\Pi_3(X)$) имеет индекс $d(f)$. Множество всех $f \in \Pi_3(X)$, имеющих индекс d , будем обозначать через $\Pi_3(X; d)$. В результате получаем разбиение, аналогичное разбиению (10):

$$\Pi_3(X) = \bigcup_{d \geq 0} \Pi_3(X; d). \quad (11)$$

Переходя к оснащенным узлам, мы определяем инварианты $h(f)$ и $d(f)$ и множества $\Sigma_3^{fr}(X; x)$ и $\Pi_3^{fr}(X; d)$ точно так же. Очевидно, что в “оснащенном” случае имеют место соответствующие варианты разбиений (10) и (11).

Следующие две леммы не требуют доказательства, будучи очевидными или следуя непосредственно из определений.

Лемма 3. Если $d(f_1) = d_1$ и $d(f_2) = d_2$, то тогда $d(f_1 \# f_2) = (d_1, d_2)$.

Здесь (d_1, d_2) обозначает опять наибольший общий делитель чисел d_1 и d_2 , при этом, чтобы формулировка осталась верной для всех случаев, мы примем, что $(0, 0) = 0$.

Лемма 4. Множества $\Sigma_3^{(fr)}(X; x)$ с $x \in H_3(X)$ и $\Pi_3^{(fr)}(X; d)$ с $d = 0, 1, 2, \dots$ инвариантны относительно действия соответствующей группы $\Sigma_{3,6}^{(fr)}$.

Таким образом, все указанные множества составлены из орбит. Впоследствии будет показано, что в действительности каждое из них представляет собой единственную орбиту (теорема 2).

11. О содержании работы [1]

В работе [1] содержится классификация, с точностью до диффеоморфизма, 3-мерных узлов в многообразиях вида $X = r(S^3 \times S^3)$ (в частности, эта работа покрывает и случай $r = 0$, т.е. узлы Хефлигера). Подход, использованный в [1], основан на связи классификации узлов с классификацией 6-мерных многообразий определенного вида, решенной автором незадолго до этого [5]. Сама эта связь устроена очень просто: каждому оснащенному узлу $f \in \Pi_3^{fr}(X)$ отвечает, как было показано выше, “дуальный” узел $\hat{f} : S^2 \times D^4 \rightarrow M_{\hat{f}}$. В том случае, если $X = r(S^3 \times S^3)$, мы имеем, как легко проверить:

$$H_2(M_{\hat{f}}) \approx \mathbb{Z}, \quad H_3(M_{\hat{f}}) \approx \mathbb{Z}^{2r} \text{ при } d = 0,$$

$$H_2(M_{\hat{f}}) \approx \mathbb{Z}_d, \quad H_3(M_{\hat{f}}) \approx \mathbb{Z}_d \oplus \mathbb{Z}^{2r-2} \text{ при } d > 0,$$

где $d = d(f)$. При этом группа $H_2(M_{\hat{f}})$ имеет стандартную образующую $h(\hat{f})$ или $h_{\hat{f}}$. Нормальное расслоение сферы $\hat{f}(S^2)$ тривиально, так что $\langle w_2(M_{\hat{f}}), h_{\hat{f}} \rangle = 0$, т.е. многообразие $M_{\hat{f}}$ — спинорное. Обратно, всякой паре (M, h) , составленной из спинорного многообразия M с указанными выше гомологиями и образующей $h \in H_2(M)$, отвечает посредством “обратной” перестройки (вдоль вложенной 2-мерной сферы, реализующей класс h) 2-связное многообразие X

и оснащенный узел $f : S^3 \times D^3 \rightarrow X$ индекса d (определенный, конечно, с точностью до диффеоморфизма).

Как показано в работе [5], пара (M, h) указанного выше вида определяется с точностью до диффеоморфизма, кроме 3-мерного числа Бетти $b_3(M)$, еще двумя инвариантами $\mu(M, h) \in \mathbb{Z}_{d \cdot (3, d)}$ и $\gamma(M, h) \in \mathbb{Z}_d$, где через (x, y) мы обозначаем наибольший общий делитель чисел x, y (инвариант γ обозначался в работе [5] через p). Пусть $\omega \in H^2(M; \mathbb{Z}_d)$ — класс когомологий, определенный условием $\langle \omega, h \rangle = 1$ (примем, что $\mathbb{Z}_0 = \mathbb{Z}$). Имеют место следующие соотношения, связывающие инварианты μ, γ с известными объектами:

$$\mu = \langle \mathcal{P}_3(\omega), [M] \rangle, \quad (12)$$

$$4\gamma = \langle p_1(M) \cdot \omega, [M] \rangle. \quad (13)$$

Здесь $\mathcal{P}_3 : H^{2k}(M; \mathbb{Z}_d) \rightarrow H^{6k}(M; \mathbb{Z}_{d \cdot (3, d)})$ — нестабильная когомологическая операция “куб Понтрягина”, при $(3, d) = 1$ или $d = 0$ совпадающая с обычным возведением в куб (см. [6]), а $p_1(M)$ — класс Понтрягина. Инварианты μ, γ могут принимать любые значения, удовлетворяющие единственному соотношению

$$\mu \equiv \gamma \pmod{6}, \quad (14)$$

откуда следует, путем элементарного подсчета, что число классов диффеоморфных оснащенных узлов индекса d равно $d^2/(2, d)$ при $d > 0$ (бесконечно при $d = 0$, что согласуется с результатом Хефлигера). Чтобы получить отсюда число классов неоснащенных узлов, необходимо знать, как действует на инварианты μ, γ замена оснащения. Можно показать (см. ниже Следствие 3), что при “подкручивании” оснащения на образующую группы $\pi_3(\text{SO}_3) \approx \mathbb{Z}$ инварианты изменяются согласно формуле

$$\mu \mapsto \mu + 1, \quad \gamma \mapsto \gamma + 1. \quad (15)$$

Используя этот факт, нетрудно подсчитать, что число классов неоснащенных узлов индекса $d > 0$ равно $d/(6, d)$ (и бесконечно при $d = 0$, опять в соответствии с Хефлигером). Это и есть главные результаты работы [1].

В дальнейшем мы будем выражения $\mu(M_{\hat{f}}, h_{\hat{f}})$ и $\gamma(M_{\hat{f}}, h_{\hat{f}})$ записывать просто как $\mu(f)$ и $\gamma(f)$.

Следует сказать, что данная в работе [1] классификация узлов является довольно “неконструктивной” — там нет никакого описания конкретных узлов, имеющих заданный индекс d и заданные инварианты μ, γ . В настоящей работе мы придаем этой классификации более явный характер, исследовав действие групп Хефлигера $\Sigma_{3,6}$ и $\Sigma_{3,6}^{fr}$ на множествах $\Pi_3(X)$ и $\Pi_3^{fr}(X)$ (частично также и на множествах $\Sigma_3(X)$ и $\Sigma_3^{fr}(X)$).

12. Формулы Уолла

Мы называем формулами Уолла выписанные в работе [7] (см. теорему 4 на с. 360) выражения для значений инвариантов $\mu(f)$ и $\gamma(f)$ для произвольного оснащенного узла $f = k\alpha + l\beta \in \Sigma_{3,6}^{fr}$ (напомним, что здесь эти инварианты — целочисленные):

$$\begin{cases} \mu(f) = k + 6l, \\ \gamma(f) = k \end{cases}$$

(в действительности Уолл выписывает соотношения не для инвариантов $\mu(f)$ и $\gamma(f)$, которых в его работе нет, а для правых частей соотношений (12) и (13), первая из которых в рассматриваемом целочисленном случае может быть записана как $\langle \omega^3, [Y] \rangle$). Эти формулы можно представить как следующие три утверждения об отображениях $\mu, \gamma : \Sigma_{3,6}^{fr} \rightarrow \mathbb{Z}$.

Утверждение 1. *Отображения μ, γ являются гомоморфизмами.*

Утверждение 2. $\mu(\alpha) = \gamma(\alpha) = 1$.

Утверждение 3. $\mu(\beta) = 6, \gamma(\beta) = 0$.

13. Стандартный узел индекса d

Стандартным узлом индекса d в многообразии $S^3 \times S^3$ мы будем называть узел $s_d \in \Sigma_3^{(fr)}(S^3 \times S^3)$ (оснащенный или неоснащенный в зависимости от контекста), получающийся следующим образом. Возьмем набор из d попарно различных точек $a_1, a_2, \dots, a_d \in S^3$ и образуем соответствующий набор "горизонтальных" сфер $S^3 \times a_1, S^3 \times a_2, \dots, S^3 \times a_d \subset S^3 \times S^3$. Теперь соединим эти сферы $d-1$ трубками попарно — 1-ю со 2-й, 2-ю с 3-й и т.д., — точно так же, как выше при образовании связной суммы узлов. То, что мы при этом получим, весьма условно изображено на рис. 8.

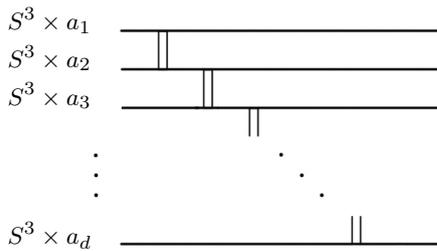


Рис. 8. Узел s_d .

Так же мы будем называть и обозначать и образ узла s_d в любом многообразии $r(S^3 \times S^3)$ с $r > 1$, получающийся при естественном отображении

$$\Sigma_3^{(fr)}(S^3 \times S^3) \rightarrow \Sigma_3^{(fr)}(r(S^3 \times S^3)),$$

а также его образы в множествах $\Pi_3^{(fr)}(r(S^3 \times S^3))$.

14. Основные результаты работы

Теорема 1. *Инварианты μ и γ принимают нулевые значения для любого стандартного узла s_d .*

Теорема 2. *Действие группы $\Sigma_{3,6}^{fr}$ на множествах $\Sigma_3^{fr}(S^3 \times S^3; x)$ и $\Pi_3^{fr}(S^3 \times S^3; d)$ транзитивно.*

Следствие 1. *Действие группы $\Sigma_{3,6}$ на множествах $\Sigma_3(S^3 \times S^3; x)$ и $\Pi_3(S^3 \times S^3; d)$ транзитивно.*

Теорема 3. *Инварианты μ и γ удовлетворяют следующему свойству аддитивности: для любых оснащенных узлов f_1 и f_2 выполнены равенства*

$$\mu(f_1 \# f_2) = \rho_{d,(3,d)}\mu(f_1) + \rho_{d,(3,d)}\mu(f_2), \quad (16)$$

$$\gamma(f_1 \# f_2) = \rho_d\gamma(f_1) + \rho_d\gamma(f_2), \quad (17)$$

где d — наибольший общий делитель чисел $d(f_1)$ и $d(f_2)$ и ρ_m — приведение по модулю m (считаем, что $\rho_0 = \text{Id}$).

Следствие 2. *Действие элементов группы $\Sigma_{3,6}^{fr}$ на стандартный узел $s_d \in \Pi_3(X; d)$ описывается формулами*

$$\mu(s_d + k\alpha + l\beta) = \rho_{d,(3,d)}(k + 6l), \quad (18)$$

$$\gamma(s_d + k\alpha + l\beta) = \rho_d(k) \quad (19)$$

Замечание 1. Это утверждение можно рассматривать как обобщение формул Уолла.

Следствие 3. *Замена оснащения узла индекса d (подкручивание оснащения на k -кратную образующую группы $\pi_3 SO(3) \approx \mathbb{Z}$) следующим образом действует на инварианты узла:*

$$\mu \mapsto \mu + \rho_{d,(3,d)}(k); \quad \gamma \mapsto \gamma + \rho_d(k).$$

Следствие 4. *Множество $\Pi_3^{fr}(X; d)$ обладает естественной структурой группы, и эта группа изоморфна группе $\mathbb{Z}_{d,(3,d)} \oplus \mathbb{Z}_{d/(6,d)}$.*

Литература

1. Жубр А.В. Классификация трехмерных узлов в 2-связных шестимерных многообразиях // Записки науч. сем. ЛОМИ, 1976. С. 148-163.
2. Haefliger A. Differentiable embeddings of S^m in S^{m+q} for $q > 2$ // Ann. Math. (2), 1966. P. 402-436.
3. Haefliger A. Knotted $(4k-1)$ -spheres in $6k$ -space // Ann. Math., 1962. P. 452-466.
4. Smale S. On the structure of 5-manifolds // Ann. Math., 1962. Vol. 75. P. 38-46.
5. Жубр А.В. Классификация односвязных шестимерных спинорных многообразий // Изв. АН СССР. Сер. мат., 1975. С. 839-859.
6. Thomas E. A generalization of the Pontrjagin square cohomology operation // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1956. Vol. 42. P. 266-269.
7. Wall C.T.C. On certain 6-manifolds // Inv. Math., 1966. Vol. 1. P. 355-374.

О ПОВЕДЕНИИ T_G -ОПЕРАТОРА В ПРОСТРАНСТВАХ ФУНКЦИЙ, ОПИСЫВАЕМЫХ МОДУЛЕМ НЕПРЕРЫВНОСТИ

А.Ю. ТИМОФЕЕВ

Сыктывкарский государственный университет, г.Сыктывкар
tim@syktsu.ru

В данной работе изучается функция $T_G(b)(z)$, где T_G – оператор Векуа, а $b(z)$ принадлежит пространству функций, описываемых модулем непрерывности. Доказывается непрерывность этой функции в точке $z = 0$.

Ключевые слова: обобщенные уравнения Коши-Римана, оператор Векуа, особая точка, модуль непрерывности

A.YU. TIMOFEEV. THE BEHAVIOR OF T_G -OPERATOR IN THE SPACES OF FUNCTIONS DESCRIBED BY THE MODULUS OF CONTINUITY

In this paper we study the function $T_G(b)(z)$, where T_G – Vekua operator, and the function $b(z)$ belongs to the space of functions described by the modulus of continuity. We prove the continuity of this function at the point $z = 0$.

Key words: generalized Cauchy-Riemann equation, Vekua operator, singular point, modulus of continuity

Введение

Эллиптическая система на плоскости представима в канонической форме

$$\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} + au + bv = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + cu + dv = 0, \quad (1)$$

где a, b, c, d – заданные функции. Вводя в рассмотрение комплексную функцию

$$w(z) = u(x, y) + iv(x, y), \quad z = x + iy,$$

систему уравнений (1) можно записать в виде

$$\partial_{\bar{z}}w + Aw + B\bar{w} = 0, \quad (2)$$

где $\partial_{\bar{z}}w = \frac{1}{2}(w_x + iw_y)$, $A = \frac{1}{4}(a + d + ic - ib)$, $B = \frac{1}{4}(a - d + ic + ib)$.

Теория уравнений (2) построена И.Н. Векуа (см, например, [1]) в предположении, что $A(z), B(z)$ принадлежат для ограниченной области G пространству $L_q(G)$, где $q > 2$. В частности, если $A(z), B(z)$ обращаются в бесконечность в некоторой изолированной особой точке, то порядок этой особенности должен быть строго меньше единицы. Поэтому даже уравнение (2) с такими коэффициентами, как $A(z) = B(z) = \frac{1}{z}$ не вписывается в теорию Векуа.

Исследованию задач для обобщенных уравнений с коэффициентами, имеющими особенности в изолированной точке, посвящены работы Л.Г. Михайлова, З.Д. Усманова, Н.К. Блиева, А. Тунгатарова, М. Райссига и А.Ю. Тимофеева, Р. Сакса, Г. Бегера, Г. Макацария и др. При этом результаты во многом определяются поведением основного оператора теории – оператора Векуа в окрестности изолированной особой точки [2-3].

В работе [4] допускающие особенности в точке $z = 0$ коэффициенты $B(z)$ ($A = 0$) принадлежат весовому пространству функций $S_p(G)$, которое является

объединением пространств

$$S_p(G) = \left\{ B(z) : \sup_{G \setminus \{0\}} (|B(z)|p(|z|)) < \infty \right\}.$$

Заметим, что для таких функций выполнено условие

$$B(z) \in L_{\infty, loc}(G \setminus \{0\}).$$

Множество функций $p(t)$, обладающих достаточно общими свойствами, обозначается через P . Пространство $S_p(G)$ состоит из тех и только тех заданных в G функций $B(z)$, для каждой из которых существует такая функция $p(t) \in P$, что $B(z) \in S_p(G)$. Предполагается, что функции $p(t)$ удовлетворяют следующим условиям:

1. Заданы и положительны на некотором промежутке $(0, t_p]$, где $t_p < 1$.
2. Не убывают на $(0, t_p]$.
3. $\lim_{t \rightarrow +0} p(t) = 0$.
4. $\int_0^{t_p} \frac{dt}{p(t)} < +\infty$.

Таким образом, $S_p(G)$ описывает поведение функций этого пространства в точке $z = 0$. При доказательстве основного результата в [4] существенную роль играет следующая теорема.

Теорема 1. Пусть $b(z) \in S_p(G)$, тогда функция $T_G(b)(z)$ непрерывна в точке $z = 0$.

Здесь

$$T_G(b)(z) := -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{b(\zeta) d\xi d\eta}{\zeta - z},$$

T_G – основной оператор теории Векуа. В данной статье мы используем обозначение $\zeta = \xi + i\eta$. В работах [1] и [2] приводятся свойства функции $T_G(f)(z)$ в зависимости от свойств функции $f(z)$. В данной работе доказывается аналог теоремы 1 для другого про-

странства функции $b(z)$, а именно, справедлива следующая теорема.

Теорема 2. Пусть $b(z) \in S_{p,\omega}(G)$, тогда для функции $T_G(b)(z)$ справедлива следующая оценка

$$|T_G(b)(z) - T(b)(0)| \leq C\omega(|z|),$$

где постоянная C не зависит от z .

Пространство $S_{p,\omega}(G)$ определяется заданным модулем непрерывности $\omega(t)$ и введено во втором разделе данной работы. При доказательстве основного результата существенную роль играет следующая лемма.

Лемма 1. Пусть $p \in P$ и $z \neq 0$. Тогда справедлива оценка

$$J(z) := \iint_{|\zeta| \leq \delta} \frac{\omega(|\zeta|) d\xi d\eta}{|\zeta - z| |\zeta| p(|\zeta|)} \leq C_p \frac{\omega(|z|)}{|z|},$$

где постоянная C_p не зависит от z .

Доказательство утверждения производится по схеме работы [4].

1. Свойства оператора T_G

В данном параграфе приводятся основные свойства оператора T_G (см. например, [1], с. 39).

Свойство 1. Пусть G – ограниченная область. Если $f \in L_p(\bar{G})$, $p > 2$, то функция $g = T_G f$ удовлетворяет условиям

$$|g(z)| \leq M_1 L_p(f, \bar{G}), \quad z \in E, \quad (3)$$

$$|g(z_1) - g(z_2)| \leq M_2 L_p(f, \bar{G}) |z_1 - z_2|^\alpha, \quad \alpha = \frac{p-2}{p}, \quad (4)$$

где z, z_1, z_2 – произвольные точки плоскости, а M_1, M_2 – произвольные постоянные, причем M_1 зависит от p и G , а M_2 – только от p ; $L_p(f, \bar{G})$ норма функции f в пространстве $L_p(\bar{G})$.

Неравенства (3) и (4) показывают, что T_G – линейный вполне непрерывный оператор в пространстве $L_p(\bar{G})$, отображающий это пространство на C_α , $\alpha = \frac{p-2}{p}$, $p > 2$ (такие операторы называются иногда усиленно вполне непрерывными операторами), причем

$$C_\alpha(T_G f, \bar{G}) \leq M L_p(f, \bar{G}), \quad \alpha = \frac{p-2}{p}, \quad p > 2.$$

Свойство 2. Пусть $f \in C(\bar{G})$. Тогда из

$$g(z_1) - g(z_2) = \frac{z_1 - z_2}{\pi} \iint_G \frac{f(\zeta) d\xi d\eta}{(\zeta - z_1)(\zeta - z_2)}, \quad z_1 \neq z_2,$$

следует

$$\begin{cases} |g(z)| \leq M C(f, \bar{G}), \\ |g(z_1) - g(z_2)| \leq M C(f, \bar{G}) |z_1 - z_2| \lg \frac{2d}{|z_1 - z_2|}, \end{cases}$$

где d – диаметр области G , M – постоянная.

Если же $f \in L_\infty(\bar{G})$, то имеем

$$\begin{cases} |g(z)| \leq M L_\infty(f, \bar{G}), \\ |g(z_1) - g(z_2)| \leq M L_\infty(f, \bar{G}) |z_1 - z_2| \lg \frac{2d}{|z_1 - z_2|}. \end{cases}$$

Из этих неравенств следует, что оператор T_G непрерывен в пространствах $C(\bar{G})$ и $L_\infty(\bar{G})$, причем отображает эти пространства на класс функций, удовлетворяющих условию Дини.

В книге Л.Г. Михайлова [2] приводится таблица, показывающая свойства оператора $T_G(f)(z)$ в зависимости от свойств функции $f(z)$:

Условия на $f(\zeta)$	Свойства функции $T_G(f)(z)$
1) $L(G)$	$L_{2-\epsilon}(G)$, $\epsilon > 0$ мало
2) $L_p(G)$, $1 < p < 2$	$L_q(G)$, $q = \frac{2p}{p-2}$
3) $L_2(G)$	$L_s(G)$ для любого $s \geq 1$
4) $L_p(G)$, $p > 2$	$C_\alpha(G)$, $\alpha = \frac{p-2}{p}$
5) $L_\infty(G)$, $C(G)$	$\Delta\omega = O(\Delta z \cdot \ln \Delta z)$, $\Delta\omega$ – модуль непрерывности
6) Голomorphicная в G	Голomorphicная в G

Данная таблица описывает лишь глобальное поведение функции $T_G(f)(z)$. В третьем и четвертом разделах настоящей работы изучается поведение указанной функции в окрестности особой точки $z = 0$.

2. Весовые функции, модуль непрерывности и пространство $S_{p,\omega}(G)$

2.1. Весовые функции

Как и в работе [4], будем рассматривать заданные на $(0, 1]$ функции $P = P(T)$, удовлетворяющие следующим условиям:

1. Заданы и положительны на некотором промежутке $(0, t_p]$, где число t_p зависит от функции $p(t)$, $t_p < 1$.
2. Не убывают на $(0, t_p]$.
3. $\lim_{t \rightarrow +0} p(t) = 0$.
4. $\int_0^{t_p} \frac{dt}{p(t)} < +\infty$.

Функция $p(t)$ называется весовой. Множество функций $p(t)$, обладающих этими свойствами, обозначается через P .

В дальнейшем будем считать функции $p(t)$ заданными на всём промежутке $(0, 1]$, продолжая в случае необходимости $p(t)$ на промежутке $[t_p, 1]$ постоянной, равной $p(t_p)$. В этом случае условия 1-4 будут выполнены уже на всём промежутке $(0, 1]$. В работе [5] изучается, в частности, поведение весовой функции в нуле, а также связь с квазивогнутыми функциями.

Приведем примеры весов класса P .

Пример 1. $p(t) = t^\alpha$, $0 < \alpha < 1$.

Пример 2. $p(t) = t \cdot \ln^\beta \frac{1}{t}$, $\beta > 1$.

Пример 3. $p(t) = t \cdot \ln \frac{1}{t} \ln \ln \frac{1}{t} \dots (\underbrace{\ln \dots \ln \frac{1}{t}}_{k-1}) (\underbrace{\ln \dots \ln \frac{1}{t}}_k)^\beta \in$

P при $\beta > 1$.

2.2. Модуль непрерывности и основное пространство

В соответствии с определением из [6], р. 41 функция $\omega(t)$, удовлетворяющая условиям:

1. $\omega(t) \geq 0$ и не убывает на $[0, 1]$;
2. $\omega(0) = 0$;
3. $\omega(t_1 + t_2) \leq \omega(t_1) + \omega(t_2)$;
4. $\omega(t)$ непрерывна на $[0, 1]$

называется модулем непрерывности.

Вместо условия 3 будем предполагать более сильное условие, что $\frac{\omega(t)}{t}$ убывает при $t > 0$. Очевидно, что тогда $\omega(t)$ полуаддитивна.

Пусть $G = \{z \in C : |z| < 1\}$, для фиксированной функции $p(t) \in P$ введем следующее множество функций:

$$s_{p,\omega}(G) = \{f(z) \in L_{\infty,loc}(G \setminus \{0\}) :$$

$$\exists \delta_0 \in (0, 1) : \forall z \in U_{\delta_0} \quad |f(z)| p(|z|) \leq \omega(|z|)\}.$$

Теперь рассмотрим объединение по весовым функциям всех этих множеств $S_{p,\omega}(G) = \bigcup_{p \in P} s_{p,\omega}(G)$. При-

ведем пример функции из $S_{p,\omega}(G)$. Пусть $\beta_0 \in (0, 1)$ фиксированное число, $f(z) = \frac{1}{r^{\beta_0}}$ принадлежит пространству $S_{p,\omega}(G)$, (здесь $|z| = r$). В качестве весовой функции $p_\alpha(t)$ можно взять любую функцию вида $p_\alpha(t) = t^\alpha$, для любого $\alpha \in (\beta_0, 1)$. Тогда $|f(z)|p_\alpha(|z|) = r^{\alpha-\beta_0}$, т.е. $f \in S_{p,\omega}(G)$, если $\omega(t) = t^{\alpha-\beta_0}$.

3. Вспомогательные утверждения

В работе [4] доказывается следующая лемма.

Лемма 2. Пусть $p \in P$. Тогда для $z \in \bar{G} = \{z \in C : |z| \leq 1\}$ справедлива оценка

$$\iint_G \frac{d\xi d\eta}{p(|\zeta|)|\zeta - z|} \leq C_p,$$

где постоянная C_p не зависит от $z \in \bar{G}$.

При доказательстве основного утверждения нами будет использована следующая лемма.

Лемма 3. Пусть $p \in P$ и $z \neq 0$. Тогда справедлива оценка

$$J(z) := \iint_{|\zeta| \leq \delta} \frac{\omega(|\zeta|)d\xi d\eta}{|\zeta - z||\zeta|p(|\zeta|)} \leq C_p \frac{\omega(|z|)}{|z|},$$

где постоянная C_p не зависит от z .

Доказательство. Проводится по схеме доказательства леммы 2. Поскольку $z \neq 0$, представим G в виде объединения следующих, изображенных на рисунке,

множеств $G = \bigcup_{j=1}^4 G_j$:

$$G_1 = \left\{ \zeta : |\zeta| \leq \frac{|z|}{2} \right\}, \text{ тогда } |\zeta - z| \geq \frac{|z|}{2};$$

$$G_2 = \left\{ \zeta : |\zeta - z| \leq \frac{|z|}{2} \right\}, \text{ тогда } |\zeta| \geq \frac{|z|}{2};$$

$$G_3 = \left\{ \zeta : |\zeta| > \frac{|z|}{2} \text{ и } |\zeta| < |\zeta - z| \right\};$$

$$G_4 = \left\{ \zeta : |\zeta - z| > \frac{|z|}{2} \text{ и } |\zeta - z| < |\zeta| \right\}.$$

Обозначим $J(z) := \sum_{j=1}^4 I_j$, где

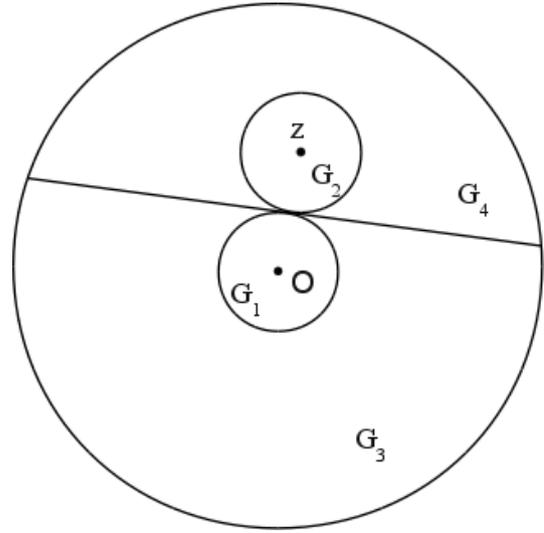
$$I_j = \iint_{G_j} \frac{d\xi d\eta \omega(|\zeta|)}{|\zeta - z||\zeta|p(|\zeta|)}.$$

Проведем оценки этих интегралов. При оценке первого интеграла используем монотонность функции ω . Тогда

$$I_1 \leq \frac{2\omega(|z|)}{|z|} \iint_{G_1} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta|p(|\zeta|)} \leq C_p \frac{\omega(|z|)}{|z|}.$$

Так как функция $\frac{\omega(t)}{t}$ убывает, то

$$\begin{aligned} I_2 &\leq \frac{2\omega(|z|)}{|z|} \iint_{G_2} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta - z|p(|\zeta|)} \leq \\ &\leq \frac{2\omega(|z|)}{|z|} \iint_{|\zeta - z| \leq \frac{|z|}{2}} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta - z|p(|\zeta - z|)} \leq C_p \frac{\omega(|z|)}{|z|}. \end{aligned}$$



Аналогично

$$\begin{aligned} I_3 &\leq \iint_{G_3} \frac{\omega(|\zeta - z|)d\xi d\eta}{|\zeta - z||\zeta|p(|\zeta|)} \leq \\ &\leq \frac{2\omega(\frac{|z|}{2})}{|z|} \iint_{|\zeta| \geq \frac{|z|}{2}} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta|p(|\zeta|)} \leq C_p \frac{\omega(|z|)}{|z|}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_4 &\leq \frac{2\omega(|z|)}{|z|} \iint_{|\zeta - z| \geq \frac{|z|}{2}} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta - z|p(|\zeta|)} \leq \\ &\leq \frac{2\omega(|z|)}{|z|} \iint_{|\zeta - z| \geq \frac{|z|}{2}} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta - z|p(|\zeta - z|)} \leq C_p \frac{\omega(|z|)}{|z|}. \end{aligned}$$

□

Следствие 1.

$$\iint_{|\zeta - z_0| \leq \delta} \frac{\omega(|\zeta - z_0|)d\xi d\eta}{|\zeta - z||\zeta - z_0|p(|\zeta - z_0|)} \leq C_p \frac{\omega(|z - z_0|)}{|z - z_0|}.$$

Неравенство сразу следует из леммы, если произвести замену $\zeta = t + z_0$.

4. Поведение оператора T_G на функциях пространства $S_{p,\omega}(G)$

Пусть $G = \{z \in C : |z| < 1\}$. Рассмотрим следующую функцию

$$T_G(b)(z) := -\frac{1}{\pi} \iint_G \frac{b(\zeta)d\xi d\eta}{\zeta - z}.$$

Теорема 3. Пусть $b \in S_{p,\omega}(G)$, тогда для функции $T_G(b)(z)$ справедлива оценка

$$|T_G(b)(z) - T_G(b)(0)| \leq C_1 \omega(|z|), \quad (5)$$

где постоянная C_1 не зависит от z .

Доказательство. Пусть функция $b \in S_{p,\omega}(G)$, тогда существует несобственный интеграл $-\frac{1}{\pi} \iint_{G_1} \frac{b(\zeta)d\xi d\eta}{\zeta}$.

Это утверждение следует из неравенств

$$\left| -\frac{1}{\pi} \iint_{G_1} \frac{b(\zeta)d\xi d\eta}{\zeta} \right| \leq 2 \int_0^1 \frac{|b(\zeta)|p(|\zeta|)}{p(|\zeta|)} dr \leq$$

$$\leq 2\omega(1) \int_0^1 \frac{dr}{p(r)} < \infty.$$

Обозначим данное число через $T_{G_1}(b)(0)$. Покажем, что $\lim_{z \rightarrow 0} T_{G_1}(b)(z) = T_{G_1}(b)(0)$.

$$J(z) := T_{G_1}(b)(z) - T_{G_1}(b)(0) = -\frac{z}{\pi} \iint_{G_1} \frac{b(\zeta)d\xi d\eta}{\zeta(\zeta-z)}.$$

Поскольку функция $b \in S_{p,\omega}(G)$, то

$$\exists \delta_0 > 0, p_1(t) \in P : |b(z)|p_1(|z|) \leq \omega(|z|), |z| \leq \delta_0. \quad (6)$$

Будем считать, что $|z| < \frac{2}{3}\delta_0$. Представим $J(z)$ в виде

$$J(z) = -\frac{z}{\pi} \left(\iint_{|\zeta| \leq \delta_0} \frac{b(\zeta)d\xi d\eta}{\zeta(\zeta-z)} + \iint_{\delta_0 \leq |\zeta| \leq 1} \frac{b(\zeta)d\xi d\eta}{\zeta(\zeta-z)} \right) =: -\frac{z}{\pi} (J_1(z) + J_2(z)).$$

$b \in L_{\infty,loc}(\bar{G} \setminus \{0\})$ – означает, что для любого $l > 0$ $\sup_{G_1 \setminus U_1} |b(z)| < \infty$, поэтому имеем $|b(\zeta)| \leq B(\delta_0)$ для $\delta_0 \leq |\zeta| \leq 1$.

$$\begin{aligned} |J_2(z)| &\leq B(\delta_0) \iint_{\delta_0 \leq |\zeta| \leq 1} \frac{d\xi d\eta}{|\zeta||\zeta-z|} \leq \\ &\leq B(\delta_0) \frac{3}{\delta_0} 2\pi \int_{\delta_0}^1 d\rho \leq 6\pi \frac{B(\delta_0)}{\delta_0}. \end{aligned}$$

Оценим $|J_1(z)|$ с помощью леммы 3 и оценки (6)

$$\begin{aligned} |J_1(z)| &\leq \iint_{|\zeta| \leq \delta_0} \frac{|b(\zeta)p_1(|\zeta|)d\xi d\eta}{|\zeta||\zeta-z|p_1(|\zeta|)} \leq \\ &\leq \iint_{|\zeta| \leq \delta_0} \frac{\omega(|\zeta|)d\xi d\eta}{|\zeta||\zeta-z|p_1(|\zeta|)} \leq C_0 \frac{\omega(|z|)}{|z|}. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$0 \leq |J(z)| \leq 6|z| \frac{B(\delta_0)}{\delta_0} + \frac{1}{\pi} C_0 \omega(|z|). \quad (7)$$

Так как $\forall t \in (0, 1] \frac{\omega(t)}{t} \geq \frac{\omega(1)}{1} = \omega(1)$, то $\omega(t) \geq \omega(1)t$. Следовательно, $\omega(|z|) \geq \omega(1)|z|$, $0 < |z| \leq 1$. Поэтому окончательно имеем

$$|J(z)| \leq 6|z| \frac{B(\delta_0)}{\delta_0} + \frac{1}{\pi} C_0 \omega(|z|) \leq C_1 \omega(|z|).$$

□

Следствие 2. $\lim_{z \rightarrow 0} J(z) = 0$, т.е. функция $T_G(b)(z)$ непрерывна в точке $z = 0$.

Замечание 1. На самом деле доказано более точное неравенство (7).

Замечание 2. Поведение $T_G(b)(z)$ вне нуля исследуется как и в работе [4] (см. также строчку 5 таблицы первого раздела). Поэтому, так же, как в работе [4], полученный результат может быть использован с учетом соответствующих результатов из [7] или [8] для изучения краевой задачи для обобщенного уравнения Коши-Римана с коэффициентами из пространства $S_{p,\omega}(G)$.

Автор выражает благодарность рецензенту работы за рекомендации, которые способствовали более качественному оформлению результатов.

Литература

1. Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции. М.: Наука, 1988. 512 с.
2. Mikhailov L.G. A new class of singular integral equations and its application to differential equation with singular coefficients. Berlin: Academie-Verlag, 1970. 185 p.
3. Усманов З.Д. Обобщенные системы Коши-Римана с сингулярной точкой. Душанбе: ТаджикНИИНТИ, 1993. 245 с.
4. Reissig M, Timofeev A. Dirichlet problems for generalized Cauchy-Riemann systems with singular coefficients // Complex variables, 2005. Vol. 50. No. 7-11. P. 653-672.
5. Тимофеев А.Ю. Весовые пространства функций в теории обобщенных уравнений Коши-Римана // Уфимский математический журнал, 2010. Т.2. № 1. С. 117-125.
6. Devore R.A., Lorentz G.G. Constructive Approximation. Grundlehren der Mathemat. Wissenschaften. Springer Verlag. 1993. 451 p.
7. Ильчуков А.С., Тимофеев А.Ю. Задача Дирихле для голоморфных функций в пространствах, описываемых поведением модуля непрерывности // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2010. № 1. С. 58-65.
8. Напалков В.В., Тимофеев А.Ю. Задача Дирихле для голоморфных функций в обобщенных пространствах Гельдера // Докл. АН, 2010. Т.432. No. 3. С. 1-3.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 543.544.43

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ХЛОРАНИЛИНОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ В ВОДЕ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

И.В. ГРУЗДЕВ, М.В. АЛФЕРОВА, Б.М. КОНДРАТЕНОК

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
gruzdev@ib.komisc.ru

Для одновременного определения анилина и его хлорзамещенных (2- и 4-хлоранилины, 2,4- и 2,6-дихлоранилины, 2,4,5- и 2,4,6-трихлоранилины) в водных средах применен метод химической модификации, предполагающий получение их бромпроизводных, жидкостную экстракцию и газохроматографическое определение с детектором электронного захвата. Изучены условия реакции бромирования в водной среде в присутствии бромид-ионов, определены экстракционные и газохроматографические характеристики хлоранилинов и их бромпроизводных. Проведена оценка эффективности химической модификации при определении хлоранилинов в воде в виде их бромпроизводных.

Ключевые слова: хлоранилины, химическая модификация, бромпроизводные хлоранилинов, газохроматографический анализ

I.V. GRUZDEV, M.V. ALFEROVA, B.M. KONDRATENOK. CHEMICAL MODIFICATION OF CHLOROANILINE FOR DETERMINATION IN WATER BY GAS CHROMATOGRAPHY

The simultaneous determination of aniline and its chloroderivatives (2 - and 4-chloroaniline, 2,4- and 2,6-dichloroaniline, 2,4,5 - and 2,4,6-trichloroaniline) in aqueous media has been carried out by a gas chromatography method. The analytical procedure involved their derivatization to bromoderivatives with bromine and further liquid-liquid extraction and gas chromatography-electron capture detector determination. The conditions of the bromination reaction in the presence of bromide ions, extraction and gas chromatographic characteristics of chloroanilines and their bromoderivatives were studied. The efficiency of chemical modification of chloroanilines was estimated.

Key words: chloroanilines, chemical modification, chloroaniline bromoderivatives, gas chromatographic analysis

Актуальность исследований в области аналитической химии азотсодержащих ароматических соединений обусловлена тем, что в настоящее время в питьевой воде нормируется содержание 79 таких веществ. В особую группу распространенных и высокотоксичных веществ выделяют анилины. Их широкая распространенность связана с хорошей растворимостью в воде и активным промышленным применением. Так, ароматические амины всегда присутствуют в сточных водах предприятий по производству красителей, пестицидов и фармацевтических препаратов [1].

В почвах и природных водах хлоранилины могут образовываться при гидролитической или биохимической деструкции широко применяемых пестицидов и антисептиков [2, 3].

При попадании анилина в водоисточники, используемые для подготовки питьевой воды на стадии ее обеззараживания активным хлором, может происходить образование более токсичных хлорзамещенных анилинов [4].

Хлоранилины оказывают прямое токсическое действие на организм, поэтому их содержание в питьевой воде нормируется [5]. В питьевых водоисточниках концентрация хлоранилинов не должна превышать 50 мкг/дм³, а для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, предельно-допустимые концентрации (ПДК) еще ниже – 0.1 мкг/дм³ [6].

Хроматографическое определение хлоранилинов непосредственно в воде осложнено их высокой гидрофильностью и полярностью. Поэтому для выделения анилинов из водной матрицы и их концентрирования используют различные варианты жидкостной [7-8] и твердофазной экстракции [9-13].

Для хроматографического анализа полученных экстрактов применяется высокоэффективная жидкостная хроматография с электрохимическим [14], амперометрическим [11] или фотометрическим детектированием [3, 7, 8]. При анализе экстрактов методом капиллярной газовой хроматографии используют пламенно-ионизационный [13], термоион-

ный [9], а также масс-спектрометрический детекторы [10, 12]. Чувствительность прямых хроматографических определений анилинов составляет 0.5–5 мкг/дм³, что недостаточно, учитывая ПДК анилина – 0.1 мкг/дм³.

Наличие в молекулах хлоранилинов реакционно-способной аминогруппы, атомы водорода которой достаточно легко замещаются, позволяет получать их различные производные и достигать более высокой чувствительности определения. Наибольшее применение находят азот- [15], фосфор- [16] и галогенсодержащие [17–21] производные анилинов, получаемые для определения на селективных термоионном, пламенно-фотометрическом и электронозахватном детекторах соответственно.

Кроме того, аминогруппа анилинов характеризуется выраженным положительным мезомерным эффектом, поэтому производные хлоранилинов можно получать не только по функциональной группе, но и по реакции электрофильного замещения атомов водорода бензольного ядра.

В данном исследовании в качестве реагента для получения производных хлоранилинов рассматривается молекулярный бром. Применение этого модифицирующего реагента имеет следующие преимущества:

1. Бромирование хлоранилинов в водной фазе протекает легко, поскольку вода проявляет свойства катализатора, поляризуя молекулы брома и генерируя электрофильные частицы [22].

2. Введение в молекулы атомов брома значительно повысит гидрофобность хлоранилинов, что обеспечит при жидкостной экстракции более полное их извлечение из воды в органическую фазу [23].

3. Применение для детектирования бромпроизводных хлоранилинов галогенселективного детектора электронного захвата (ДЭЗ) обеспечит максимально возможное по чувствительности их газохроматографическое определение [24].

Экспериментальная часть

Для приготовления стандартных растворов использовали образцы анилина, 2-хлоранилина, 3-хлоранилина, 4-хлоранилина, 2,4-дихлоранилина, 2,6-дихлоранилина, 2,4,5-трихлоранилина, 2,4,6-трихлоранилина (Riedel-de-Haen, PESTANAL®) с содержанием основного вещества ≥ 99 %. Остальные реактивы и растворители квалификации ч.д.а. или х.ч.

Газохроматографический анализ проводили на газовом хроматографе “Кристалл 5000” (Хроматэк) с электронозахватным детектором, совмещенным с системой сбора и обработки хроматографической информации “Хроматэк Аналитик 2.5”. Условия газохроматографического определения: кварцевая капиллярная колонка 30 м × 0.25 мм × 0.25 мкм (ZB-5, Phenomenex), газ-носитель – азот (ос.ч.), программирование давления газа-носителя: 80 кПа (7 мин) – 25 кПа/мин – 200 кПа, поддув детектора – 20 см³/мин, деление потока – 1:30. Температура детектора 320 °С, испарителя 320 °С, термостата колонок 180 °С.

Идентификацию бромпроизводных хлоранилинов и определение логарифмических индексов

удерживания проводили на хромато-масс-спектрометре TRACE DSQ (Thermo) в режиме полного ионного тока (энергия электронов 70 эВ). Условия определения: программирование температуры термостата колонок 50 °С – 5 °С/мин – 300 °С, кварцевая капиллярная колонка 30 м × 0.32 мм × 0.25 мкм (TR-1, Thermo). Газ-носитель – гелий, чистота 99.99 %, скорость потока через колонку – 1 см³/мин, деление потока – 1:50, температура испарителя 320 °С, ин-терфейса 250 °С, детектора 200 °С.

Значения рН и окислительно-восстановительного потенциала водных растворов брома определяли на приборе HI 8519N (Hanna Instruments) с использованием рН-электрода HI 1043 и ОВР-электрода HI 3220.

Обсуждение результатов

Получение бромпроизводных хлоранилинов. Молекулы хлоранилинов содержат заместители, по-разному взаимодействующие с электронным облаком ароматического ядра. Так, NH₂-группа характеризуется положительным мезомерным эффектом (+M) и отрицательным индукционным (–I), причем определяющее влияние на поведение анилинов в реакциях электрофильного замещения оказывает именно +M-эффект. Взаимодействие аминогруппы с ароматической системой облегчает замещение атомов водорода в положениях 2, 4 и 6 (*орто*- и *пара*-замещение). Атомы хлора, наоборот, характеризуются слабо выраженным +M-эффектом и значительным отрицательным индукционным эффектом (–I), но направляют заместители также в *орто*- и *пара*-положения [22].

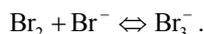
Таким образом, анилин и 3-хлоранилин при бромировании образуют трибромпроизводные, 2- и 4-хлоранилин – дибромпроизводные, 2,4-, 2,6-дихлоранилин и 2,4,5-трихлоранилин – монобромпроизводные. Одновременно с указанными хлоранилинами определяется и 2,4,6-трихлоранилин, но поскольку положения 2, 4, и 6 уже заняты атомами хлора, это соединение бромпроизводного не образует.

Для проведения химической модификации следовых количеств органических соединений традиционно применяют большие молярные избытки модифицирующих агентов, что связано с отсутствием предварительной информации о качественном и количественном составе анализируемых проб и необходимостью поддержания высокой скорости реакции дериватизации [25]. При бромировании хлоранилинов (10 мкг/дм³) концентрация брома в воде составляла 0.0005 моль/дм³, что соответствует ~10³-кратному избытку от расчетного стехиометрического соотношения.

При бромировании хлоранилинов в нейтральных и кислых водных растворах удается получить очень слабый аналитический сигнал, составляющий 5–10 % от теоретически возможного (рис. 1). Этот факт можно объяснить тем, что одновременно с бромированием хлоранилинов идет их окисление молекулярным бромом, редокс-потенциал которого достигает значений 0.9–1.1 В, и этот процесс является доминирующим.

Таким образом, для получения бромпроизводных хлоранилинов в воде окислительно-восстановительный потенциал брома необходимо сни-

жать. Введение бромид-анионов позволяет значительно снизить редокс-потенциал водных растворов брома (рис. 1, зависимость 4), что связано с образованием в растворе ионов Br_3^- [26]:



С увеличением концентрации бромид-анионов в растворе возрастает и устойчивость образующихся бромпроизводных (рис. 1, зависимости 1-3). При концентрации бромид-анионов 0.1-0.15 моль/дм³ редокс-потенциал раствора снижается до ~0.85 В, что позволяет получать бромпроизводные всех анализируемых хлоранилинов с количественным выходом. Важно также, что 2,4,6-трихлоранилин, который без бромид-анионов полностью окислялся, при их введении сохраняется в водном растворе количественно (рис. 1, зависимость 5).

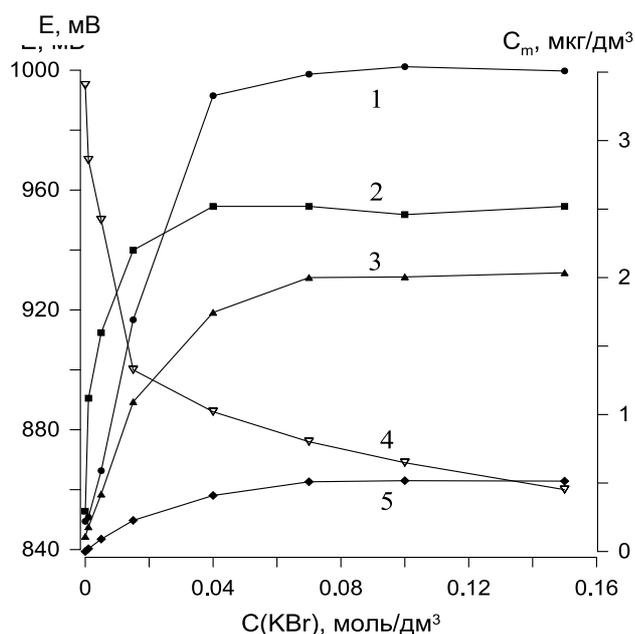


Рис. 1. Зависимость окислительно-восстановительного потенциала водного раствора брома (4) и концентрации бромпроизводных хлоранилинов в водном растворе (1-3) от концентрации бромид-анионов: 1 — 4,6-дибром-2-хлоранилин, 2 — 6-бром-2,4,5-трихлоранилин, 3 — 4-бром-2,6-дихлоранилин, 5 — 2,4,6-трихлоранилин; $C(\text{Br}_2) = 0.0005$ моль/дм³, время бромирования 1 мин; исходная концентрация 2,4,6-трихлоранилина, 2,6-дихлоранилина, 2,4,5-трихлоранилина и 2-хлоранилина в воде — 0.5, 2.0, 2.5 и 3.5 мкг/дм³, соответственно.

Следует отметить, что получаемые аналитические формы хлоранилинов устойчивы как в воде, так и в органических растворителях (толуол), и концентрации бромпроизводных при температуре 20-25 °С не изменяются, по крайней мере, в течение 24 час.

Экстракционное концентрирование бромпроизводных хлоранилинов. Метод газовой хроматографии, применяемый для разделения и детектирования бромпроизводных хлоранилинов, предполагает обязательную замену водной матрицы на менее активный органический растворитель. Одновременно с этим пытаются достичь селективного извлечения и максимальной степени концентрирования анализируемых соединений, поэтому от эффективности проведения жидкостной экстракции, в

целом, зависит чувствительность определения анализируемых соединений [27].

Химическая модификация хлоранилинов в бромпроизводные значительно изменяет их экстракционные характеристики. Как и следовало ожидать, введение атомов брома, оказывающих гидрофобное действие, приводит к значительному увеличению коэффициентов распределения бромпроизводных, которые в системе толуол-вода характеризуются значениями в диапазоне от 3000 до 6000 (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты распределения (D) и степень извлечения (R) хлоранилинов и их бромпроизводных в экстракционной системе толуол/вода

Соединение	D	R, % (r = 25)
<i>Хлоранилины</i>		
2-хлоранилин	53	14.7
3-хлоранилин	21	6.4
4-хлоранилин	8	2.4
2,4-дихлоранилин	423	58.0
2,6-дихлоранилин	1013	76.8
2,4,6-трихлоранилин	3951	95.4
2,4,5-трихлоранилин	2137	87.5
анилин	6	1.9
<i>Бромпроизводные хлоранилинов</i>		
2-хлор-4,6-диброманилин	5334	99.5
3-хлор-2,4,6-триброманилин	5877	99.5
4-хлор-2,6-диброманилин	5051	99.4
2,4-дихлор-6-броманилин	3965	99.4
2,6-дихлор-4-броманилин	4081	99.3
2,4,5-трихлор-6-броманилин	5855	99.5
2,4,6-триброманилин	5470	99.4

Высокие значения коэффициентов распределения бромпроизводных хлоранилинов обеспечивают практически количественное извлечение анализируемых веществ из водной фазы в органическую, что значительно повышает чувствительность аналитических измерений. Степень извлечения вещества в органическую фазу (R, %) связана с D выражением [23]:

$$R = \frac{D}{D+r} 100\%,$$

где $r = V_g/V_o$, V_o и V_g — равновесные объемы органической и водной фаз, см³.

Следует отметить, что введение атомов брома в хлоранилины приводит и к выравниванию их коэффициентов распределения, что позволяет с одинаковой эффективностью концентрировать все определяемые соединения. Экстракционное концентрирование самих же хлоранилинов сильно осложнено зависимостью их степени извлечения от числа атомов хлора в молекуле (табл. 1).

Газохроматографические характеристики хлоранилинов и их бромпроизводных

Соединение	RMR _{ан}	RI
<i>Хлоранилины</i>		
анилин	1	946
2-хлоранилин	12	1093
3-хлоранилин	15	1157
4-хлоранилин	9	1160
2,4-дихлоранилин	416	1286
2,6-дихлоранилин	545	1202
2,4,5-трихлоранилин	12130	1488
2,4,6-трихлоранилин	22730	1367
<i>Бромпроизводные хлоранилинов</i>		
2,4,6-триброманилин	217870	1646
2-хлор-4,6-диброманилин	177530	1552
3-хлор-2,4,6-триброманилин	237120	1872
4-хлор-2,6-диброманилин	180360	1546
2,4-дихлор-6-броманилин	151740	1455
2,6-дихлор-4-броманилин	231860	1461
2,4,5-трихлор-6-броманилин	238660	1671

Газохроматографические свойства хлоранилинов и их бромпроизводных. В табл. 2 приведены газохроматографические характеристики хлоранилинов и их бромпроизводных: логарифмические индексы удерживания (RI) на стандартной неполярной полидиметилсилоксановой неподвижной фазе и относительные молярные отклики ДЭЗ [27]:

$$RMR_{an} = \frac{MR_i}{MR_{an}}$$

где MR_i и MR_{an} – молярные отклики детектора электронного захвата на i -е соединение и анилин соответственно.

Введение атомов брома в молекулы хлоранилинов не только значительно увеличивает (на 2-4 порядка), но и выравнивает значения RMR_{an} (табл. 2). Так, отношения RMR_{an} 2,4,6-триброманилина, 4-хлор-2,6-диброманилина, 2,6-дихлор-4-броманилина и 2,4,5-трихлор-6-броманилина близки и составляют 1 : 0.83 : 1.06 : 1.09. Это принципиально важно для одновременного определения анилина и его моно-, ди- и трихлорзамещенных с применением ДЭЗ, поскольку при сходных концентрациях хлоранилинов их бромпроизводные будут иметь сравнимый по интенсивности аналитический сигнал (рис. 2).

Одновременное определение анилина и его хлорпроизводных в исходной форме с детектором электронного захвата невозможно, поскольку RMR_{an} , например, анилина, 4-хлоранилина, 2,6-дихлоранилина и 2,4,5-трихлоранилина различаются более чем на четыре порядка: 1 : 9 : 545 : 12130.

Определение хлоранилинов в виде их бромпроизводных не вызывает значительного увеличе-

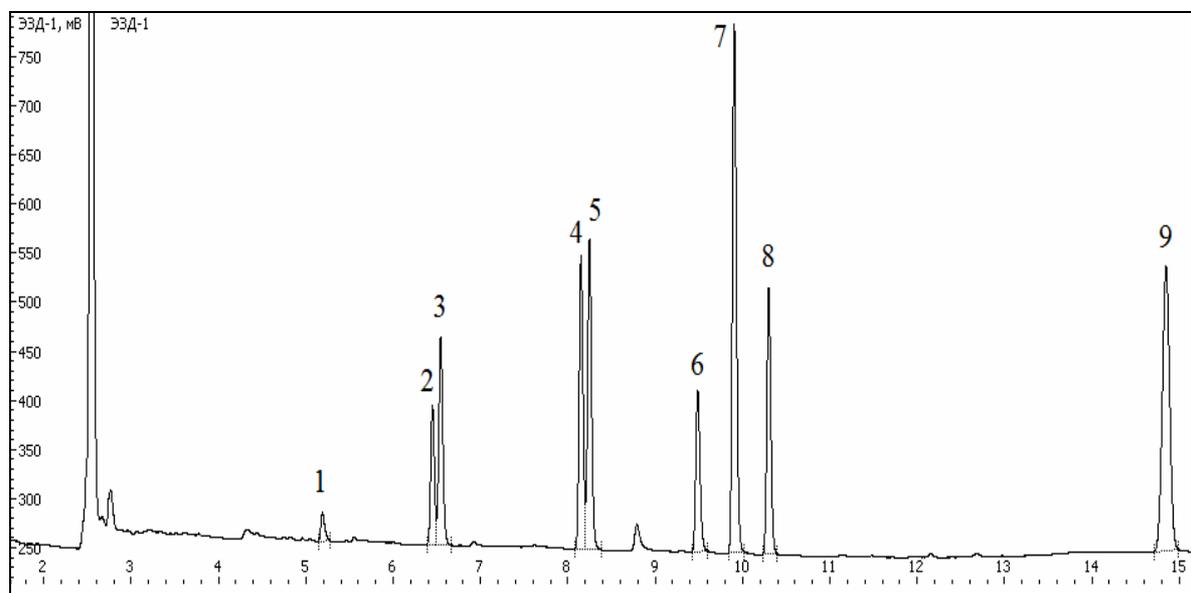


Рис. 2. Хроматограмма экстракта бромпроизводных хлоранилинов; исходная концентрация всех компонентов в водном растворе – 10 мкг/дм³: 1 – 2,4,6-трихлоранилин, 2 – 2,4-дихлор-6-броманилин, 3 – 2,6-дихлор-4-броманилин, 4 – 4-хлор-2,6-диброманилин, 5 – 2-хлор-4,6-диброманилин, 6 – внутренний стандарт, 7 – 2,4,6-триброманилин, 8 – 2,4,5-трихлор-6-броманилин, 9 – 3-хлор-2,4,6-триброманилин.

ния времени газохроматографического анализа – индексы удерживания (RI) возрастают только в 1.1-1.8 раза (табл. 2). Наибольший индекс удерживания имеет самый тяжелый компонент 3-хлор-2,4,6-триброманилин, который и определяет общее время анализа – 15 мин.

Оценка эффективности химической модификации хлоранилинов. Чувствительность определения хлоранилинов в воде возрастает в результате дополнительного введения в их молекулы атомов брома. Введение этих заместителей обеспечивает более эффективное экстракционное концен-

трирование и детектирование ДЭЗ. Поэтому в качестве критерия оценки эффективности дериватизации хлоранилинов нами предлагается обобщенный параметр $K_{\text{ХМ}}$, учитывающий как увеличение степени извлечения при экстракции, так и относительных мольных откликов ДЭЗ:

$$K_{\text{ХМ}} = \frac{RMR_{\text{ан}} * R^*}{RMR_{\text{ан}} R},$$

где $RMR_{\text{ан}}$ и $RMR_{\text{ан}}^*$ – относительные мольные отклики хлоранилина и его бромпроизводного; R и R^* – степень извлечения в экстракт хлоранилина и его бромпроизводного.

Параметр $K_{\text{ХМ}}$ характеризует возрастание чувствительности определения соответствующего хлоранилина при определении его в виде бромпроизводного (табл. 3). Максимальный эффект получен для анилина – в виде бромпроизводного он определяется в миллион раз чувствительнее по сравнению с немодифицированной формой. Чувствительность определения монохлоранилинов возрастает более чем на пять порядков, дихлоранилинов – на два, 2,4,5-трихлоранилина – на порядок.

Высокая эффективность предлагаемой химической модификации позволяет снизить пределы обнаружения хлоранилинов до 0.005 мкг/дм^3 , что на порядок ниже минимального значения ПДК, установленных для этих соединений.

Разработанный способ был опробован для определения хлоранилинов в питьевой воде г. Сыктывкара (рис. 3). Обнаружены анилин и его монохлорпроизводные в концентрациях, не превышающих ПДК: $C_m(2\text{-хлоранилин}) = 0.04 \pm 0,01 \text{ мкг/дм}^3$, $C_m(4\text{-хлоранилин}) = 0.03 \pm 0,01 \text{ мкг/дм}^3$ и $C_m(\text{анилин}) = 0.07 \pm 0,03 \text{ мкг/дм}^3$.

Эффективность химической модификации хлоранилинов

Соединение	$K_{\text{ХМ}}$
2-хлоранилин	21000
3- хлоранилин	35000
4- хлоранилин	86000
2,4-дихлоранилин	380
2,6-дихлоранилин	430
2,4,5-трихлоранилин	20
анилин	1100000

Выводы

Для определения анилина и его хлорзамещенных (2- и 4-хлоранилины, 2,4- и 2,6-дихлоранилины, 2,4,5- и 2,4,6-трихлоранилины) в водных средах применен метод химической модификации, предполагающий получение их бромпроизводных, жидкостную экстракцию и газохроматографическое определение с детектором электронного захвата. Бромирование хлоранилинов проводится в присутствии бромид-ионов, что позволяет получать бромпроизводные с количественным выходом и исключить их окисление. Изучены экстракционные и газохроматографические характеристики хлоранилинов и их бромпроизводных. Высокая эффективность предлагаемой химической модификации позволяет снизить пределы обнаружения хлоранилинов до 0.005 мкг/дм^3 , что на порядок ниже минимального значения ПДК, установленных для этих соединений.

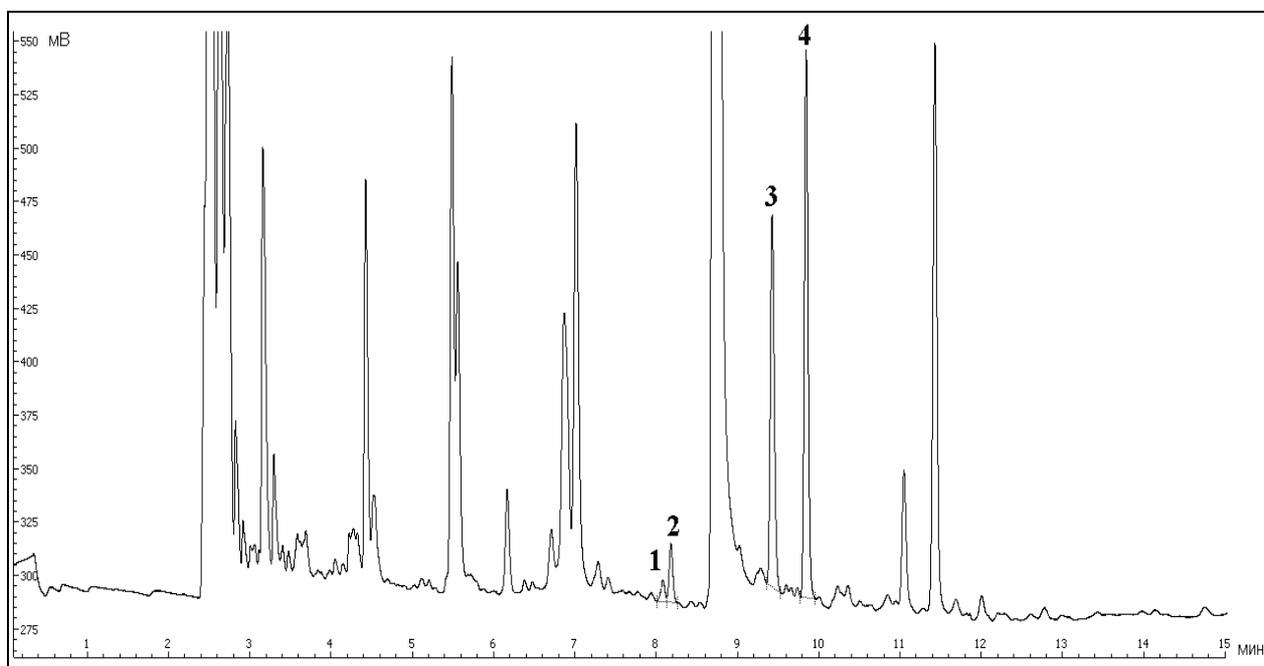


Рис. 3. Хроматограмма экстракта питьевой воды г. Сыктывкара. Пронумерованные пики соответствуют бромпроизводным: 1 – 4-хлоранилина, 2 – 2-хлоранилина, 4 – анилина; 3 – внутренний стандарт (4,6-дибром-1,2-диметоксibenзол).

Литература

1. Козубова Л.И., Морозов С.В. Органические загрязнители питьевой воды. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1993. Вып. 26. 167 с.
2. Barcelo D., Hennion M. Trace determination of pesticides and their degradation products in water. Amsterdam: Elsevier, 1997. 434 p.
3. Rasmussen H.; Omelczenko N.; Friedman S. Determination of chloroanilines in antibacterial soaps using cation-exchange chromatography with UV-detection // J. Chromatogr. A, 1996. Vol. 719. P. 434-437.
4. Славинская Г.В. Влияние хлорирования на качество питьевой воды // Химия и технология воды, 1991. Т. 13. № 11. С. 1013-1022.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2001. 111 с.
6. Перечень рыбохозяйственных нормативов. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.
7. Zapf A., Heyer R., Stan H. Rapid liquid-liquid extraction method for trace analysis of organic contaminants in drinking water // J. Chromatogr. A, 1995. Vol. 694. P. 453-461.
8. Zhu L., Tay C., Lee H. Liquid-liquid-liquid microextraction of aromatic amines from water samples combined with high performance liquid chromatography // J. Chromatogr. A, 2002. Vol. 963. P. 231-237.
9. Сониясси Р., Сандра П., Шлетт К. Анализ воды: Органические микропримеси. СПб: Теза, 1999. 248 с.
10. Muller L., Fattore E., Benfenati E. Determination of aromatic amines by solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry in water samples. // J. Chromatogr. A, 1997. Vol. 791. P. 221-230.
11. Piangerelli V., Nerini F., Cavalli S. Determination of aromatic amines and phenols in environmental samples by selective SPE elution and HPLC with amperometric detection // Ann. Chim, 1997. Vol. 87. P. 571-582.
12. Solid-phase microextraction of aromatic amines with an amide bridged calix[4]arene coated fiber / W.Wang, S.L.Gong, Q.H.Cao, Y.Y.Chen, X.J.Li, Z.R.Zeng // Chromatographia, 2005. Vol. 61. P. 75-80.
13. Yan C.T., Jen J.F. Determination of aniline in water by microwave-assisted headspace solid-phase microextraction and gas chromatography // Chromatographia, 2004. Vol. 59. P. 517-520.
14. Lewin U., Efer J., Engewald W. High-performance liquid chromatographic analysis with electrochemical detection for residues of explosives in water samples around a former ammunition plant // J. Chromatogr. A, 1996. Vol. 730. P. 161-167.
15. Skarping G., Renman L., Dalene M. Determination of aromatic amines as perfluorofatty acid-amides using nitrogenselective detection // J. Chromatogr, 1983. Vol. 270. P. 207-218.
16. Kijima K., Kataoka H., Makita M. Determination of aromatic amines as their N-dimethylthiophosphoryl derivatives by gas chromatography with flame-photometric detection. // J. Chromatogr. A, 1996. Vol. 738. P. 83-90.
17. Dasgupta A. Gas chromatographic mass spectrometric identification and quantification of anilines after extraction from serum and derivatization with 2,2,2-trichloroethyl chloroformate, a novel derivative // J. Chromatogr. B, 1998. Vol. 716. P. 354-358.
18. Longo M., Cavallaro A. Determination of aromatic amines at trace levels by derivatization with heptafluorobutyric anhydride and gas chromatography electron-capture negative-ion chemical ionization mass spectrometry // J. Chromatogr. A, 1996. Vol. 753. P. 91-100.
19. Mishra S., Singh V., Jain A., Verma K. K. Simultaneous determination of ammonia, aliphatic amines, aromatic amines and phenols at μgL^{-1} levels in environmental waters by solid-phase extraction of their benzoyl derivatives and gas chromatography-mass spectrometry // Analyst, 2001. Vol. 126. P. 1663-1668.
20. Schmidt T., Haas R., Steinbach K. Gas chromatographic determination of aromatic amines in water samples after solid-phase extraction and derivatization with iodine // J. Chromatogr. A, 1998. Vol. 810. P. 161-172.
21. Weiss T., Angerer J. Simultaneous determination of various aromatic amines and metabolites of aromatic nitro compounds in urine for low level exposure using gas chromatography-mass spectrometry // J. Chromatogr. B, 2002. Vol. 778. P. 179-192.
22. Агрономов А.Е. Избранные главы органической химии. М.: Химия, 1990. 560 с.
23. Коренман И.М. Экстракция органических веществ. Горький: Изд-во Горьков. гос. ун-та, 1973. 158 с.
24. Poole C. F., Zlatkis A. Sensitive derivatives for determination of organic compounds by electron-capture gas chromatography. Amsterdam: Elsevier, 1981. 151 p.
25. Демьянов П.И. Химические методы получения производных при хроматографическом определении фенолов // Журн. аналит. химии, 1992. Т. 47. № 12. С. 1942-1962.
26. Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, йода и их соединений. М.: Химия, 1995. 379 с.
27. Новак Й. Количественный анализ методом газовой хроматографии. М.: Мир, 1978. 179 с.

СВОЙСТВА ДИФФУЗИОННЫХ ИМПЕДАНСОВ ВАРБУРГА И ГЕРИШЕРА В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ЧАСТОТ

Н.А. СЕКУШИН

Институт химии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
sekushin-na@chemi.komisc.ru

Впервые изучено влияние объемных зарядов на диффузионный импеданс электрохимической ячейки конечных размеров. Получены точные выражения для частотных зависимостей проводимости и емкости исследуемой модели, что позволяет рассматривать ее как новый электрохимический элемент с распределенными параметрами (BG). Показано, что при повышении частоты BG сначала переходит в импеданс Герिशера (G), а затем в импеданс Варбурга (W). Найден критерий, позволяющий по данным импеданс-спектроскопии отличить G от W . Проведен сравнительный анализ электрических свойств конечного диффузионного импеданса (BW) и BG . Определены экспериментально наблюдаемые признаки каждой из изученных моделей.

Ключевые слова: импеданс Варбурга, импеданс Герिशера, конечный диффузионный импеданс, импеданс-спектроскопия

N.A.SEKUSHIN. PROPERTIES OF WARBURG AND GERISCHER DIFFUSION IMPEDANCES IN LOW FREQUENCIES REGION

The influence of volumetric charge on the diffusion impedance of bounded size in the electrochemical cell was studied for the first time. The exact expression for the frequency dependences of conductivity and capacity of the investigated model was obtained. This allows to consider it as a new electrochemical element with distributed constants (BG). It is shown that BG transforms in first to Gerischer impedance (G) and then in Warburg impedance (W) by increasing frequency. The criterion is discovered which helps to distinguish G from W , using experimental data of impedance spectroscopy. Comparative analysis of electrical properties of Bounded Warburg (BW) and Bounded Gerischer (BG) impedances has been carried out. Experimentally observed features for every examined models are determined.

Key words: Warburg impedance, Gerischer impedance, Bounded Warburg impedance, impedance spectroscopy

Введение

Одним из наиболее доступных методов исследования электрохимических и электрофизических процессов в ионопроводящих материалах является импеданс-спектроскопия (ИС) [1], что связано с относительно низкой стоимостью оборудования и достаточно высокой чувствительностью метода. Вместе с тем существует проблема интерпретации получаемых результатов. Это связано со сложностью процессов в материалах с ионной или смешанной электронно-ионной проводимостью. Такие объекты по своим свойствам имеют много общего с низкотемпературной плазмой. Для теоретического описания таких систем, строго говоря, необходимо привлекать магнитную гидродинамику [2].

Развитие теории ИС направлено на построение электрических эквивалентных схем (ЭС) образцов, что оказалось достаточно сложной задачей. Накопленный экспериментальный опыт показывает, что электрические свойства образцов часто не соответствуют резисторно-конденсаторным моделям. Для повышения точности часто требуется в ЭС ввести индуктивность или отрицательную емкость [3].

Таким образом, существуют процессы, приводящие к отставанию тока по фазе, природа которых неясна.

Вторая проблема связана с присутствием неустойчивых электрохимических процессов. Такие системы невозможно моделировать пассивными двухполюсниками. Однако при построении ЭС активные двухполюсники, имеющие внутренние источники энергии, в настоящее время не используются. Примером неустойчивости является коррозия электродов, что проявляется в регистрации отрицательной емкости при измерении электрических свойств методом ИС [4].

Третья проблема, которой и посвящена настоящая работа, связана с тем, что электрохимические ячейки являются системами с распределенными параметрами. При теоретическом описании таких объектов возникают функции от координат и времени, для нахождения которых требуется интегрировать дифференциальное уравнение в частных производных. Этот подход приводит к решениям в виде трансцендентных или иррациональных функций, что заставило расширить элементную базу электрохимической схемотехники особыми элементами, среди которых наиболее известен диффузионный импе-

данс Варбурга (Warburg) [4]. Таким образом, построение ЭС, адекватно описывающее электрические свойства образца, требует серьезных экспериментальных и теоретических исследований.

Диффузионные импедансы Варбурга и Герिशера

Как в радиотехнических системах, так и в электрохимии наиболее простые элементы с распределенными параметрами моделируют в виде полубесконечных лестничных схем (рис. 1а).

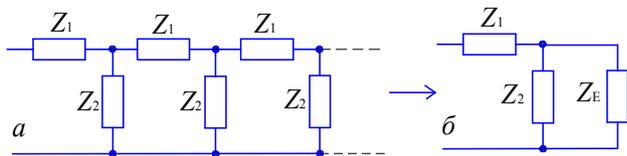


Рис. 1. Бесконечная лестничная схема (а) и её представление в виде двухполюсника конечных размеров (б).

Обычно полагают, что Z_1 и Z_2 – импедансы бесконечно малого отрезка объекта. Отсюда следует, что Z_1 – бесконечно малая величина, а Z_2 – бесконечно большая. Входной импеданс Z_E можно легко определить, поскольку благодаря бесконечности цепи его величина не изменяется при удалении конечного числа звеньев. Это позволяет свести лестничную схему к простому двухполюснику (рис. 1б), из которого получаем в приближении $Z_1 \ll Z_E$ формулу для входного импеданса:

$$Z_E = \sqrt{Z_1 Z_2}. \quad (1)$$

В электрохимии известны два элемента, моделируемые лестничными схемами, – это импеданс Варбурга (W) [1, 4] и импеданс Герिशера (G) [5]. На рис. 2 приведены схемы этих элементов.

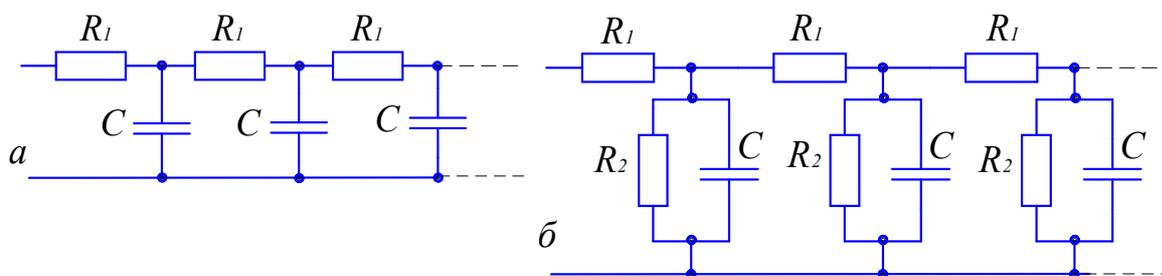


Рис. 2. Эквивалентные схемы импеданса Варбурга (а) и Герिशера (б).

Импеданс Варбурга Z_w имеет $Z_1 = R_1$ – активное сопротивление и $Z_2 = \frac{1}{j\omega C}$ – импеданс емкости C (j – мнимая единица; ω – частота). После подстановки в (1) получаем известное выражение для импеданса Варбурга [1]:

$$Z_w = \sqrt{\frac{R_1}{j\omega C}}. \quad (2)$$

Из соотношения (2) следует основное свойство W . Независимо от частоты ток опережает напряжение по фазе на 45° . Однако такое поведение в экспериментах никогда не наблюдалось [5]. Импеданс

Герिशера (рис. 2б) в некоторых случаях точнее описывал экспериментальные результаты, что привело к его использованию в эквивалентных схемах в качестве отдельного электрохимического элемента [5]. С помощью соотношения (1) из схемы на рис. 2б находим выражение для импеданса Герिशера:

$$Z_G = \sqrt{\frac{R_1 R_2}{j\omega R_2 C + 1}}. \quad (3)$$

Соотношения (2) и (3) можно записать в виде одной формулы, если использовать переменную Лапласа p , которую также называют комплексной частотой [4]:

$$Z_w = \sqrt{\frac{R_1}{pC}}, \quad (4)$$

где $p = j\omega$ для W и $p = j\omega + \frac{1}{T}$ для G ; $T = R_2 C$ – постоянная времени.

Поскольку в выражении для импеданса присутствует \sqrt{p} , то для расчета электрических характеристик потребуется ряд формул. Преобразуем \sqrt{p} к алгебраическому виду:

$$\sqrt{p} = \sqrt{j\omega + \frac{1}{T}} = \alpha + j\beta, \quad (5)$$

где α и β – соответственно, реальная и мнимая части, которые можно определить по следующим формулам:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2T}} \sqrt{\sqrt{\omega^2 T^2 + 1} + 1}, \beta = \frac{1}{\sqrt{2T}} \sqrt{\sqrt{\omega^2 T^2 + 1} - 1}. \quad (6)$$

Эти величины на низких частотах равны:

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} \alpha = \frac{1}{\sqrt{2T}} = k; \quad \lim_{\omega \rightarrow 0} \beta = 0, \quad (7)$$

где k – параметр, пропорциональный проводимости на постоянном токе.

Низкочастотную асимптоту для функции β можно получить из (6):

$$\beta = \omega \frac{\sqrt{T}}{2} = \omega \frac{1}{2k}. \quad (8)$$

Соотношения (6) – (8) потребуются для дальнейших вычислений.

Кратко рассмотрим физические процессы, которые моделирует импеданс Варбурга [6, 7]. Под действием подаваемого на электрохимическую ячейку синусоидального напряжения при одной полярности происходит растворение электрода с об-

разованием избыточных ионов, а при другой полярности – восстановление ионов и их осаждение на электрод. В рассматриваемой модели полагают, что макроскопическое поле в электролите ничтожно мало благодаря его высокой проводимости. Вследствие этого перемещение ионов по электролиту возможно только за счет диффузии. Для получения зависимости диффузионного импеданса от частоты необходимо решить уравнение диффузии (второй закон Фика):

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}, \quad (9)$$

где c – концентрация ионов; D – коэффициент диффузии; t – время; x – координата в направлении диффузионного потока.

По условию задачи входное напряжение меняет потенциал электрода по гармоническому закону: $U = U_0 e^{j\omega t}$ (U_0 – амплитуда потенциала). Кроме этого предполагается, что избыточные ионы образуются только на электроде ($x=0$), а их концентрация пропорциональна подаваемому напряжению. Отсюда получаем первое граничное условие: $c(0) = c_0 e^{j\omega t}$, где c_0 – константа. В рассматриваемой модели ионы не способны достигать противоположного электрода ввиду значительной толщины ячейки. Таким образом, второе граничное условие равно: $c(\infty) = 0$.

Установившееся решение уравнения (9) имеет вид произведения функции времени на функцию координаты:

$$c(x, t) = \dot{c}(x) \exp(j\omega t), \quad (10)$$

где $\dot{c}(x)$ – комплексная амплитуда колебаний концентрации частиц. После подстановки (10) в (9) и сокращения временной функции, получим линейное дифференциальное уравнение второго порядка одной переменной x :

$$j\omega \dot{c}(x) = D \frac{d^2 \dot{c}(x)}{dx^2}. \quad (11)$$

Решение уравнения (11) с учетом граничных условий позволяет определить адмиттанс ячейки [1, 6]:

$$Y_w = B \sqrt{j\omega} = B \sqrt{p}, \quad (12)$$

где $B = \frac{n^2 F^2 \bar{c} \sqrt{D}}{RT}$ – константа для электрохимической ячейки с жидким электролитом, \bar{c} – средняя концентрация ионов в растворе, n – валентность ионов, F – число Фарадея, T – температура в К, R – газовая постоянная.

Распределение заряда по конденсаторам на рис. 2а соответствует распределению избыточных ионов по ячейке. Резисторы R_2 , шунтирующие емкости в модели Геришера (рис. 2б), приводят к ряду конденсаторов. Поэтому существует предположение о том, что G моделирует диффузионный процесс нестабильных частиц [5]. Распад частицы означает выбывание её из диффузионного процесса за счет, например, потери подвижности. При этом непонятно, куда исчезает заряд. Для его нейтрализации необходимо вводить в модель носители заряда противоположного знака, что также по-

влияло бы на импеданс образца. Однако этот фактор в рассматриваемой модели не учтен.

В теории обоих диффузионных импедансов игнорируется накопление объемных зарядов. В импеданс спектроскопии на образцы подают потенциал с частотой от 0,001 Гц до 1 МГц. На сверхнизких частотах полубесконечная ячейка способна аккумулировать значительные заряды даже при минимальных токах. При этом поле объемных зарядов должно оказывать тормозящее действие на диффузионный поток. Учесть влияние объемных зарядов можно за счет введения дополнительного слагаемого в (9):

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \frac{c}{\tau}, \quad (13)$$

где τ – константа с размерностью времени.

Решение уравнения (13) также следует искать в виде (10). После подстановки (10) в (13) получаем следующее уравнение:

$$j\omega \dot{c}(x) = D \frac{d^2 \dot{c}(x)}{dx^2} - \frac{\dot{c}(x)}{\tau}. \quad (14)$$

Уравнения (11) и (14) по своей структуре одинаковы. Если использовать переменную Лапласа p , то оба уравнения приобретают следующий вид:

$$p \dot{c}(x) = D \frac{d^2 \dot{c}(x)}{dx^2}, \quad (15)$$

где $p = j\omega$ для классического импеданса Варбурга

и $p = j\omega + \frac{1}{\tau}$ для импеданса Варбурга, в который

введена поправка на объемные заряды.

Значения переменной Лапласа в соотношениях (4) и (15) одинаковы. Следовательно, учет объемных зарядов преобразует импеданс Варбурга в импеданс Геришера. Таким образом, G моделирует диффузионный процесс, сдерживаемый объемными зарядами. В этом подходе отсутствуют сформулированное выше противоречие модели нестабильных частиц.

Адмиттанс Геришера получаем из (12) после замены $p = j\omega + \frac{1}{\tau}$:

$$Y_G = \frac{B}{\sqrt{\tau}} \sqrt{1 + j\omega\tau}. \quad (16)$$

Из (16) с помощью формул (6) получим измеряемые величины: проводимость $\sigma_G = \text{Re} Y_G$ и ем-

кость $C_G = \frac{1}{\omega} \text{Im} Y_G$:

$$\sigma_G = \frac{B}{\sqrt{2\tau}} \sqrt{\sqrt{\omega^2 \tau^2 + 1} + 1}, C_G = \frac{B}{\sqrt{2\tau\omega}} \sqrt{\sqrt{\omega^2 \tau^2 + 1} - 1}. \quad (17)$$

Проводимость и емкость W находим из (17) при $\tau \rightarrow \infty$:

$$\sigma_W = B \sqrt{\frac{\omega}{2}}, \quad C_W = B \sqrt{\frac{1}{2\omega}}. \quad (18)$$

При перемножении обоих выражений (17) частота сокращается, что позволяет получить зави-

симось емкости от проводимости ($C\sigma$ -диаграмму [8]), которая выражается гиперболой:

$$C_G = \frac{B^2}{2\sigma_G}. \quad (19)$$

Поскольку в (19) τ не входит, то и для W $C\sigma$ -диаграмма будет также гиперболой, что было ранее показано в работе [7]. Вместе с тем между этими двумя кривыми имеется существенное различие, которое заключается в положении на $C\sigma$ -плоскости начальной точки диаграммы (для нулевой частоты). Координаты этой точки (C_G, σ_G) можно определить из (17) с помощью соотношений (7). Для импеданса Геришера положение начальной точки $\left(\frac{B\sqrt{\tau}}{2}; \frac{B}{\sqrt{\tau}}\right)$, а для импеданса Варбурга – $(\infty; 0)$. Следовательно, при уменьшении τ $C\sigma$ -диаграмма с низкочастотной стороны начинает укорачиваться.

Из соотношения (17) вытекает алгебраический критерий, позволяющий отличить импеданс Варбурга от импеданса Геришера. Существует следующая независимая от частоты величина:

$$(\operatorname{Re} Y_G)^2 - (\operatorname{Im} Y_G)^2 = \frac{B^2}{\tau}. \quad (20)$$

Таким образом, если разность квадратов реальной и мнимой частей адмиттанса не зависит от частоты и больше нуля, то это указывает на диффузионный процесс Геришера. Если указанная разность равна нулю, то имеет место диффузия по Варбургу.

Конечные диффузионные импедансы Варбурга и Геришера

Рассмотренные выше импедансы W и G относятся к полубесконечным электрохимическим ячейкам. Это означает, что образовавшиеся ионы не способны в процессе диффузии переместиться через всю ячейку. Однако при низких частотах влияние противоположного электрода необходимо учитывать. Для этого случая в теорию электрохимического импеданса было введено понятие конечного диффузионного импеданса BW (Bounded Warburg) [1, 4]. Этот элемент моделируют лестничной схемой (рис. 2а), состоящей из конечного числа звеньев. Таким образом, необходимо ввести дополнительное граничное условие, связанное с противоположным электродом ячейки. Известны два различных случая [4]. Во-первых, полагают, что выход лестничной схемы соединен с резистором. Это означает, что при низких частотах большая часть ионов, достигших противоположного электрода, осаждаются на нем с передачей заряда во внешнюю цепь. Адмиттанс BW для этого случая равен [1, 4]:

$$Y_{BW}(p) = \frac{B\sqrt{p}}{\operatorname{th}(R_0 B\sqrt{p})}, \quad (21)$$

где B – константа, входящая в выражение (12); th – гиперболический тангенс; R_0 – активное сопротивление BW при нулевой частоте. Толщина электрохимической ячейки пропорциональна R_0 , что следу-

ет из схемы на рис. 2а. Если число звеньев равно n , то $R_0 = nR_1$.

Во втором случае полагают, что ионы не способны к адсорбции и восстановлению на противоэлектрод. Соответствующая эквивалентная схема (рис. 2а) не должна иметь какую-либо нагрузку на выходе. Для этого случая входной адмиттанс равен [4]:

$$Y_{BW}(p) = \frac{B\sqrt{p}}{\operatorname{ch}(R_0 B\sqrt{p})}, \quad (22)$$

где ch – гиперболический косинус.

Электрохимический процесс, как правило, идет по первому способу. В работе [9] был проведен подробный анализ соотношения (21). Показано, что при больших значениях p : $Y_{BW} = B\sqrt{p}$. Это означает, что на высоких частотах конечный диффузионный импеданс совпадает с импедансом Варбурга.

В литературе конечный импеданс Геришера ранее не рассматривался. Вместе с тем соотношение (21) можно обобщить и на этот элемент, который можно было бы обозначить через BG (Bounded Gerischer). Если выразить гиперболический тангенс через экспоненты, то соотношение (21) приобретает следующий вид:

$$Y_{BG}(p) = \frac{B\sqrt{p}[\exp(2R_0 B\sqrt{p}) + 1]}{\exp(2R_0 B\sqrt{p}) - 1}. \quad (23)$$

Подставим (5) в (22), что даст следующую формулу:

$$Y_{BG} = B(\alpha + j\beta) \frac{e^{\alpha\nu} e^{j\beta\nu} + 1}{e^{\alpha\nu} e^{j\beta\nu} - 1}, \quad (24)$$

где $\nu = 2R_0 B$ – константа. Далее в (24) убираем мнимую единицу из знаменателя. Это достигается умножением числителя и знаменателя на комплексно сопряженный знаменатель. В результате получаем следующее выражение:

$$Y_{BG} = B(\alpha + j\beta) \frac{e^{2\alpha\nu} - e^{\alpha\nu} (e^{j\beta\nu} - e^{-j\beta\nu}) - 1}{e^{2\alpha\nu} - e^{\alpha\nu} (e^{j\beta\nu} + e^{-j\beta\nu}) + 1}. \quad (25)$$

Теперь необходимо воспользоваться известными из теории комплексных чисел формулами:

$$\cos \varphi = \frac{1}{2}(e^{j\varphi} + e^{-j\varphi}); \quad \sin \varphi = \frac{1}{2j}(e^{j\varphi} - e^{-j\varphi}).$$

Соотношение для адмиттанса (25) приобретает следующий вид:

$$Y_{BG} = B \frac{(\alpha + j\beta)(e^{2\alpha\nu} - 2je^{\alpha\nu} \sin(\beta\nu) - 1)}{e^{2\alpha\nu} - 2e^{\alpha\nu} \cos(\beta\nu) + 1}. \quad (26)$$

Из (26) можно получить измеряемые величины (проводимость σ_{BG} и емкость C_{BG} для параллельной схемы замещения). Для этого в числителе (26) необходимо перемножить скобки и разделить мнимую и вещественную части:

$$\sigma_{BG} = \operatorname{Re} Y_{BG} = B \frac{\alpha e^{2\alpha\nu} + 2\beta e^{\alpha\nu} \sin(\beta\nu) - \alpha}{e^{2\alpha\nu} - 2e^{\alpha\nu} \cos(\beta\nu) + 1}, \quad (27)$$

$$C_{BG} = \frac{\operatorname{Im} Y_{BG}}{\omega} = \frac{B}{\omega} \frac{\beta e^{2\alpha\nu} - 2\alpha e^{\alpha\nu} \sin(\beta\nu) - \beta}{e^{2\alpha\nu} - 2e^{\alpha\nu} \cos(\beta\nu) + 1}. \quad (28)$$

При использовании функций гиперболического синуса (sh) и гиперболического косинуса (ch) соотношениям (27) и (28) можно придать более компактный вид:

$$\sigma_{BG} = B \frac{\alpha \operatorname{sh}(\alpha v) + \beta \sin(\beta v)}{\operatorname{ch}(\alpha v) - \cos(\beta v)}, \quad (29)$$

$$C_{BG} = \frac{B}{\omega} \frac{\beta \operatorname{sh}(\alpha v) - \alpha \sin(\beta v)}{\operatorname{ch}(\alpha v) - \cos(\beta v)}. \quad (30)$$

Соотношения (27) – (30) позволяют построить любые частотные зависимости как для конечного импеданса Геришера (BG), так и для конечного импеданса Варбурга (BW).

На рис. 3 приведены в логарифмическом масштабе $C\sigma$ -диаграммы диффузионных импедансов W , BW и BG . Кривые построены с использованием соотношений (6), (19), (29) и (30), в которых приняты значения: $B = v = 1$ усл. ед. и $\tau = 0,1$ усл. ед.

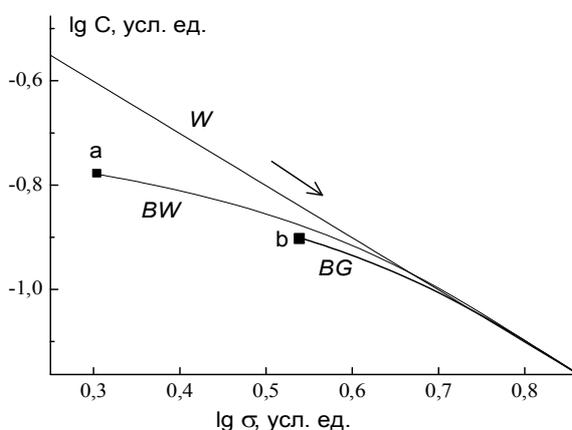


Рис.3. $C\sigma$ -диаграммы W , BW и BG . Точками а и б обозначены низкочастотные пределы. Стрелка указывает направление роста частоты.

Из рис. 3 следует, что основные отличия между BW и BG наблюдаются на низких частотах. При этом положение точки b зависит от постоянной k . С помощью соотношений (7), (8), (27) и (28) можно получить зависимости координат начальной точки $C\sigma$ -диаграммы от k :

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} \sigma_{BG} = Bk \frac{\exp(kv) + 1}{\exp(kv) - 1}, \quad (31)$$

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} C_{BG} = \frac{B}{2k} \frac{\exp(2kv) - 2kv \exp kv - 1}{[\exp(kv) - 1]^2}. \quad (32)$$

Координаты точки a (рис. 3) находим с помощью следующих пределов:

$$\lim_{k \rightarrow 0} \sigma_{BG} = \frac{1}{R_0}, \quad \lim_{k \rightarrow 0} C_{BG}(0) = \frac{B^2 R_0}{3}. \quad (33)$$

Полученные значения (33) совпадают с данными из работы [9].

На рис.4 приведены положения на $C\sigma$ -плоскости начальных точек $C\sigma$ -диаграмм обоих импедансов Геришера. Из рис. 4 следует, что при увеличении параметра k различие между G и BG уменьшается. При $k > 5$ оба импеданса совпадают. Наиболее сильные различия между BW и BG проявляются на фазочастотных характеристиках (рис. 5). Возникновение небольшого экстремума на фазочастотной характеристике BW (рис. 5) объясняет-

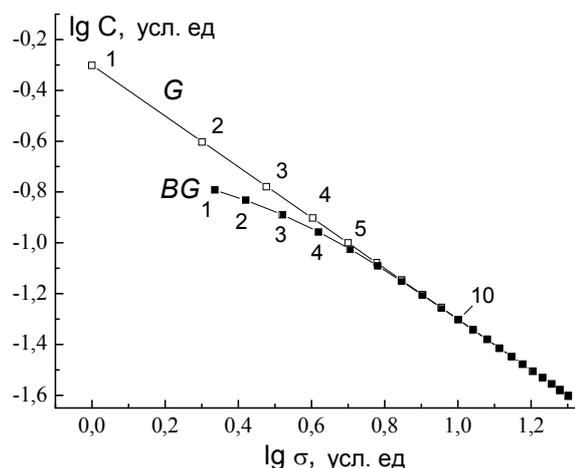


Рис. 4. Положение начальной (для нулевой частоты) точки на $C\sigma$ -плоскости в зависимости от константы k : G – импеданс Геришера; BG – конечный импеданс Геришера. Цифры, расположенные около точек, равны значениям k .

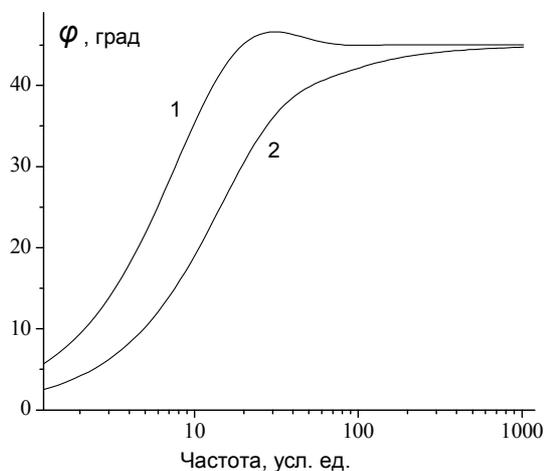


Рис. 5. Зависимости сдвига фазы от частоты для конечных импедансов Варбурга (1) и Геришера (2). Графики построены для $B = v = 1$ усл. ед. и $\tau = 0,1$ усл. ед.

ся интерференцией падающей волны и волны, отраженной от противоположного электрода. Этот экстремум не наблюдается для BG , так как объемные заряды в значительной степени гасят волну.

Заключение

Проведенный анализ показал, что различия между четырьмя диффузионными импедансами проявляются только на низких частотах. При повышении частоты все модели сводятся к импедансу Варбурга. По данным импеданс-спектроскопии достаточно легко установить, какая из четырех моделей наилучшим образом описывает экспериментальные результаты. Различить диффузию по Геришеру и Варбургу следует с помощью критерия (20), который позволяет также определить постоянную времени τ (для модели G). Влияние противозлектрода на диффузионный процесс можно установить по $C\sigma$ -диаграмме, построенной в логарифмическом масштабе. Диффузия по Варбургу от диффузии по Геришеру отличается также по фазочастотной характеристике в области низких частот.

Литература

1. *Стойнов З.Б., Графов Б.М., Савцова-Стойнова Б.С., Елкин В.В.* Электрохимический импеданс. М.: Наука, 1991. 336 с.
2. *Шерклиф Дж.* Курс магнитной гидродинамики. М.: Мир, 1967. 320 с.
3. *Секушин Н.А.* Двухчастотный критерий присутствия индуктивной составляющей в импедансе электрохимической ячейки // *Электрохимия*, 2010. Т. 46. № 3. С. 362-370.
4. *Barsoukov E., Macdonald J.R.* Impedance Spectroscopy Theory, Experiment, and Application.: Wiley Interscience, 2005. 595 p.
5. *В.А.Вукамп, Н.Ж.М.Вouwmeester* Interpretation of the Gerischer impedance in solid state ionics//*Solid State Ionics*, 2003. No.157. P.29-33.
6. *Дамаскин Б.Б., Петрий О.А.* Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высш. шк. 1975. 416 с.
7. *Секушин Н.А.* Теория *RCL*-двухполюсников и её применение для построения моделей в импеданс-спектроскопии. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского лесного института, 2009. 208 с.
8. *Секушин Н.А.* Способ представления экспериментальных данных по импеданс спектроскопии // *Электрохимия*, 2009. Т. 45. № 11. С. 1403-1408.
9. *Секушин Н.А.* Моделирование конечного диффузионного импеданса *RC* – двухполюсником // *Электрохимия*, 2010. Т. 46. № 1. С. 121-125.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 582.26(470.1)

ФИТОПЛАНКТОН В ВОДОЕМАХ ДЕЛЬТЫ р.ПЕЧОРА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

А.С. СТЕНИНА, Е.Н. ПАТОВА

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
stenina@ib.komisc.ru

Изучено разнообразие водорослей планктона в 108 разнотипных водных объектах дельты р.Печора. Выявлено 567 видов с учетом разновидностей и форм, относящихся к 111 родам, 61 семейству и шести отделам. Эколого-географический анализ видового состава показал особенности их распределения в зависимости от рН и солености воды. Состав фитопланктона исследованных водоемов характеризует их как пресноводные с нейтральной и щелочной реакцией среды.

Ключевые слова: фитопланктон, пресноводные экосистемы, дельта р.Печора, приморские тундры, Малоземельская тундра

A.S. STENINA, E.N. PATOVA. PHYTOPLANKTON IN WATER BODIES OF THE PECHORA RIVER DELTA AND ADJACENT TERRITORIES

The diversity of planktonic algae in 108 polytypic water objects of the Pechora river delta is studied. 567 species with varieties and forms, referring to 111 genera, 61 family and six divisions are revealed. The ecological and geographical analysis of algae has shown peculiarities of their distribution in connection with pH and water salinity. Phytoplankton composition in investigated water bodies characterizes them as freshwater with neutral and alkaline reaction of water condition.

Key words: phytoplankton, freshwater ecosystems, Pechora river delta, seaside tundras, Malozemelskaya tundra

Введение

Актуальной проблемой изучения северных территорий является инвентаризация биоразнообразия водных экосистем с целью использования данных в экологическом мониторинге. Одна из индикаторных групп гидробионтов – водоросли планктона, состав которых отражает условия формирования сообществ и состояние водной среды.

Первая краткая характеристика фитопланктона эстуария р. Печора [1] не затрагивала водоемы ее дельты. Данные разной степени полноты о фитопланктоне озер приморской тундры на рассматриваемой территории приводятся для побережья Баренцева моря [2-7], бассейна р. Хабуйка, районов Коровинской и Средней губ, проток дельты р. Печора.

Целью настоящей работы является обобщение данных о видовом составе и экологических особенностях фитопланктона в водоемах изученных районов дельты Печоры и прилегающих территорий приморских тундр.

Материалы и методы исследования

Для изучения фитопланктона выбраны водоемы, различные по происхождению, положению в ландшафте, гидрологическим особенностям.

Пробы фитопланктона собраны Р. Нордиусом (Голландия) и авторами в 1996-1999, 2001, 2003 гг. в основном при выполнении международных проектов «Структура и динамика экосистем дельты р. Печора» (DELTA) и «Интегрированная система управления бассейном р. Печора» (PRISM). Обследованиями охвачены 108 водных объектов, в том числе 100 озер, шесть протоков и два залива в пяти районах, обозначенных номерами: непосредственно в двух точках дельты р. Печора (№ 1, 4), водоемах Ненецкой гряды (№ 2), в бас. р. Хабуйка (№ 3), водоемах п-ова Болванский Нос (№ 5), окрестностей оз. Песчанка-го (№ 6), бас. р. Ортина (№ 7). Подробное описание водоемов можно найти в опубликованной ранее работе [3].

Водоросли, принадлежащие отделам *Chlorophyta*, *Chrysophyta*, *Cyanophyta*, *Dinophyta* и *Xanthophyta*, идентифицированы Е.Н. Патовой в фиксированных пробах с использованием современных отечественных и зарубежных сводок. Ряд видов определен только до рода. Диатомовые определены А.С. Стениной в постоянных препаратах. Экологические и географические характеристики использованы по литературным данным [8].

Результаты и обсуждение

Дельта р. Печора. Непосредственно в дельте реки (точки 1 и 4) значительное видовое богатство водорослей планктона и доминирующих комплексов характерно для относительно больших озер (40 и 800 га; рис. 1 А, Б), расположенных между протоками. В планктоне преобладают по разнообразию представители фитообрастаний и фитобентоса, что объясняется мелководностью водоемов. Большинство видов найдено в прибрежной зоне. Типичные планктонные комплексы, включающие диатомовые и синезеленые водоросли, выявлены в протоках р. Печора.

дна, а также значительное развитие золотистых водорослей (*Dinobryon sertularia*). Большое разнообразие десмидиевых водорослей (роды *Staurastrum*, *Xanthidium*, *Cosmarium*, *Closterium*) в отдельных озерах на торфяниках характерно для болотных вод.

Фитопланктон относительно разнообразен (рис. 1) и хорошо развит в большинстве водоемов на участке дельты (точка 4), расположенной выше по течению, удаленной от устья. Четыре истинно-планктонных вида: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira subarctica* в озерах, а также *Aulacoseira italica* и *A. islandica* в протоке реки достигают массового развития. Первый вид более характерен для весеннего периода, доминируя в бывшем рукаве реки. Второе

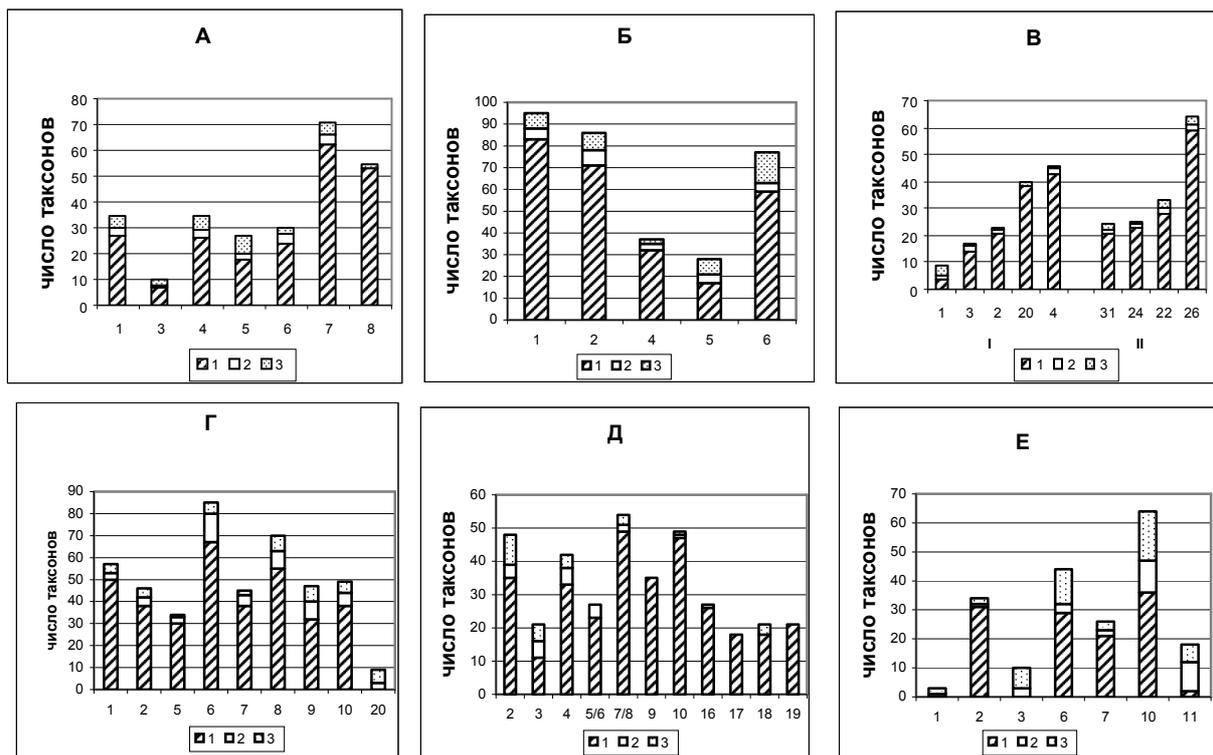


Рис. 1. Разнообразие водорослей фитопланктона в озерах дельты р.Печора (А – точка 1, Б – точка 4), озерах Ненецкой гряды (В) с низким (I) и высоким (II) водорослевым обилием, водоемах Болванского Носа (Г), бас. р. Хабуйка (Д), окрестностях оз. Песчанка-То (Е); 1 – диатомовые, 2 – синезеленые, 3 – прочие группы. Номерами обозначены водоемы.

Условия для массового развития водорослей были благоприятны не во всех водоемах. Высокое обилие диатомовых, синезеленых и желтозеленых водорослей выявлено на участке дельты, приближенной к устью (точка 1), в протоках реки и одном из крупных озер с рН воды 8,2. Синезеленая водоросль *Aphanizomenon flos-aquae* вызвала «цветение» воды в этом озере и связанной с ним боковой протоке второго порядка с илистым грунтом, богатым в условиях низкой проточности органическими и биогенными веществами. В главной протоке и боковой протоке первого порядка с песчаным дном обилие *Aphanizomenon flos-aquae* было ниже, здесь условия благоприятнее для массового развития *Aulacoseira subarctica*, видов из родов *Tribonema* и *Anabaena*.

В некоторых озерах выявлено обилие диатомовых водорослей, но преимущественно за счет обитателей обрастаний растительных субстратов и

место занимают золотистые и синезеленые водоросли; последняя группа отмечается в большей степени летом, хотя и с разным обилием по водоемам.

Видовой состав диатомей исследованных водоемов дельты р. Печора характеризует их как пресноводные с реакцией среды от нейтральной до щелочной (точка 1: рН 6,77-9,42; точка 4: рН 5,89-7,04). По отношению к солёности во всех водоемах преобладают индифферентные виды (табл. 1, рис. 2), что согласуется с характеристикой удельной электропроводности вод исследованных озер (21,8-171,2 мкС/см). Однако, если учитывать только индикаторные виды, то видно, что некоторые малые озера отличаются заметным присутствием галофилов, отсутствующие или единичные в остальных водоемах. В бывшем рукаве реки (1.1) среди индикаторных видов преобладают галофилы. В одном из озер между протоками реки также доминируют галофильные диатомеи, хотя имеются и галофобы, не

Таблица 1

Соотношение экологических групп диатомовых водорослей в фитопланктоне водоемов нижней части дельты Печоры, точка 1

Группа водорослей	Водоем									
	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11
<i>По галобности</i>										
Индифференты	28	4	18	11	15	40	34	4	11	11
Галофилы	7	3	5	2	6	13	10	2	2	2
Мезогалобы	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Галофобы	0	0	2	2	2	5	7	1	0	0
<i>По рН</i>										
Индифференты	10	1	7	6	7	17	12	1	3	4
Алкалифилы	16	6	16	8	14	39	35	6	10	9
Ацидофилы	0	0	0	1	2	1	3	0	0	0

Примечание: В таблицу не включены виды с неизвестной экологией.

имеющие ценотического значения. Они характеризуются низкой минерализацией воды (73,5-91,5 мкС/см), но, по-видимому, испытывают влияние солоноватых вод Коровинской губы или морских отложений, что подтверждается присутствием в планктоне типичной для морских вод *Pseudohopodia convoluta*. По данным И.А. Киселева [9], возможны единичные проникновения в дельту морских и солоноватоводных форм, несмотря на то, что фитопланктонные сообщества губы формируются под влиянием речного стока и имеют пресноводный характер (табл. 1, рис. 3).

По отношению к рН во всех водоемах (табл. 1), но особенно в бывшем рукаве реки и озере между протоками значительно преобладают алкалифильные виды диатомовых. Некоторые малые озера (1.2, 1.5, 1.6, 1.8) могут характеризоваться как заболоченные, на что указывает присутствие ацидофильных видов. Об этом свидетельствует и разнообразие десмидиевых водорослей из родов *Staura-*

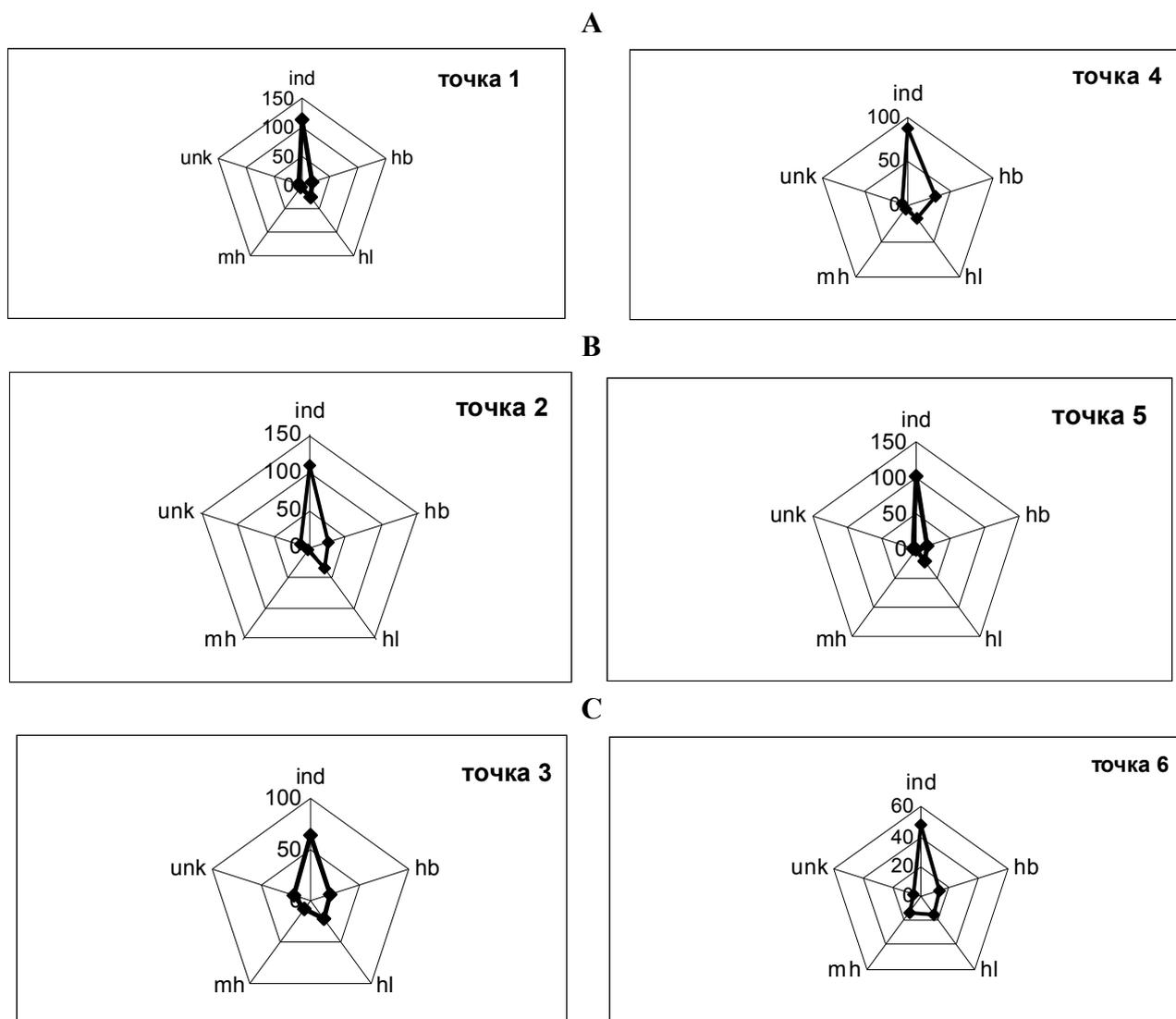


Рис. 2. Группы диатомовых водорослей по отношению к солености в изученных районах. А – дельта Печоры, В – Ненецкая гряда и Болванский Нос, С – побережье моря; ind – индифференты, hl – галофилы, mh – мезогалобы, hb – галлофобы, unk – экология неизвестна.

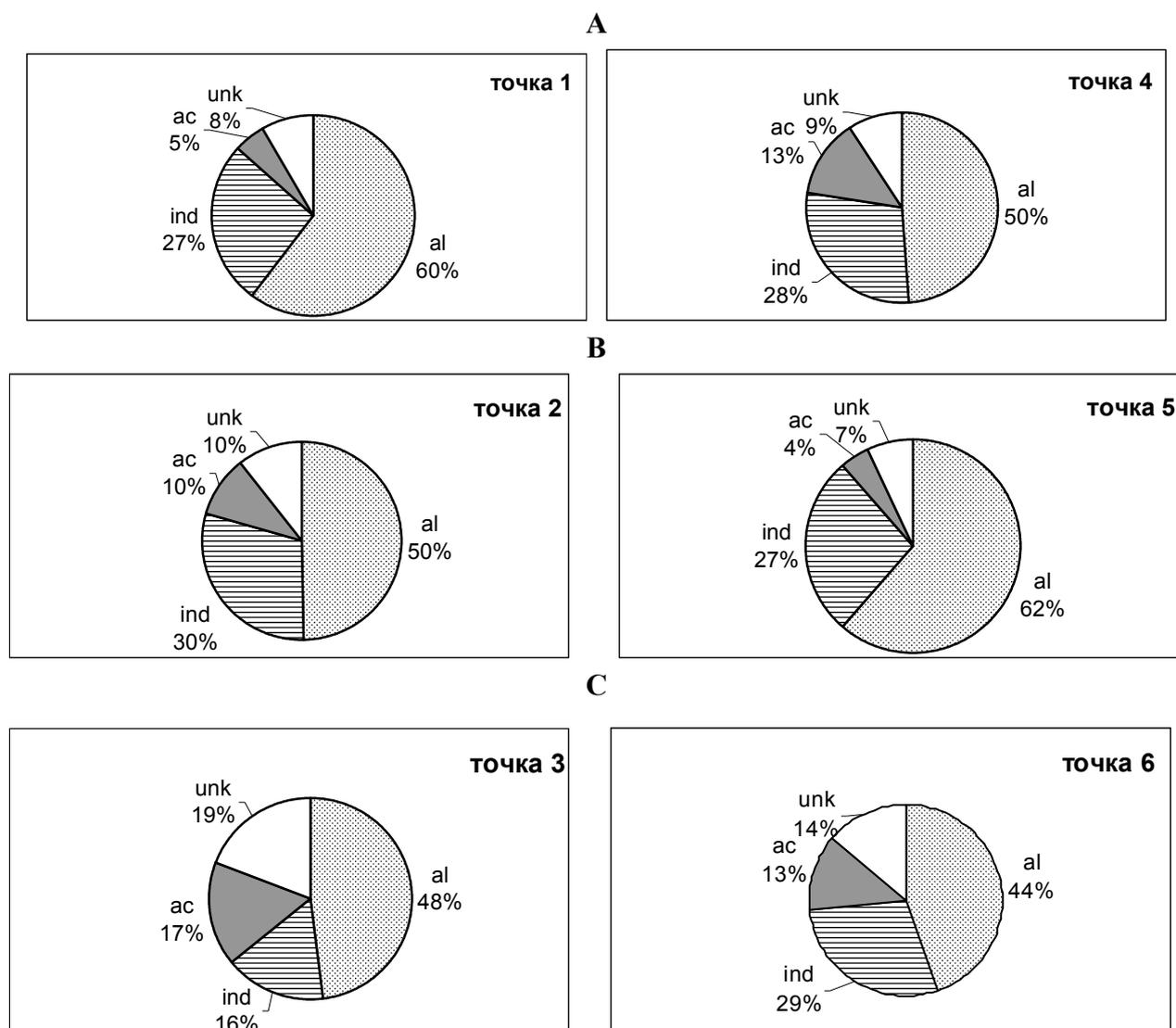


Рис. 3. Группы диатомовых водорослей в изученных районах по отношению к рН. А – дельта Печоры, В – Ненецкая гряда и Болванский Нос, С – побережье моря; ind – индифференты, al – алкалифилы, ac – ацидофилы, unk – экология неизвестна.

strum, *Xanthidium*, *Cosmarium* и *Closterium*, для которых благоприятны условия с низкими значениями рН.

Типичными обитателями мезотрофных и эвтрофных водоемов, какими являются исследованные озера и протоки, являются *Asterionella formosa*, *Aulacoseira italica*, *A. granulata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Closterium acerosum* и некоторые другие виды. Повышенное содержание биогенных и органических веществ в нижнем участке реки и протоках дельты [10, 11], способствует их развитию. Однако сильного эвтрофирования реки в начальный период исследований не наблюдалось, судя по отсутствию массового развития эвтрофентов, например, *Stephanodiscus hantzschii*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira varians*, хотя последний вид был отмечен ранее для нижнего участка р. Печора [10]. По данным 2001 г. эти виды, а также *Cyclotella meneghiniana*, *C. Pseudostelligera*, *Nitzschia acicularis* и *N. palea* обнаружались в значительном количестве в протоках дельты реки вблизи ее устья [11]. Возможно, это обусловлено загрязнением воды, связанным с нефтеразведочными работами в дельте реки.

Ненецкая гряда. Водоемы характеризуются небольшим видовым богатством и неодинаковым развитием водорослей в планктоне (рис. 1). Фитопланктон большинства озер не содержит диатомовые водоросли, хотя в некоторых из них они довольно обильны и даже развиты в массе. В основном это также представители непланктонных сообществ, в то время как истинно-планктонные виды малочисленны. Общий планктонный вид для большинства озер – *Asterionella formosa*, лишь в одном из озер (электропроводность 173,6 мкС/см, рН 8,56) отмечено обилие видов из рода *Aulacoseira*. Их массовое развитие может быть показателем мезоэвтрофных условий водной среды, т.е. средней или высокой степени продуктивности. Обилие водорослей из других таксономических групп было низким в большинстве озер Ненецкой гряды, за исключением двух, где наблюдалось значительное развитие синезеленых и желтозеленых водорослей. При этом истинно-планктонные виды имели низкое обилие. Фитопланктон некоторых озер типичен для условий заболачивания. Особенность отдельных

водоемов – обильное развитие пикопланктона (рН 7,45) и массовое развитие *Ceratium hirundinella*.

В составе фитопланктона преобладают индифферентные виды по отношению к содержанию солей в воде (табл. 2). Такие сообщества обычны в олиготрофных и мезотрофных озерах средней глубины. Важной индикаторной группой являются галофилы, занимающие второе место в большинстве озер, за исключением одного. Минерализация в этом водоеме одна из самых низких (18,7 мкС/см). Так же, как в озерах непосредственно дельты Печоры, в составе фитопланктона водоемов Ненецкой гряды алкалофилы доминируют или составляют равную часть с индифферентами (рис. 3).

Бассейн р. Ортина. Позднее вскрытие рек и озер обусловило слабое развитие весеннего фитопланктона и бедность его видового состава в период отбора проб. В большинстве водоемов водоросли были малочисленны, за исключением разнообразных десмидиевых из родов *Staurastrum*, *Closterium*, *Euastrum*, *Xanthidium*, *Micrasterias*, *Cosmoastrum*. Нередко встречались нитчатые из родов *Hyalotheca*, *Desmidium*, *Spondilosium*. В ряде озер заметное обилие диатомовых и синезеленых водорослей. Среди планктонных видов лишь *Asterionella formosa* входит в состав доминирующего комплекса наряду с *Tabellaria flocculosa*, типичным для сообществ обростаний. Среди синезеленых преобладали *Oscillatoria lacustris*, *Anabaena cylindrica*, *A. variabilis*, *Aphanizomenon flosaquae*. В массе найдены *Stigonema ocellatum* и *Fischerella muscicola*, характерные для почв и сфагновых болот. Отмечено также присутствие солоноватоводного вида *Nodularia spumigena*.

Таблица 2

Соотношение экологических групп диатомовых водорослей в водоемах Ненецкой гряды

Группа водорослей	Водоем											
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.14	2.20	2.21	2.22	2.24	2.25	2.26	2.31
<i>По галобности</i>												
Индифференты	29	9	8	25	14	18	19	17	19	11	33	15
Галофилы	10	2	1	7	4	8	8	4	4	4	7	4
Мезогалобы	1	0	0	1	0	1	1	1	0	2	0	0
Галофобы	1	1	2	3	2	2	0	1	3	3	12	2
<i>По рН</i>												
Индифференты	10	1	4	11	8	5	7	6	10	7	22	6
Алкалофилы	29	11	6	20	11	20	21	16	11	10	22	12
Ацидофилы	0	0	1	4	1	2	0	1	4	2	7	1

Болванский Нос. Водоемы этого района расположены преимущественно в возвышенной части рельефа так же, как на Ненецкой гряде, но в значительной степени связаны с рекой. Фитопланктон характеризуется относительно бедным видовым составом с несколько большим разнообразием в отдельных водоемах (рис. 1). Большинство озер отличается интенсивным развитием фитопланктона за счет диатомовых, синезеленых, зеленых и желтозеленых водорослей. Максимальная частота встречаемости и обилие характерны для *Asterionella formosa*, за ней следует *Aulacoseira islandica*. Виды рода *Anabaena* также имеют высокое обилие. Своеобразный комплекс доминантов с участием *Woronichinia naegeliana* отмечен для одного из озер. Им сопутствуют *Tabellaria fenestrata* и *T. flocculosa* и *Cyclotella radiosa*. Но наиболее обычны *Fragilaria construens* и *F. pinnata*, которые иногда даже преобладают в фитопланктоне. В отдельных озерах нередко *Achnanthes linearis*, *Cymbella minuta*, *Eucocconeis lapponica*, *Fragilaria vaucheriae*, *Nitzschia dissipata*, *Operphora martyi* и другие виды. Высокое обилие представителей порядка *Desmidiiales* характерно для заболоченных водоемов.

По отношению к содержанию солей в составе фитопланктона преобладают индифференты (табл. 3). Наряду с ними число галофильных видов несколько больше, чем галофобных, а в озере 5.8 последние преобладают. По отношению к рН практически во всех озерах отчетливо доминируют алкалофилы (рис. 3). В водоемах этого района отмечено наибольшее число видов космополитов (рис. 4).

Побережье Баренцева моря. Большинство водоемов района Хабуйки отличаются немногочисленным видовым богатством (рис. 1) и слабым развитием фитопланктона. Шире распространены *Aulacoseira subarctica*, *A. islandica*, *Cyclotella striata*. Массовое развитие синезеленых водорослей наблюдалось лишь в планктоне двух озер.

Таблица 3

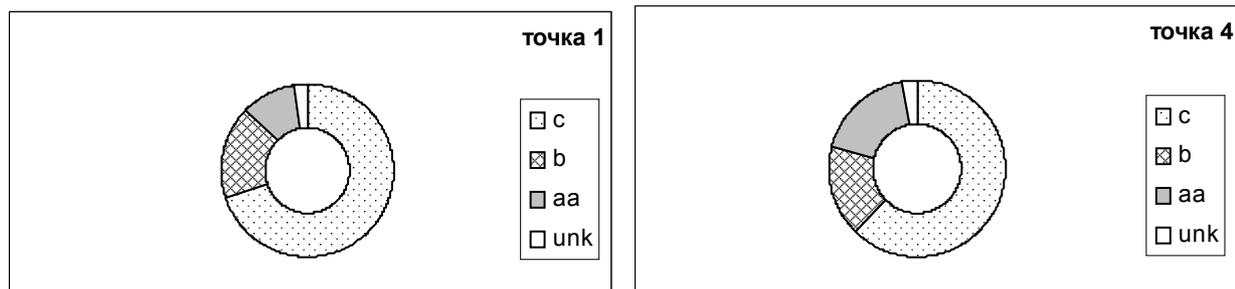
Соотношение экологических групп диатомей в водоемах района Болванский Нос

Группа водорослей	Водоем							
	5.1	5.2	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10
<i>По галобности</i>								
Индифференты	43	24	24	48	28	36	27	29
Галофилы	4	7	3	10	4	7	2	5
Мезогалобы	0	0	0	0	0	0	0	0
Галофобы	1	5	3	8	5	10	2	3
<i>По рН</i>								
Индифференты	16	11	10	19	15	16	12	15
Алкалофилы	30	21	18	39	16	32	18	19
Ацидофилы	1	3	2	4	4	2	1	1

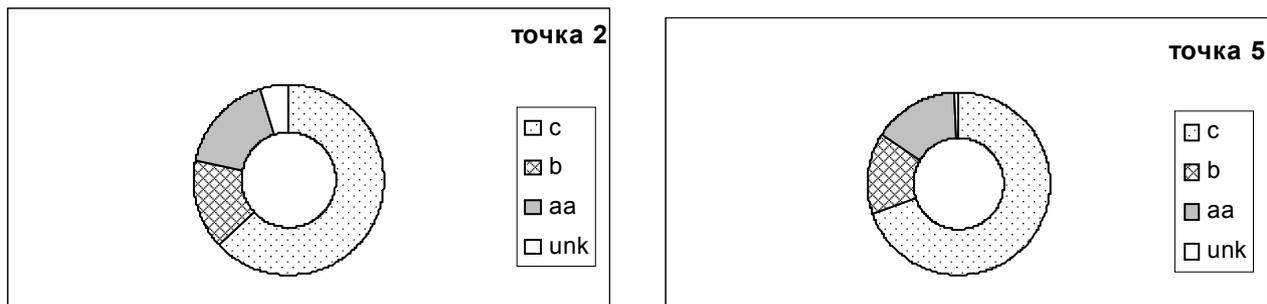
Состав диатомовых водорослей отражает условия щелочной водной среды (табл. 4, рис. 2) и повышенной минерализации в водоемах, близко расположенных на побережье под влиянием солоноватых вод Печорской губы (3170-4770 мкС/см, рН 9,0). Индикаторами таких условий являются *Cyclotella striata*, *Fragilaria tabulata*, *Lyrella pygmaea*, *Navicula crucicula*, *N. gregaria*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Nitzschia hungarica*, *N. levidensis*, *N. sigma* и другие, а в ряде озер это подтверждается развитием некоторых синезеленых водорослей.

Диатомовые сообщества в четырех озерах содержат виды, часто населяющие болота и пред-

А



В



С

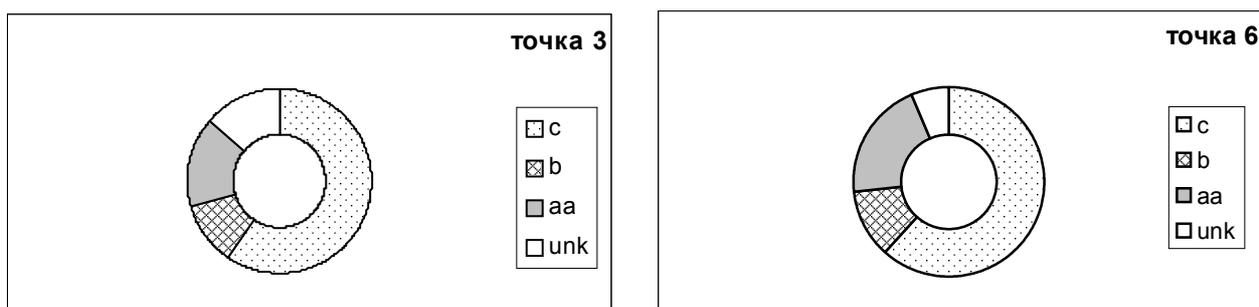


Рис. 4. Биогеографические группы диатомовых в районах: А – дельта Печоры, В – Ненецкая гряда и Болванский Нос, С – побережье моря; с – космополиты, aa – аркто-альпийские, b – бореальные, unk – виды с неизвестными данными.

Таблица 4

Соотношение экологических групп диатомовых в фитопланктоне водоемов района Хабуйки

Группа водорослей	Водоем											
	3.2	3.3	3.4	3.5/6	3.7/8	3.9	3.10	3.16	3.17	3.18	3.19	
<i>По галобности</i>												
Индифференты	15	8	13	11	22	13	23	10	7	8	7	
Галофилы	11	1	9	6	13	8	7	2	0	0	0	
Мезогалобы	6	1	8	3	6	3	3	0	0	0	0	
Галофобы	0	0	0	1	2	5	8	11	8	8	10	
<i>По pH</i>												
Индифференты	4	2	2	2	7	6	8	6	4	4	5	
Алкалифилы	25	2	24	18	33	18	20	4	2	0	0	
Ацидофилы	0	0	0	0	1	4	8	13	9	11	12	

почитающие низкую минерализацию воды и pH (16-24 мкС/см, pH 6,2-6,3). Это, например, *Fragilaria constricta* var. *constricta* et f. *stricta*, *Frustulia saxonica*, *Eunotia bigibba* var. *pumila*, *E. faba*, *E. fallax*, *E. tenella* и некоторые другие. О признаках за-

болоченности водоемов свидетельствует также развитие десмидиевых водорослей. Преобладание индикаторной группы ацидофильных видов показано в табл. 4.

В некоторых водоемах окрестностей оз. Песчанка-то выявлено массовое развитие водорослей. Истинно-планктонные виды, особенно представители родов *Pediastrum*, *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Dinobryon*, достигают относительно высокого обилия в пробах, но чаще доминируют эвритопные виды из рода *Tribonema*. Разнообразие диатомовых водорослей в большинстве рассмотренных водоемов на побережье моря низкое – вследствие развития синезеленых водорослей (рис. 1). Виды из родов *Asterionella*, *Aulacoseira*,

образующие основное ядро планктонных сообществ в водоемах районов 4 и 5, редки и единичны. Они замещаются *Diatoma elongatum*. Доминантами и субдоминантами являются *Fragilaria construens* f. *venter* и *F. pinnata*. В отдельных озерах нередко

встречаются *Tabellaria flocculosa*, *Fragilaria constricta*, *Achnanthes kryophila*, *A. sublaevis*, *Eucocconeis lapponica*, а в заливе – *Berkeleya rutilans* и *Chaetoceros wighamii*. Развитию двух последних видов способствует высокий уровень минерализации воды (до 33600 мкС/см). Основная доля в составе и структуре фитопланктона приходится на литоральные виды и эпифиты.

Экологический анализ фитопланктона изученных водных объектов в окрестностях оз. Песчанка-то показал преобладание видов-индифферентов по отношению к содержанию солей, кроме одной из протоков, соединяющейся с морем (рис. 2). В ней количество галофилов с мезогалолами выше (табл. 5), чем остальных групп. Эвригалинные галофильные и мезогалоальные виды найдены тоже в заливе и озерах, расположенных вблизи морского побережья. В фитопланктоне большинства водоемов также выше число алкалофильных видов, чем водорослей иных групп. Состав основных представителей характеризует водоемы как олиготрофные и даже дистрофные с признаками заболачивания.

Таблица 5

Соотношение экологических групп диатомовых водорослей в некоторых водоемах побережья Баренцева моря

Группа водорослей	Водоем			
	Озеро 6.10	Протока-6.2	Протока-6.7	Залив 6.1
<i>По галобности</i>				
Индифференты	23	21	5	44
Галофилы	4	5	8	15
Мезогалобы	0	3	14	13
Галофобы	8	2	2	10
<i>По pH</i>				
Индифференты	16	9	3	7
Алкалофилы	12	18	12	14
Ацидофилы	5	2	2	0

В результате выявлено 567 с учетом разновидностей и форм водорослей, относящихся к 111 родам, 61 семейству и шести отделам. Значительно преобладают по таксономическому разнообразию диатомовые водоросли (табл. 6).

Таблица 6

Распределение числа таксонов разного ранга по отделам водорослей в планктоне водоемов дельты Печоры и прилегающих территорий

Отдел	Количество таксонов			
	семейств	родов	видов	разновидностей и форм
Bacillariophyta	9	48	328	404
Cyanophyta	18	26	73	79
Chlorophyta	21	34	70	72
Xanthophyta	1	1	10	10
Chrysophyta	1	1	1	1
Dinophyta	1	1	1	1
Всего	61	111	483	567

Уровень видового богатства исследованной территории близок к таковому для других северных регионов: Большеземельской тундры, Якутии [2, 12, 13], но выше, чем для водоемов дельты Оби [14]. Видовое богатство фитопланктона формируется преимущественно за счет представителей сообществ фитобентоса и перифитона. Они имеют в основном небольшое обилие, хотя некоторые виды достигают в планктоне положения доминантов и субдоминантов. Значительная доля тихо-планктонных водорослей в фитопланктоне не только литорали, но и пелагиали – общая черта для большинства тундровых водоемов. Она обусловлена их гидрологическими особенностями – интенсивным ветровым перемешиванием, которое приводит к обогащению фитопланктона за счет поднятия в толщу воды донных и смыва с субстратов эпифитных видов.

Сравнительный анализ исследованных районов показал, что выявленное разнообразие (табл. 7) и обилие водорослей в фитопланктоне исследованных водоемов не однородно, а колеблется в больших пределах.

Таблица 7

Распределение числа таксонов водорослей планктона в водоемах разных точек дельты Печоры и прилегающих территорий

Отдел	Районы исследований						
	1	2	3	4	5	6	7
Bacillariophyta	166	181	211	150	142	95	15
Прочие	50	48	28	38	52	55	47
Всего	216	219	239	188	194	150	62

К настоящему времени наибольшее число таксонов найдено в водоемах бассейне р. Хабуйка, Ненецкой гряды, дельты р. Печора, а наименьшее – в бас. р. Ортина. Хотя эти значения не отражают настоящего положения дел, так как различны повторность и сроки сборов, однако показывают состояние изученности районов. Наличие водорослей в планктоне и степень их развития зависят от времени сбора материала и определяются абиотическими и биотическими факторами.

Сравнение полученных данных с другими северными районами (наиболее изучена дельта р. Обь) показало, что уровень разнообразия фитопланктона дельты Печоры и Оби сходен [14]. В планктоне последней также значительно преобладали диатомовые, но существенную долю составляли и зеленые водоросли. Синезеленые водоросли находились на третьем месте по числу таксонов. Сравнивая данные по близким срокам сбора, можно отметить общий состав доминирующих комплексов. Они включают виды *Asterionella* и *Aulacoseira* в дельте Оби в северных участках; *Aphanizomenon* и *Anabaena* в придельтовых участках и хлорококковые в южной части губы. Состав и соотношение видов в разные годы зависели от уровня воды, скорости течения и температуры. В условиях замедленного течения при низком уровне воды и 18° С наблюдался рост численности синезеленых водорослей, в том числе возбудителей «цветения» [14].

Массовому развитию водорослей в водоемах дельты Печоры способствует повышенное содержание соединений биогенных (N, P) и органических веществ в результате их накопления в этой части русла. Обильное развитие синезеленых водорослей приурочено к слабопроточным или стоячим водоемам. Фотосинтетическая активность синезеленых, а затем разложение их после отмирания приводят к значительному подщелачиванию водной среды. Исследования показали, что для большинства мелководных водоемов возвышенных ландшафтов характерна низкая продуктивность водорослей планктона. Тем не менее, обилие водорослей может наблюдаться в разных частях рельефа, благодаря поступлению с поверхностным стоком веществ зоогенного происхождения [12]. Выявленное относительно слабое развитие водорослей в водоемах побережья моря может быть обусловлено не только происхождением водоемов, морфометрическими особенностями или особенностями гидрохимического режима в период наблюдений, но и результатом выедания водорослей зоопланктоном, так же как и в других районах исследования.

Экологический анализ обследованных точек выявил следующее. Большинство изученных водоемов принадлежит по составу фитопланктона к пресноводному типу, на что указывает преобладание индифферентных видов среди диатомовых водорослей. Тем не менее, присутствие галофильных и даже эвригалинных мезогалобных видов в сообществах отражает влияние повышенной минерализации. Сравнение двух точек дельты реки по соотношению галобных групп диатомей показал, что доля галофилов с мезогалобами выше на нижнем участке дельты, чем на верхнем. Число этих индикаторных видов увеличивается также в водоемах на морском побережье, особенно его открытых участках, в заливах и протоках. Это обусловлено как влиянием морских вод, выраженным в разной степени, так и засолением почв приморской тундры. По отношению к pH в планктоне водоемов всех изученных районов преобладают по числу видов алкалифилы, второе место почти везде принадлежит индифферентным видам. Доля ацидофилов возрастает в заболоченных районах верхнего участка дельты и приморских тундр.

Состав ведущих видов в фитопланктоне большинства озер характеризует их как типичные северные водоемы, хотя среди водорослей в целом и в наиболее разнообразной группе диатомовых наибольшим числом видов представлены космополиты (рис. 4). Преобладание космополитных видов отмечено и для других тундровых озер и прудов Российской Арктики [2, 12], Аляски, арктических и субарктических озер и ручьев северо-западных территорий Канады [15]. Доля аркто-альпийских видов диатомей колеблется по районам от 10 (нижний участок дельты) до 20% (побережье моря). Однако абсолютное число этих видов выше в водоемах Ненецкой гряды, затем на побережье Баренцева моря и в верхнем участке дельты.

Фитопланктонные комплексы исследованных водоемов отражают экологические условия разнотипных водоемов дельты р.Печора и могут быть использованы для оценки их состояния в условиях изменяющегося климата и усиливающейся антропогенной нагрузки.

Работа выполнена при финансовой поддержке российско-голландских проектов «DELTA» и «PRISM».

Литература

1. *Киселев И.А.* Особенности фитопланктона эстуариев наших северных рек // Труды II Всесоюзного гидрологического съезда. Л., 1930. С. 221-223.
2. *Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н.* Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: Изд-во УИФ «Наука», 1994. 148 с.
3. *Stenina A.S., Patova E.N., Noordhuis R.* Phytoplankton // Pechora Delta. Structure and dynamics of the Pechora Delta ecosystems (1995-1999) / ed. M.R. van Eerden. Lelystad, Netherlands, 2000. P. 99-113, 289-308.
4. *Патова Е.Н.* Первые сведения о синезеленых водорослях Ненецкого заповедника // Новости систематики низших растений, 2001. Т.34. С. 34-38.
5. *Стенина А.С.* Диатомовые водоросли в планктоне озер мыса Костяной Нос (заповедник «Ненецкий») // Ботан. журн., 2005. Т. 90. № 5. С. 669-681.
6. *Стенина А.С., Генкал С.И.* Интересные находки центральных диатомовых водорослей в водоемах Малоземельской тундры (Россия) // Альгология (Киев), 2007. Т. 17, № 1. С. 101-108.
7. *Стенина А.С., Патова Е.Н.* Водоросли // Систематические списки видов флоры и фауны Государственного природного заповедника «Ненецкий» (2001-2006 гг.). СПб: Изд-во СПб. ун-та, 2007. С. 5-21. (Тр. ГПЗ «Ненецкий». Вып. 1).
8. *Лосева Э. И., Стенина А.С., Марченко-Ваганова Т.И.* Кадастр ископаемых и современных диатомовых водорослей Европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2004. 156 с.
9. *Киселев И.А.* О флоре водорослей Обской губы с приложением некоторых данных о водорослях нижней Оби и Иртыша // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: СО «Наука», 1970. С. 41-54.
10. *Власова Т.А.* Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар, 1988. 152 с.
11. *Стенина А.С., Хохлова Л.Г.* Особенности химического состава вод и планктонных комплексов Bacillariophyta в дельте р. Печора // ЭКВАТЭК-2004: Материалы VI Международного конгресса Ч. I. М., 2004. С. 95-96.
12. *Стенина А.С.* Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) в озерах востока Большеземельской тундры / Коми научный центр УрО РАН. Сыктывкар, 2009. 176 с.
13. *Разнообразие растительного мира Якутии* / Отв. ред. д.б.н. Н.С. Данилова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 328 с.
14. *Солоневская А.В.* Продуктивность фитопланктона южной части Обской губы и низовья Оби // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: СО «Наука», 1972. С. 51-70.
15. *Sheath R.G., Steinman A.D.* A checklist of freshwater algae of the Northwest Territories, Canada // Can. J. Bot., 1982. Vol. 60, No. 10. P. 1964-1997.

ВЛИЯНИЕ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩЕГО ГЕРБИЦИДА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

И.В. ДАЛЬКЭ, И.Ф. ЧАДИН

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
dalke@ib.komisc.ru*

В работе изучена связь между дозой глифосатсодержащего гербицида «Раундап ВР» и реакцией растений борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*). Показана линейная связь между увеличением дозы препарата и уменьшением количества и размера растений на учетных площадках, снижением скорости ассимиляции углекислого газа. Обоснована возможность применения метода измерения скорости ассимиляции углекислого газа как экспресс-метода определения эффективных доз глифосатсодержащих гербицидов

Ключевые слова: *Heracleum sosnowskyi*, глифосат, доза-эффект, скорость ассимиляции CO₂

I.V. DALKE, I.F. CHADIN. DOSE-EFFECT OF GLYPHOSATE CONTAINING HERBICIDE ON GROWTH, DEVELOPMENT AND FUNCTIONAL INDICATORS OF GIANT HOGWEED (*Heracleum sosnowskyi*)

The dose-effect relationships of glyphosate containing herbicides to Giant Hogweed (*Heracleum sosnowskyi*, Apiaceae) plants growth and functional indicators are studied. The strong correlation between glyphosate dose and amount of survived plants, their height and CO₂ assimilation speed is shown. CO₂-exchange rate measurement method is proposed for express evaluation of effective glyphosate containing herbicides.

Key words: *Heracleum sosnowskyi*, glyphosate, dose-effect, CO₂ assimilation rate

Введение

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden., сем. Apiaceae) – многолетняя монокарпическая и высокоурожайная культура. Относительно низкая себестоимость его возделывания, возможность многолетнего использования плантаций борщевика, богатство биомассы протеином, витаминами, микроэлементами, сахарами привлекало многие хозяйства для его интенсивного выращивания [1]. Серьезным недостатком борщевика Сосновского как кормовой культуры является повышенное содержание в клеточном соке растений фотодинамически активных фурукумаринов. Попадание данных веществ на кожу человека приводит к глубоким дерматитам, проходящим по типу ожогов [2]. Широкое внедрение борщевика Сосновского в сельскохозяйственное производство во многих регионах бывшего Советского Союза в сочетании с его биологическими особенностями обусловило возможность неконтролируемого распространения за пределы возделываемых площадей. Это оказывает негативное влияние на естественное биологическое разнообразие ландшафтов и представляет реальную угрозу здоровью населения и отдельных видов сельскохозяйственных животных [3- 4].

В настоящее время во многих регионах России и в европейских странах значительные усилия направляются на борьбу с неконтролируемым распространением этого вида [5]. Одним из хими-

ческих способов уничтожения нежелательных зарослей борщевика является применение глифосатсодержащих гербицидов. Однако в литературе нет сведений о выборе оптимальной дозы и времени обработки растений борщевика Сосновского этими гербицидами. Подбор оптимальных доз глифосата осуществляют несколькими методами. Прежде всего, это традиционные способы учета количества, высоты и степени развития растений на учетных площадках на протяжении вегетационного периода. В качестве экспрессных методов оценки эффективных доз препарата используют изучение распределения и абсорбцию C¹⁴-глифосата [6], измерение динамики накопления шикимовой кислоты [7]. Поскольку функциональную диагностику растений можно проводить по изменению ведущих параметров их жизнедеятельности – фотосинтезу, дыханию, транспирации – представляется целесообразным оценить возможность применения газометрии в качестве экспресс-метода для оценки эффективности действия гербицидов.

Цель настоящей работы – изучение влияния доз и сроков применения глифосатсодержащего гербицида на рост, развитие и функциональные показатели растений борщевика Сосновского.

Материалы и методы

Исследовали растения борщевика Сосновского в естественных условиях на открытых участках территории ботанического сада (Ботсад) и ра-

диобиологического комплекса (РБК) Института биологии Коми НЦ УрО РАН в вегетационный период 2008 г.

Для проведения опытов по воздействию немеханизированных методов искоренения борщевика с 25 мая по 8 июня 2008 г. в Ботсаду были заложены 20 экспериментальных участков размером 2×2 м. Почвы участков окультуренные подзолистые.

В начале вегетационного сезона (первая декада июня) на каждом из экспериментальных участков провели морфологическое описание растений: их высоту, состояние и фазу развития. Для дальнейших экспериментов, на основе анализа статистических данных о количестве и размере растений борщевика, были отобраны участки, наиболее приближенные по своим показателям к средним значениям, характерным для всей генеральной совокупности.

В ходе эксперимента через промежутки времени, определяемые спецификой работы, определяли морфологические параметры особей, измеряли скорость CO_2 -газообмена (фотосинтеза, дыхания) и транспирацию листьев растений борщевика.

Опыт по влиянию препарата «Раундап ВР» (действующее вещество – глифосат) на рост и развитие растений борщевика Сосновского заложили на территории Ботсада в середине июня 2008 г. в фазе отрастания. Высота растений не превышала 1 м. На территории РБК обработку растений борщевика препаратом проводили во второй декаде июля, в фазе цветения. Высота растений составляла от 1.8 м до 2.20. Препарат «Раундап ВР» представляет концентрированный водный раствор с содержанием действующего вещества – 360 г/л. В эксперименте испытывали три концентрации рабочего раствора препарата «Раундап ВР»: 12, 24 и 48 мл на литр воды (далее – мл/л). Опрыскивание растений проводили с расходом 5 л препарата на 100 м². Концентрация рабочего раствора 12 мл/л с расходом 5 л на 100 м² является рекомендованной производителем дозой для борьбы со злостными многолетними сорняками. Препарат наносили методом распыления из пульверизатора в условиях ясной погоды (после обработки осадков не было более чем 6 час.).

Определение CO_2 -газообмена и транспирации проводили на листьях разного возраста в 10-кратной биологической повторности. В рамках данной работы зрелыми считали листья нижнего яруса (1-2 метамер), молодыми — листья среднего яруса (4-5 метамер). Для измерения видимого поглощения CO_2 использовали газоанализатор LI-7000 (Licor Inc., США) и портативную фотосинтетическую систему LCPro+ (ADC BioScientific Ltd., Англия). Лист зажимали в листовой камере фотосинтетической системы и выдерживали около 2 мин. до начала первого измерения для выравнивания температуры в листовой камере с температурой окружающей среды. В процессе измерений температура поверхности листа превышала температуру окружающей среды на 1-1.5° из-за теплового воздействия источника освещения. Затем проводили серию измерений газообмена с интервалом в 1 мин. После определения поглощения CO_2 листья в листовой камере полностью затеняли и определяли интенсивность темного дыхания (Дт). В ходе изме-

рений газообмена листьев получены данные по скорости нетто-фотосинтеза (Фв – видимый фотосинтез), темного дыхания (Дт), интенсивности транспирации (Ит), устьичной проводимости паров воды (gs), эффективности использования воды листьями (ЭИВ – отношение Фв/Ит). Измерения проводили при температуре 25–27 °С.

Температуру, влажность, освещенность в естественных условиях определяли с помощью набора датчиков и логгером LI-1400 (Licor Inc., США). В таблицах и на рисунках приведены средние арифметические величины со стандартной ошибкой, рассчитанные по общепринятым методикам [8]. Соответствие выборочных данных нормальному распределению уточняли с помощью теста Шапиро-Уилка. Для установления статистической значимости различий между средними значениями выборок использовали t-критерий Стьюдента в модификации Уэлча, допускающий неравенство дисперсий сравниваемых выборок. Коэффициенты корреляции Пирсона их значимость рассчитывались по общепринятым методикам. Все статистические расчеты проводили в программной среде «R» [9]. Уровень статистической значимости (α) в данной работе принят равным 5% ($p < 0.05$).

Результаты и обсуждение

На контрольном участке через 10 и 40 дней после обработки растений гербицидом количество растений в контроле статистически значимо не изменилось (рис. 1 А, Б, В). Как и ожидалось, высота растений в контроле постоянно увеличивалась и к концу июля растения достигли высоты 2 м (рис. 1 Г, Д, Е). В середине июля контрольные растения успешно перешли в фазу цветения. Период массового плодоношения на контрольных участках отмечался во второй декаде августа.

Во всех вариантах обработки гербицидом наблюдали стабильное снижение количества растений на учетных площадках к середине вегетационного периода. Наибольшие различия отмечали в варианте с концентрацией рабочего раствора 48 мл/л. Через 10 дней после обработки количество растений на участках снизилось в два раза, а через 40 дней в семь-восемь раз. В итоге количество живых растений на участке было сведено к минимуму. Остальные растения характеризовались побурением листьев, отмиранием тканей, полеганием побегов и их разрушением (рис. 1 В).

Процесс роста растений в вариантах с обработкой гербицидом был сильно заторможен или подавлен. В большей степени это коснулось растений, обработанных рабочим раствором с концентрацией 48 мл/л. Растения, обработанные растворами с концентрацией 12 и 24 мл/л, сохранили небольшую ростовую активность, и через 40 дней после обработки их высота увеличилась на 20-30 см (рис. 1 Д, Е). Во всех вариантах после обработки гербицидом растения не образовывали соцветий.

Таким образом, в опытах наблюдалась значимая отрицательная линейная связь между дозой препарата и реакцией растений: коэффициент корреляции между дозой препарата и количеством растений $r = -0.87$, при $p = 4.43 \cdot 10^{-5}$; коэффициент корреляции между дозой препарата и высотой рас-

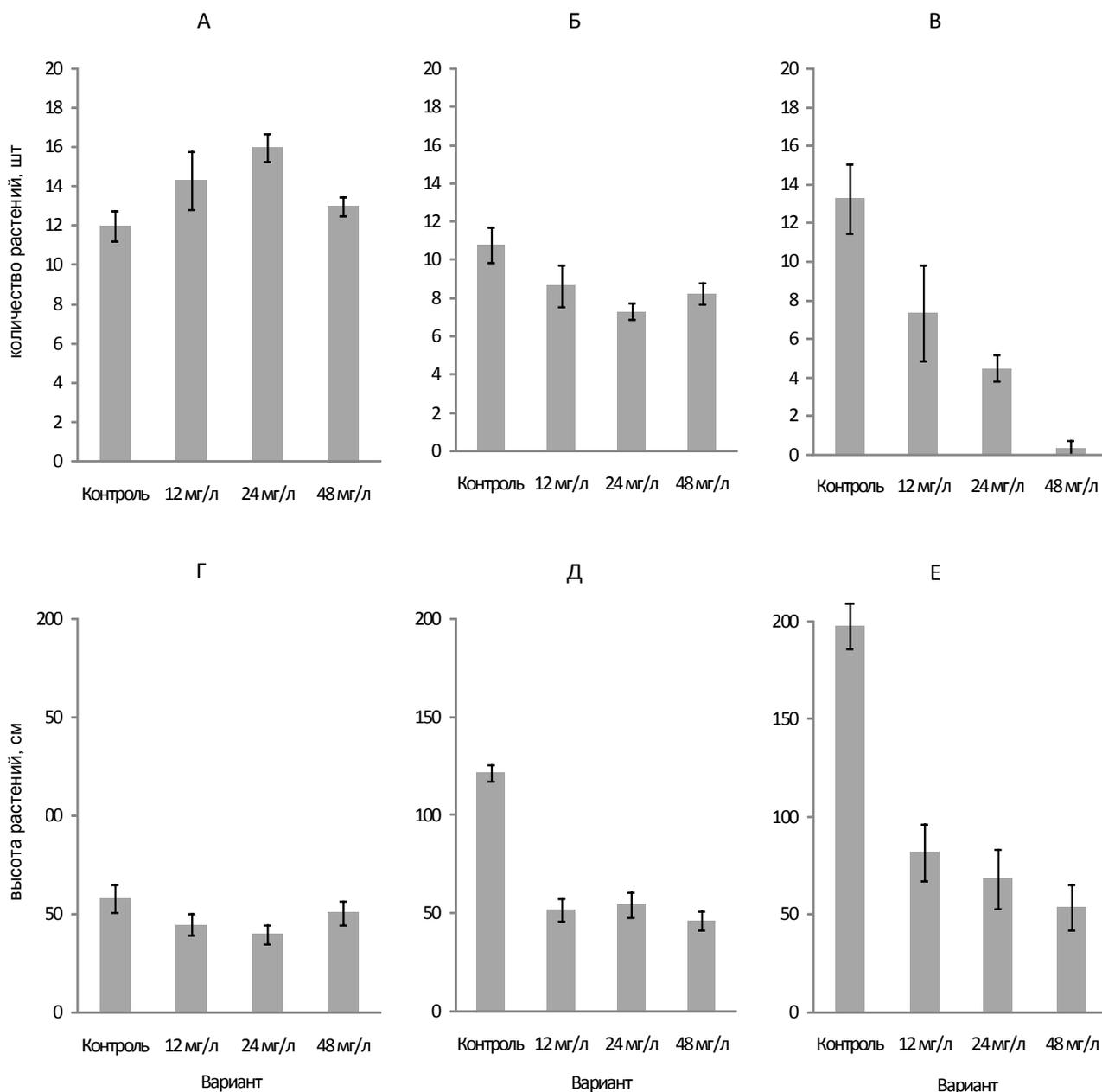


Рис 1. Количество (А, Б, В) и высота (Г, Д, Е) растений борщевика Сосновского на опытных участках под влиянием рабочего раствора препарата «Раундап ВР» разной концентрации. А, Г – 12 июня, Б, Д – 22 июня, В, Е – 22 июля 2008 г.

тений: $r = -0.77$, при $p = 1.76 \cdot 10^{-9}$. Гербицид, в дозах двух- и четырехкратно превышающую рекомендованную дозу, свел к минимуму количество живых растений на участке. Обработка разными дозами в равной степени ингибировала рост растений на начальном этапе эксперимента. К концу эксперимента растения, обработанные рабочим раствором, содержащим 12 мл препарата на литр воды, частично адаптировались и показали небольшой прирост линейных размеров. Во всех вариантах опыта наблюдали полное подавление гербицидом генеративной функции растений.

Для выявления воздействия глифосата на функциональное состояние растений и обоснования выбора оптимальных доз гербицидов было изучено влияние факторов среды на эффективность работы ассимиляционного аппарата и дыхание растений борщевика.

Выявлено, что в июне, в фазу активного роста, при сильном затенении (около 10 % от максимальной освещенности на открытых участках) молодые и зрелые листья борщевика характеризуются высокой фотосинтетической активностью и достаточно экономно используют воду в процессе транспирации. Так, при освещении до $260 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ фотосинтетически активной радиации (ФАР)* листья поглощают до $10 \text{ мкмоль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ и испаряют около $1.5 \text{ ммоль H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$.

Более подробное изучение световой зависимости CO_2 -газообмена листьев растений борщевика было проведено в июле в фазу цветения (рис. 2).

* Максимальный уровень освещения на открытом участке в середине дня при безоблачной погоде в июне-июле на широте г. Сыктывкара составляет около $2000 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ ФАР.

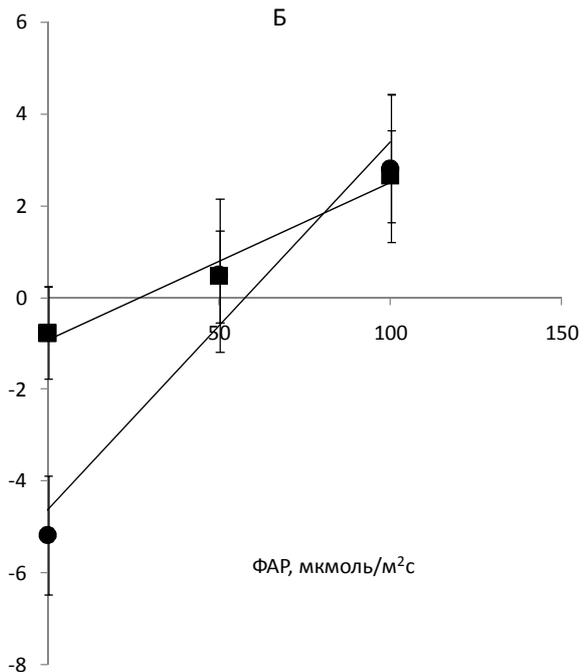
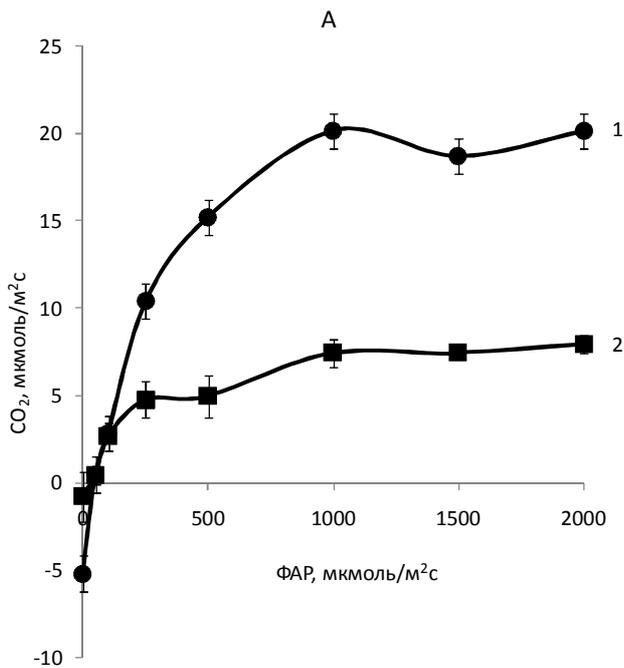


Рис. 2. Световая зависимость видимого фотосинтеза молодых (1) и зрелых (2) листьев интактных растений борщевика Сосновского (А) и начальный участок световой кривой (Б) при температуре листа 25°C (7-9 июля 2008 г.).

С повышением освещения до 2000 мкмоль/м²с ФАР молодые листья борщевика ассимилировали с большей интенсивностью, чем зрелые (рис. 2 А). Судя по углу наклона начального участка световой кривой величина квантового выхода фотосинтеза у молодых листьев составляла 0.079 и была в два раза выше, чем у зрелых листьев. Следует отметить, что зрелые листья начинали видимое поглощение CO₂ при меньшем количестве света, чем молодые листья. Так, у молодых листьев борщевика световой компенсационный пункт (СКП), когда выделение CO₂ в результате процессов дыхания компенсируется поглощением CO₂ в процессе фотосинтеза, составлял около 60 мкмоль/м²с ФАР, что в два раза выше значений для зрелых листьев (рис. 2 Б). Молодые листья борщевика способны поддерживать высокий уровень ассимиляции до 50% от максимального уровня уже в условиях освещения 250 мкмоль/м²с. При насыщении светом (более 1000 мкмоль/м²с ФАР) скорость фотосинтеза молодых листьев достигла значительной величины – 20 мкмоль CO₂/м²с и была в два раза выше, чем у зрелых (рис. 2 А). Следует отметить, что у наиболее продуктивных C₃-растений в оптимальных условиях максимальный уровень фотосинтеза составляет около 25 мкмоль CO₂/м²с. У борщевика зрелые и молодые листья не испытывают депрессии при максимальных значениях ФАР (рис.2).

Для выявления изменений функциональных характеристик растений борщевика под действием препарата «Раундап ВР» были отобраны модельные растения и обработаны разными дозами гербицида. Измерения проводили на зрелых листьях. Дозы «Раундапа ВР» 12, 24 и 48 мг/л существенно повлияли на фотосинтетическую способность растений. Через сутки после обработки наблюдали значительное снижение ассимиляции CO₂ листьями, особенно при высоком уровне ФАР (рис. 3). Об-

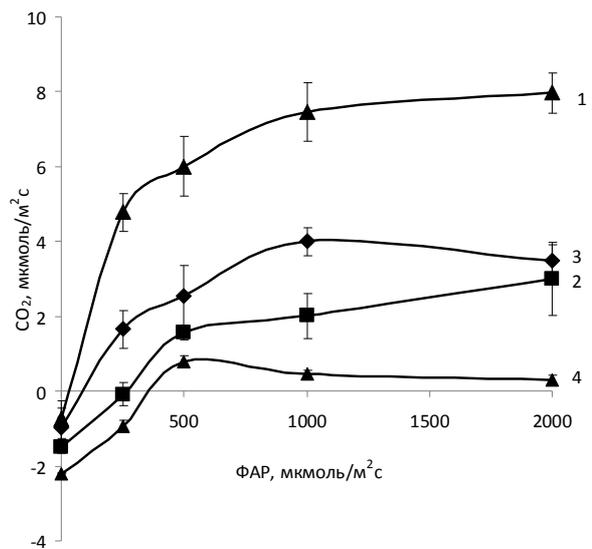


Рис. 3. Световая зависимость видимого фотосинтеза листьев растений борщевика Сосновского при температуре листа 27°C (через сутки после обработки рабочим раствором препарата «Раундап ВР»: 1 – контроль, 2 – 12 мг/л, 3 – 24 мг/л, 4 – 48 мг/л, 24 июля 2008 г.).

работка гербицидом повлияла на изменение кардинальных точек световой зависимости видимого CO₂-газообмена. Высокие дозы «Раундапа ВР» усиливали интенсивность дыхания листьев в 2.5 раза, резко уменьшали эффективность использования света, увеличивали интенсивность радиации приспособления, сдвигали положение светового компенсационного пункта в сторону больших значений, и в сочетании с высоким уровнем ФАР снижали на порядок уровень фотосинтеза.

Статистически значимое изменение функциональных показателей растений борщевика Соснов-

ского под действием глифосата уже на следующий день после обработки хорошо согласуется с данными по скорости абсорбции препарата, увеличению концентрации шикимовой кислоты, которая накапливается в растениях из-за блокирования работы фермента 5-енилпирувоил-шикимат-3-фосфат синтетазы. Так, в работе [8] показано, что общая абсорбция глифосата может составлять в первые двое суток после обработки до 75 % от применённой дозы. Время накопления максимального содержания шикимовой кислоты у разных культурных растений варьирует от одного до восьми дней после обработки гербицидом на основе глифосата [6].

Изучение динамики изменения функциональных показателей растений после обработки гербицидом в естественных оптимальных свето-температурных условиях показало стабильное снижение функциональной активности целого растения в зависимости от дозы глифосата (рис. 4). В полной мере это проявилось при обработке растений дозами глифосата 24 и 48 мл/л.

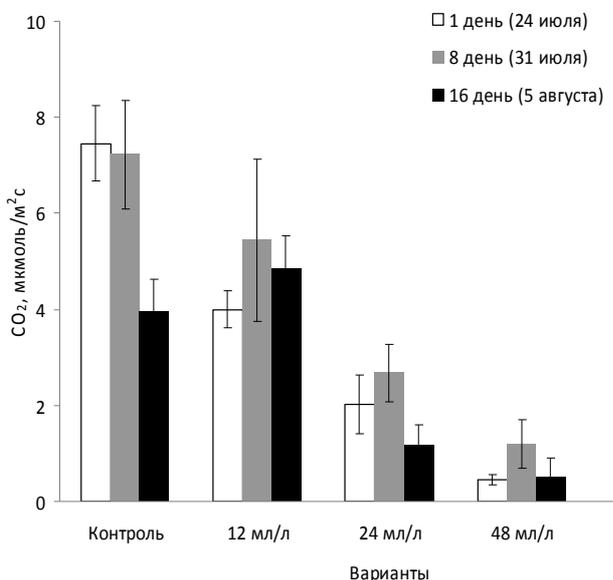


Рис. 4. Скорость видимого фотосинтеза листьев модельных растений борщевика Сосновского через 1, 8 и 16 дней после обработки рабочим раствором препаратом «Раундап ВР». Измерения выполнены в естественных условиях при температуре листа 26 °С, в диапазоне освещённости 600-1000 мкмоль/м²·с.

Следует отметить, что в начале августа растения в контроле также показали снижение ассимиляционной активности, что, вероятно, связано с возрастными изменениями и старением листьев, однако растения, обработанные «Раундапом ВР», показали более низкие уровни ассимиляции CO₂. Выявлена сильная статистически значимая отрицательная связь между дозой гербицида и скоростью ассимиляции углекислого газа. Расчет коэффициента корреляции между дозой препарата и ответной реакцией организма показал, что в первый и второй периоды измерений он был близок к -1 ($r = -0.81$, $p = 2.9 \cdot 10^{-5}$), в третий период связь становится значительно слабее, но остаётся статистически значимой ($r = -0.32$, $p = 0.009$). Причиной снижения корреляции является ответная реакция растений, обработанных рабочим раствором с концентрацией «Раундапа ВР» 12 мл/л. На 16-й день после обра-

ботки растения в этом варианте сохраняли такую же скорость ассимиляции CO₂, как и в контроле (рис. 4). Таким образом, через 16 дней после обработки рекомендованная доза «Раундапа ВР» (12 мл/л) практически не повлияла на ассимиляционные возможности растений борщевика, по сравнению с двух- и четырехкратными дозами гербицида. После однократного применения дозы 12 мл/л растения восстановили способность к фотосинтезу и накоплению биомассы.

Наши наблюдения показали, что применение гербицида в двух- и четырехкратных дозах в фазе цветения – перехода к плодоношению – приводят к полному подавлению генеративной сферы растений: цветки погибают, а завязи плодов чернеют и осыпаются.

В конце вегетации проводили оценку влияния обработки «Раундапом ВР» на состояние подземной части модельных растений борщевика (территория РБК). Определение интенсивности дыхания корней показало, что у растений в контроле при 18 °С интенсивность выделения CO₂ статистически значимо выше, чем у корней растений, обработанных «Раундапом ВР» с концентрацией рабочего раствора 12 мл/л. В вариантах опыта с 24 и 48 мл/л препарата на литр воды подземные части растений не были обнаружены на опытных участках. Вероятно, высокие дозы препарата ускоряли разрушение и гибель подземных органов растений.

Выводы

Интактные растения борщевика характеризуются высокой функциональной активностью. Широкая экологическая амплитуда проявляется в способности растений эффективно накапливать биомассу как в условиях сильного затенения, так и при максимальном уровне освещенности. Высокая продуктивность борщевика Сосновского обусловлена способностью растений экономно использовать воду на транспирацию.

Обработка растений глифосатсодержащим гербицидом приводит к достоверному уменьшению плотности популяции борщевика и средней высоты растений. Показано влияние гербицида на функциональные параметры растений борщевика Сосновского: существенно снижается фотосинтетическая активность, растения теряют способность переносить высокий уровень освещения, увеличивается интенсивность темного дыхания. Степень воздействия гербицида на растение линейно возрастает при увеличении дозы применяемого препарата. На основе проведённых экспериментов можно рекомендовать использование глифосатсодержащих гербицидов с содержанием действующего вещества 360 г/л в концентрации 24 мл/л. Более эффективным будет его применение в зарослях борщевика Сосновского в фазе массового отрастания. Обработка гербицидами возможна вплоть до фазы цветения. При этом следует учитывать, что глифосатсодержащие гербициды не действуют на семена растений и для получения стабильного результата может потребоваться несколько обработок одного участка.

Показано, что измерение скорости ассимиляции углекислого газа может рассматриваться как экспресс метод определения эффективных доз глифосатсодержащих гербицидов.

Литература

1. *Сацыперова И.Ф.* Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.
2. *Штейнберг М.А.* Фотодерматозы. М.: Медгиз, 1958. 131 с.
3. *Филатов В.Н., Полянский Н.В.* Борьба с борщевиком Сосновского как засорителем биоценозов с помощью гербицидов // Известия ТСХА, 1986. Вып. 5. С. 34 - 40.
4. *Ламан Н.А., Прохоров В.Н., Масловский О.М.* Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси. Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2009. 40 с.
5. *The Giant Hogweed Best Practice Manual.* Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe // Eds. Nielsen, C., H.P. Ravn, W. Nentwig and M. Wade. Hoersholm: Forest & Landscape, 2005. 44 p.
6. *Walker E.R., Oliver L.R.* Translocation and absorption of glyphosate in flowering sicklepod (*Senna obtusifolia*) // Weed Science, 2008. Vol. 56. P. 338-343.
7. *Henry W.B., Shaner D.L., West M.S.* Shikimate accumulation in sunflower, wheat, and proso millet after glyphosate application // Weed Science, 2007. Vol. 55. P. 1-5.
8. *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1973. 320 с.
9. *R Development Core Team.* R: A language and environment for statistical computing. [Электронный ресурс]. - Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. (<http://www.R-project.org>).

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА СЫКТЫВКАРСКИХ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА «МАРС-500»

Ю.Г. СОЛОНИН, А.Л. МАРКОВ, Н.Н. ПОТОЛИЦЫНА, Е.Р. БОЙКО, А.А. ЧЕРНЫХ

Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
solonin@physiol.komisc.ru

Показано, что в группе сыктывкарских участников проекта «Марс-500» их физиологический статус во многом зависит от профессиональной принадлежности (напряженность трудового процесса и условия среды на рабочем месте) и условий проживания на Севере. В связи с особым характером труда у служащих МЧС сердечно-сосудистая система, её регуляторные механизмы и в целом организм находятся в более напряженном состоянии, чем у научных работников. В то же время мобильность в работе и больший контакт с внешней средой повышают адаптационные способности организма служащих МЧС к физическим, ортостатическим и холодовым нагрузкам. Отмечено, что у обследованных мужчин-северян преобладает парасимпатическое влияние на кровообращение, снижены показатели соматического здоровья и наблюдается гиповитаминоз по витамину А.

Ключевые слова: проект «Марс-500», физиологический статус, учёные, служащие МЧС, напряженность труда, влияние Севера, напряжение организма

Yu.G. SOLONIN, A.L. MARKOV, N.N. POTOLITSYNA, E.R. BOJKO, A.A. CHERNYKH. **PROFESSIONAL PECULIARITIES OF PHYSIOLOGICAL STATUS OF “MARS-500” PROJECT SYKTYVKAR PARTICIPANTS**

Physiological status of “Mars-500” Project Syktyvkar participants was found to depend on professional peculiarities especially work intensity and conditions of labour and life in the Russian European North. The cardiovascular system of the Ministry of Emergency Measures (MEM) professional workers and its regulatory mechanisms as well as the whole organism were shown to be in more strenuous condition than those of scientific workers. Simultaneously, work mobility and permanent contacts with environment raise adaptive abilities of MEM employees in relation to physical, orthostatic, and cold loading. Prevailed parasympathetic influence on blood circulation, lower somatic health indices, and A-hypovitaminosis were observed in examined men–Northerners.

Key words: “Mars-500 project”, physiological status, MEM professional workers, labour intensity, the North influences, the organism strain

Сателлитные исследования по наземному эксперименту «Марс-500», имитирующие полет на планету Марс, проводятся в ряде регионов мира [1-4]. Специалисты Института физиологии Коми НЦ УрО РАН приглашены к участию в этой работе. В качестве контроля для экипажа испытателей, находящихся в модуле «марсианского» корабля в Москве, в Сыктывкаре сформирована группа добровольцев-северян, включающая научных работников академических институтов Коми НЦ (от аспиранта до старшего научного сотрудника, в дальнейшем – учёные) и служащих МЧС (от инспектора до начальника отдела).

Из литературы известно, что профессиональная деятельность и условия среды сказываются не только на реакциях организма в процессе труда, но и накладывают свой отпечаток на функциональные показатели и на адаптационные способности организма [5,6].

Цель настоящего исследования – сравнить функциональные показатели организма сыктывкарских участников проекта «Марс-500», представляющих две профессии, различающиеся по напряженности труда и условиям среды в рабочей зоне.

Методика

Для многомесячного медико-физиологического мониторинга (обследования проводятся один раз в месяц в рабочее время) отобрано 26 лиц мужского пола в возрасте 24-49 лет. Это практически здоровые люди, прошедшие поликлиническое обследование и давшие письменное согласие на участие в мониторинге. Эксперимент одобрен локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН. В настоящем сообщении представлены данные наблюдения, проведенного в апреле (на Севере – переходный период года).

Работа выполняется под идейным руководством головной организации проекта «Марс-500» – ГНЦ РФ Института медико-биологических проблем РАН (Москва) – по единой методике [7,8], аналогичной таковой в основном эксперименте в гермокамере макета «марсианского» корабля (научный руководитель программы медико-экологических исследований – д.м.н., профессор Р.М.Баевский).

В работе используется аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007», созданный головным институтом совместно с фирмой «Медицинские компьютерные системы» (г. Зеленоград). Этот комплекс реализует методологию донозологического контроля за состоянием здоровья человека и позволяет оценивать состояние сердечно-сосудистой системы и ее регуляторных механизмов, психофизиологические показатели (показатели Миокард, Ритм, ПАРС, Стресс-индекс, время ПЗМР, время СЗМР, КЧСМ и другие).

Помимо этого при проведении обследования применяли методики, позволяющие определить и оценить состояние кардиореспираторной и терморегуляторной систем, уровень физического здоровья (УФЗ) по Апанасенко [9]. Изучали реакции организма на физические нагрузки (проба Мартине-Кушелевского и велоэргометрия). Испытуемые выполняли ортостатическую пробу. Определяли показатели гемодинамики: систолическое (СД) и диастолическое (ДД) артериальное давление и частоту сердечных сокращений (ЧСС) электронным прибором UA-767 (A&D Company Ltd., Япония). Проводили холодовую пробу путем прижатия к коже кисти между большим и безымянным пальцами стеклянного цилиндра со льдом на 30 с. Температуру тела на коже до и после охлаждения измеряли быстродействующим электронным термометром модели DT-635 (A&D Company Ltd., Япония).

У сыктывкарских испытуемых определяли показатели углеводного, липидного и витаминного обмена. Забор крови для биохимического анализа осуществляли утром натощак из вены при помощи одноразовых систем фирмы «Greiner bio-one» (Австрия). При анализе биохимических показателей в плазме крови применяли коммерческие наборы фирмы «Chronolab» (Швейцария). Измерения производили на спектрофотометре «Power Wave-200» (Bio-Tek Instruments, США) и флуориметре «Флуорат-АБЛФ» («Люмекс», Россия).

Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с помощью программ Microsoft Excel и Biostat (версия 4.03). Сравнение данных двух профессиональных групп осуществляли с использованием критерия Манна-Уитни. Различия считали статистически значимыми при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По данным аттестации рабочих мест по условиям труда в соответствии с Руководством [10] по степени напряженности трудового процесса и параметрам производственного микроклимата труд ученых относится к классу 2 (допустимые условия труда). Отличительной особенностью их труда является работа за компьютером больше половины рабочего времени. Труд связан с гиподинамией, интеллектуальным и зрительным напряжением.

У служащих МЧС напряженность трудового процесса следует отнести к классу 3 (вредные условия труда). Высокая напряженность с преобладанием нервно-эмоционального компонента у них обусловлена ожиданием нежелательных событий (в физиологии труда это состояние называется «напряжение ожидания»), работой в условиях дефицита времени, ответственностью за безопасность других лиц, высокой готовностью к действиям. Служащие МЧС по сравнению с учеными более мобильны в работе, чаще бывают на объектах и в командировках. Они дольше пребывают на улице и контактируют с внешней средой.

По данным анкетирования научные работники, по сравнению со служащими МЧС, в быту и на работе физически менее активны, но питаются умереннее и рациональнее (у трети служащих МЧС основной прием пищи приходится на вечер), среди них меньше курящих и принимающих алкоголь один-три раза в неделю. Пятая часть ученых периодически испытывает усталость и недомогание. Остальные ученые и все служащие МЧС считают себя практически здоровыми.

Основные результаты исследований представлены в табл.1. Следует отметить существенные (статистически значимые) межгрупповые различия в массе тела и индексе массы тела (ИМТ). У большинства служащих МЧС имеется избыточная масса тела или даже признаки ожирения. По силовым показателям (сила и силовой индекс – СИ) и по жизненной емкости легких (ЖЕЛ) сравниваемые группы близки между собой. «Жизненный индекс» (ЖИ) более высок у ученых. По значениям показателей СИ и ЖИ обе группы ниже среднеширотных нормативов. В то же время большинство испытуемых показывают высокие результаты при пробах Штанге и Генчи (задержка дыхания), что говорит о хорошей переносимости сыктывкарцами гипоксемии.

Служащие МЧС имеют наклонность к повышению ДД и ЧСС, что свидетельствует о более напряженном режиме функционирования сердечно-сосудистой системы. В результате у них значимо выше «двойное произведение» (ДП), что является признаком повышенной нагрузки на сердце. Значения вегетативного индекса Кердо (ВИК) показывают, что в обеих группах в покое превалирует парасимпатическое влияние на вегетатику, но у служащих МЧС влияние парасимпатикуса менее выражено. Значения кардиореспираторного индекса Скибинской (КРИС) говорят о нормальном состоянии кардиореспираторной системы в обеих группах. Уровни УФЗ у ученых значимо выше, однако в обеих группах соматическое здоровье ниже среднеширотного норматива, что вообще характерно для северян [11]. Если по максимальному потреблению кислорода (МПК) группы близки между собой и имеют «удовлетворительные» по нормативам оценки, то по МПК на единицу массы тела ученые превосходят служащих МЧС. Но в целом и те, и другие имеют пониженные удельные показатели по МПК, что коррелирует и с невысокими значениями УФЗ.

Сравниваемые группы различаются значимо по индексу функциональных изменений (ИФИ). У ученых уровень ИФИ говорит об «удовлетворительной адаптации», у служащих МЧС о «напряже-

Сравнение функциональных показателей у испытуемых разных профессий ($M \pm m$)

Показатели	Ученые	Служащие МЧС	Нормативы
Число обследованных	14	12	
Возраст, лет	31,5 ± 2,1	33,9 ± 1,7	
Рост, см	174 ± 2,0	173 ± 1,4	
Масса тела, кг	75,2 ± 3,0*	85,6 ± 3,0	
Индекс массы тела, кг/м ²	24,7 ± 0,89*	28,6 ± 0,77	20-25
Сила кисти, кг	45,4 ± 2,7	48,0 ± 1,0	
Силовой индекс, %	61 ± 2,8	57 ± 2,1	66 и более
ЖЕЛ, мл	4142 ± 193	4100 ± 178	
Жизненный индекс, мл/кг	55 ± 2,2*	48 ± 2,4	56 и более
Проба Штанге, с	70 ± 4,6	81 ± 7,6	50 и более
Проба Генчи, с	42 ± 3,6	41 ± 5,0	30 и более
Время ПЗМР, мс	202 ± 2	196 ± 6	до 200
Время СЗМР, мс	253 ± 8,3	242 ± 10,7	до 300
КЧСМ, Гц	48,7 ± 1,69	45,5 ± 1,23	45-50
Систолическое АД, мм рт.ст.	122 ± 2,8	123 ± 2,2	100-140
Диастолическое АД, мм рт.ст.	76 ± 1,6	81 ± 1,9	60-90
ЧСС, уд/мин	68 ± 2,9*	77 ± 2,8	55-75
Двойное произведение	82 ± 3,9*	95 ± 4,3	до 94
ВИК, %	-15 ± 5,6	-6 ± 4,6	
ИФИ	2,35 ± 0,06*	2,66 ± 0,07	до 2,59
Миокард, %	13,6 ± 1,0	12,7 ± 1,2	до 15
Ритм, %	15,9 ± 2,2*	26,6 ± 4,1	0-20
Индекс централизации	2,95 ± 0,40	4,40 ± 1,37	до 2,5
Стресс-индекс	102 ± 14	206 ± 50	80-150
ПАРС	2,83 ± 0,44*	4,72 ± 0,73	1-3
КРИС, баллы	44 ± 3,9	45 ± 6,4	31 и более
УФЗ, баллы	5,4 ± 1,16*	0,4 ± 0,81	7 и более
МПК, л/мин	3,37 ± 0,17	3,27 ± 0,12	3,1 и более
МПК, мл/мин.кг	43,2 ± 1,39*	38,2 ± 1,56	44 и более
Температура кисти, °С:			
исходная	32,8 ± 0,65	32,9 ± 0,47	
после охлаждения льдом	13,6 ± 0,45	13,1 ± 0,62	
7-я минута восстановления	31,8 ± 0,64	33,0 ± 0,60	
Глюкоза в крови, ммоль/л	4,38 ± 0,11*	4,75 ± 0,13	4,2-6,1
Общий холестерин, ммоль/л	4,13 ± 0,27	4,51 ± 0,12	до 5,2
Триглицериды, ммоль/л	0,68 ± 0,02*	0,77 ± 0,03	до 1,71
Аполипопротеин Е, мг/дл	2,78 ± 0,31	2,67 ± 0,17	2,7-4,5
ЛПВП, ммоль/л	1,66 ± 0,05	1,71 ± 0,07	1,42 и более
ЛПНП, ммоль/л	2,16 ± 0,26	2,44 ± 0,12	до 3,9
Индекс атерогенности	1,31 ± 0,17	1,46 ± 0,11	до 3,5
Витамин А, мкг/дл	22,43 ± 1,45*	29,61 ± 2,26	30-80
Витамин Е, мкг/мл	9,50 ± 0,35*	10,35 ± 0,17	8-15
Витамин С, мг%	0,91 ± 0,06	0,94 ± 0,04	0,7-1,2
Витамин В1, усл.ед.	1,13 ± 0,02	1,10 ± 0,02	до 1,15
Витамин В2, усл.ед.	1,15 ± 0,02	1,12 ± 0,02	до 1,20

Примечание. * звездочкой отмечены статистически значимые различия ($P < 0,05$).

нии механизмов адаптации». Об этом же свидетельствует и показатель «Ритм», который значимо выше у служащих МЧС и выходит за пределы нормы. О большем напряжении организма служащих МЧС говорят и показатели «Индекс централиза-

ции» (ИЦ) и «Стресс-индекс», хотя они различаются с данными учёных не существенно. Показатель активности регуляторных механизмов (ПАРС) значимо выше и указывает на наличие у ряда служащих МЧС «донологических состояний» [7,12]. Не-

сомненно, что параметры ИФИ, ПАРС, «Ритм» объективно подтверждают более напряженное состояние организма служащих МЧС даже вне работы. У них имеется тенденция и к укорочению времени простой (ПЗМР) и сложной (СЗМР) зрительно-моторных реакций, что к тому же говорит о преобладании возбудительных процессов в центральной нервной системе. По такому психофизиологическому показателю, как критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ), лабильность процессов в зрительном анализаторе и мозговых структурах у учёных выше, что, по видимому, отражает более высокую подвижность интеллектуальных функций и является особенностью творческого труда их.

У служащих МЧС быстрее, чем у научных работников восстанавливается температура на коже кисти после холодовой пробы. Это говорит о более совершенной сосудистой реакции у людей, лучше адаптированных к влиянию холодового фактора. Еще сильнее выражены различия по этим реакциям в холодный период года (декабрь). Исходная температура кисти была у служащих МЧС $30,1 \pm 0,42^\circ\text{C}$, у ученых $28,6 \pm 0,41^\circ\text{C}$, на 7-й минуте восстановления соответственно $29,1 \pm 0,50^\circ\text{C}$ и $27,0 \pm 0,37^\circ\text{C}$ (различия между группами статистически значимы, $P < 0,05$).

Представители разных профессий однотипно реагируют на кратковременную физическую нагрузку (возрастание ЧСС и СД) и на ортостатическую пробу (возрастание ЧСС и ДД). Но различия состоят в том, что служащие МЧС на физическую нагрузку больше реагируют повышением СД (преобладает прессорная реакция), а у ученых при физической нагрузке и ортопробе наблюдается больший прирост ЧСС (преобладает хронотропная реакция). Можно полагать, что адаптационные механизмы, регулирующие гемодинамику при функциональных пробах, у служащих МЧС совершеннее. По скорости восстановления показателей гемодинамики в сравниваемых группах различий не обнаружено.

Выявлены некоторые профессиональные особенности и по биохимическим показателям. У служащих МЧС статистически значимо выше содержание в крови глюкозы, триглицеридов, витаминов А и Е, имеется тенденция к повышению общего холестерина и снижению апоЕ, что характерно для северян [13]. Повышенные вес и ИМТ, особенности липидного и углеводного обмена, несомненно, говорят о повышенном фактическом питании и статусе питания служащих МЧС. Тем не менее, у части слу-

жащих МЧС обнаруживается недостаток витамина А в организме. Среди обследованных ученых у 100% выявлен маргинальный гиповитаминоз по витамину А, что может говорить, с одной стороны, о недостаточном потреблении этого микронутриента с пищей, с другой – о повышенном расходе ретинола при зрительном и интеллектуальном напряжении в работе.

Различия между профессиональными группами могут быть обусловлены не только разной напряженностью и условиями труда. На некоторые показатели возможно влияние антропометрических данных (в частности, массы тела). Для исключения влияния этого фактора из сравниваемых групп выбранны лица с одинаковым ИМТ (табл. 2) и эти подгруппы сопоставлены между собой. Межпрофессиональные различия здесь по всем параметрам статистически не значимы, но четко проявляется тенденция влияния характера профессии (напряженности труда и условий среды). Если показатели гемодинамики (ЧСС и ДП) и соматического здоровья (силовой и жизненный индексы, КРИС, УФЗ, МПК) в профессиях близки между собой или

Таблица 2

Сравнение функциональных показателей у испытуемых разных профессий с одинаковыми весо-ростовыми показателями (М)

Показатели	Ученые	Служащие МЧС
Число обследованных	6	6
Индекс массы тела, кг/м ²	27,0	26,9
Силовой индекс, %	56	60
Жизненный индекс, мл/кг	51	52
Время ПЗМР, мс	207	192
КЧСМ, Гц	48,1	46,0
ЧСС, уд/мин	67	73
ДП	83	86
ВИК, %	-14	-10
ИФИ	2,42	2,52
ИЦ	3,21	4,83
Стресс-индекс	86	176
ПАРС	3,33	4,33
УФЗ, баллы	2,8	2,0
КРИС, баллы	52	50
МПК, мл/мин.кг	41,3	39,6
Температура кисти, °С:		
исходная	32,7	32,9
7-я минута восстановления	31,9	32,7
Сдвиги при физической нагрузке, %:		
СД	+14	10
ЧСС	+28	25
Сдвиги при ортопробе, %:		
ДД	+12	+10
ЧСС	+29	+23
Глюкоза, ммоль/л	4,52	4,53
Общий холестерин, ммоль/л	4,39	4,44
Триглицериды, ммоль/л	0,71	0,72
Аполипопротеин Е, мг/дл	3,50	2,85
ЛПВП, ммоль/л	1,65	1,70
ЛПНП, ммоль/л	2,42	2,41
Витамин А, мкг/дл	22,0	26,7
Витамин Е, мкг/мл	9,7	10,1
Витамин С, мг%	0,85	0,96
Витамин В1, усл.ед.	1,09	1,08
Витамин В2, усл.ед.	1,17	1,14

имеющаяся разница между группами сглаживается, то различия по времени ПЗМР и ИЦ (при увеличении разницы), «Стресс-индексу» и ПАРС со всей очевидностью свидетельствуют о более высокой напряженности организма у служащих МЧС по сравнению с учеными. Среди подгрупп с одинаковыми весо-ростовыми параметрами у служащих МЧС сохраняется более совершенная сосудистая реакция при холодной пробе. При физической нагрузке у ученых преобладает прессорно-пульсовая реакция, а при ортопробе более выражена пульсовая реакция, что в обоих случаях говорит о сниженных адаптационных способностях кровообращения у ученых, деятельность которых в большей мере связана с гиподинамией и гипокинезией. По большому счету биохимических показателей (кроме апоЕ) подгруппы с одинаковым ИМТ сближаются между собой, что говорит о некоторой зависимости обменных процессов от массы тела.

Заключение

Различия в напряженности трудового процесса и условиях труда у научных работников и служащих МЧС отражаются на физиологическом статусе организма. Показатели соматического здоровья (индекс массы тела, уровень физического здоровья по Апанасенко, физическая работоспособность на единицу массы тела) благоприятнее у ученых. Сердечно-сосудистая система в покое и ее регуляторные механизмы у служащих МЧС находятся в более напряженном состоянии, чем у научных работников. Но адаптационные способности к физическим, ортостатическим и холодным нагрузкам выше у служащих МЧС, чему содействует подвижный характер работы и большой контакт с внешней средой. Сыктывкарская группа участников проекта «Марс-500» в целом отличается от жителей средней полосы наклоном к преобладанию парасимпатического влияния на кровообращение, сниженными показателями соматического здоровья и физической работоспособности, наличием гиповитаминоза по витамину А, что можно связать с влиянием проживания в дискомфортных природно-климатических и напряженных социально-экономических условиях Севера.

Литература

1. *Зенке Д.* Медико-экологические исследования по программе «Марс-500» в Германии // Материалы 5-й Международной научной конференции «Донозоология-2009». СПб., 2009. С. 212-213.

2. *Сафонова Т.Ю., Габинский Я.Л.* Результаты исследования контрольной группы эксперимента «Марс-500» на Среднем Урале. Там же. С.250-251.
3. *Трефни З., Филатова Е.* Медико-экологические исследования по программе «Марс-500» в Чехии // Там же. С.260.
4. *Солонин Ю.Г., Марков А.Л., Бойко Е.Р.* Динамика состояния здоровья жителей Сыктывкара – участников 105-суточного эксперимента по проекту «Марс-500» // Там же. С.251-253.
5. *Матюхин В.В., Юшкова О.И., Шардакова Э.Ф. и др.* Физиологическое обоснование норм напряжения организма при различных видах трудовой деятельности // Успехи и перспективы физиологии труда в третьем тысячелетии: Материалы 10-й Всероссийской конференции. М., 2001. С.16-20.
6. *Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Логинова Т.П., Кеткина О.А.* Функциональное состояние во время рабочей смены у работающих во вредных условиях труда на производстве целлюлозы // Медицина труда и промышленная экология, 2009. № 7. С.44-47.
7. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Введение в донозологическую диагностику. М.: Фирма «Слово», 2008. 220 с.
8. *Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей. Методическое руководство к программе медико-экологических исследований в эксперименте «Марс-500»/Р.М.Баевский, А.П.Берсенева, Е.Ю.Берсенов и др. М.: Фирма «Слово», 2009. 100 с.*
9. *Апанасенко Г.Л., Попова Л.А.* Медицинская валеология. Ростов н/Д.: Феникс, 2000. 248 с.
10. *Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда // Руководство Р 2.2.2006-05. М.: Роспотребнадзор, 2005. 144 с.*
11. *Солонин Ю.Г.* Широкие особенности физиологических функций у жителей Севера // Физиология человека, 1994. Т. 20. № 6. С.137-143.
12. *Григорьев А.И., Баевский Р.М.* Концепция здоровья и космическая медицина. М.: Фирма «Слово», 2007. 208 с.
13. *Бойко Е.Р.* Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.

УДК 550.083 (234.851)

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ КАРСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ СТРУКТУРЫ

В.В. УДОРАТИН, Н.В. КОНАНОВА, И.В. ПОПОВ

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
udoratin@geo.komisc.ru

Представлены результаты глубинных сейсмологических исследований и интерпретации гравиметрических данных Карской кольцевой структуры. Выявлены особенности ее глубинного строения и границы основных структурно-вещественных комплексов и подкомплексов земной коры и верхней мантии – сланцевого (граница F_0), гранито-гнейсового (граница F), диорито-гнейсового (граница K_1 , граница K_2) и гранулит-базитового (граница K_3). Выявленные особенности глубинного строения исследуемой территории Карской кольцевой структуры позволяют нам заключить, что ее происхождение связано с падением крупного метеорита, затронувшего осадочный чехол и консолидированную земную кору до глубин порядка 20–25 км.

Ключевые слова: глубинное строение, сейсмологические исследования, гравитационное зондирование, Карская кольцевая структура

V.V.UDORATIN, N.V.KONANOVA, I.V.POPOV. **DEEP STRUCTURE OF THE KARA RING STRUCTURE**

The results of deep seismological investigations and gravity field interpretation of Kara ring structure are presented. The features of its deep structure and deep boundaries of the Earth crust and upper mantle structural-material complexes and subcomplexes – shale (the boundary of F_0), granite-gneiss (the boundary of F), diorite-gneiss (boundaries K_1 , K_2) and granulite-basite (the boundary of K_3) are revealed. Revealed features of the deep structure of the Kara ring structure allow to conclude that its origin is connected with the fall of a large meteorite that affected the sedimentary cover and the consolidated Earth's crust to depths of about 25 km.

Key words: deep structure, seismological investigations, gravitational sensing, Kara ring structure

Введение

Карская кольцевая структура расположена в пределах Югорского п-ова. Большинство исследователей считают, что она возникла в результате импактного события, вызванного падением крупного астероида, однако существует мнение и о ее тектономагматической природе. Геофизические работы, проведенные ранее в регионе, рассматривали строение структуры до глубин 14 км. На соответствующих сейсмических разрезах эта кольцевая структура выражена в виде зоны полной потери корреляции волн в ее центральной части и резкого подъема отражающих горизонтов в пределах обрамления.

Нами на изучаемом объекте впервые выполнены глубинные геофизические исследования с помощью метода обменных волн от землетрясений. На этой основе проведена переинтерпретация гравиметрических данных и получены новые результаты, характеризующие структурные и тектонические особенности глубинных уровней Карской кольцевой структуры.

Краткий геотектонический очерк

Югорский п-ов находится на северо-востоке европейской части России и в тектоническом плане охватывает три структуры первого порядка: Кортаихинскую впадину, Пайхойское поднятие, Карскую впадину, представляя собой одновременно две надпорядковые структуры – северную часть Предуральского краевого прогиба и южную часть Пайхойско-Новоземельской складчатой области [1].

Пайхойское поднятие сложено разными формационными комплексами: докембрийского фундамента, шельфовым (карбонатным), батияльным (сланцевым) и орогенным. На северо-западе структуры выходят метаморфизованные эффузивно-осадочные образования позднего протерозоя. Палеозойские отложения В.И. Устрицкий [2] разделил еще в 1950-х гг. на два литолого-фациальных и структурно-формационных комплекса: преимущественно карбонатный на юго-западном склоне и сланцевый в центральной зоне и на северо-восточном склоне. Позднее В.С. Еномян [3] обосновал их

сопоставление с карбонатным (Елецким) и сланцевым (Лемвинским) комплексами западного склона Полярного Урала, которые первоначально были выделены К.Г. Войновским-Кригером [4]. В.С. Еномян присвоил им названия Печорской и Карской структурно-формационных зон Пай-Хоя, соответственно. Печорская структурно-формационная зона отвечает области перикратонного опускания платформы и сложена мелководными образованиями палеошельфа, а Карская – зоне глубокого погружения платформы и сложена относительно глубоководными отложениями континентального склона и подножия [5]. Ранее предполагалось, что отложения глубоководного комплекса формировались на месте и связаны постепенными переходами с толщами карбонатного комплекса. Однако исследования А.И. Елисеева [6] показали отсутствие постепенных переходов и то, что сланцевый комплекс повсеместно имеет тектонические контакты с карбонатными осадками.

Первые модели покровного строения Пайхойского поднятия представлены в работах Л.Н. Белякова, Б.Я. Дембовского, В.В. Юдина и их коллег [7-12]. В автохтоне они располагают фрагмент Южноновоземельско-Вайгачско-Пайхойского антиклинория, юго-восточная часть которого почти полностью перекрыта пластиной Карского сланцевого аллохтона.

Карская впадина занимает северо-восточную часть Югорского п-ова и осложнена в центральной части Карской депрессией, или астроблемой, которая делит Карскую впадину на две части – восточную и западную. В.С. Еномян [3] рассматривает Карскую впадину, восточный склон Пай-Хоя и Пайхойскую структурно-формационную зону как реликты единой в прошлом геосинклинальной зоны Урала; В.Н. Пучков [5] считает Карскую впадину гомологом Лемвинской зоны; Ф.И. Енцова [13] утверждает, что в ее восточной части развиты терригенные формации палеозоя, которые они трактуют как миогеосинклинальные, а в западной – орогенный комплекс перми, залегающий с разрывом на платформенных карбонатных отложениях нижнего и среднего карбона. В.В. Юдиным и его соавторами [14] Карская впадина рассматривается как крыло моновергентного шарьяж-антиклинория, которое подстилается батинальным комплексом палеозоя. **Карская депрессия** (астроблема) расположена в центральной части Карской впадины. Возраст этой структуры по уточненным данным Б.А. Малькова, В.Л. Андреичева отвечает концу палеоцена [15]. По вопросу о происхождении Карской депрессии единого мнения среди геологов до сих пор нет. Сначала ее трактовали как вулcano-тектоническую депрессию, в настоящее время большинство исследователей считают ее астроблемой.

Результаты исследований

Сейсмические исследования методом обменных волн землетрясений (МОВЗ) в районе Карской кольцевой структуры вдоль линии профиля, который имеет северо-восточное направление и протяженность около 30 км (рис. 1 [16]), были проведены сотрудниками Института геологии Коми НЦ УрО РАН во время полевого сезона 2007 г. [17].



Рис.1. Фрагмент тектонической карты Печорской плиты (по: [16]).

ПН1–ПН4 – пункты сейсмологических наблюдений, 150–159 – пункты гравиметрических наблюдений.

Глубинные сейсмические исследования, а также результаты гравитационного моделирования дали возможность осуществить структурные построения, характеризующие глубокие горизонты земной коры и верхней мантии (рис. 2, 3).

Сейсмическая модель. Верхняя мантия представлена в виде серии крупных породных комплексов мощностью 10–15 км. Выделенные нами обменные волны с временами запаздывания более 6 с позволяют уверенно проследить в верхней мантии фрагментарные границы обмена, которые указывают на изменение структурных особенностей среды. На всех пунктах наблюдения отмечаются площадки на глубинах 100,5–103 км, что позволяет нам объединить их в единую границу, отождествляемую с границей «N». На глубине 82–84 км также можно уверенно выделить границу обмена. Кроме этих границ в верхней мантии отмечаются отдельные площадки на глубинах 95–95,5; 72–72,7; 68,3–69,8; 64,5; 58–58,4 км. Неравномерное распределение площадок обмена в пространстве не позволяет их объединять в общие границы.

Работами МОВЗ в верхней мантии отмечается четко выраженный в волновом поле сейсмический горизонт, находящийся на 7–8 км глубже ее кровли, в рельефе повторяющий поверхность Мохо. Эта граница зачастую в волновом поле проявляется даже лучше, чем поверхность Мохоровичича. Она является одним из горизонтов в переходной зоне земная кора – верхняя мантия (**M1**). Граница **M1** погружается от Пай-Хоя в сторону Карского моря с 50,3 до 52,7 км. Средние скорости в верхней мантии в пределах изучаемой территории имеют значения 8,0–8,2.

Граница Мохо, в пределах профиля, залегают на глубинах 42,7–44,7 км, незначительно погружаясь на северо-восток от Пай-Хоя к Карской впадине. Внутренняя структура земной коры выше границы **M** неоднородна, она разделяется как отчетливыми, так и невыразительными сейсмическими границами, не имеющими повсеместного распространения. Так, восточный блок, относящийся к Карской впадине, характеризуется большим числом выразительных обменных площадок. В консолидированной части земной коры нами выделяются границы **K3**, **K2** и **K1**. Горизонт **K3** прослеживается на всех

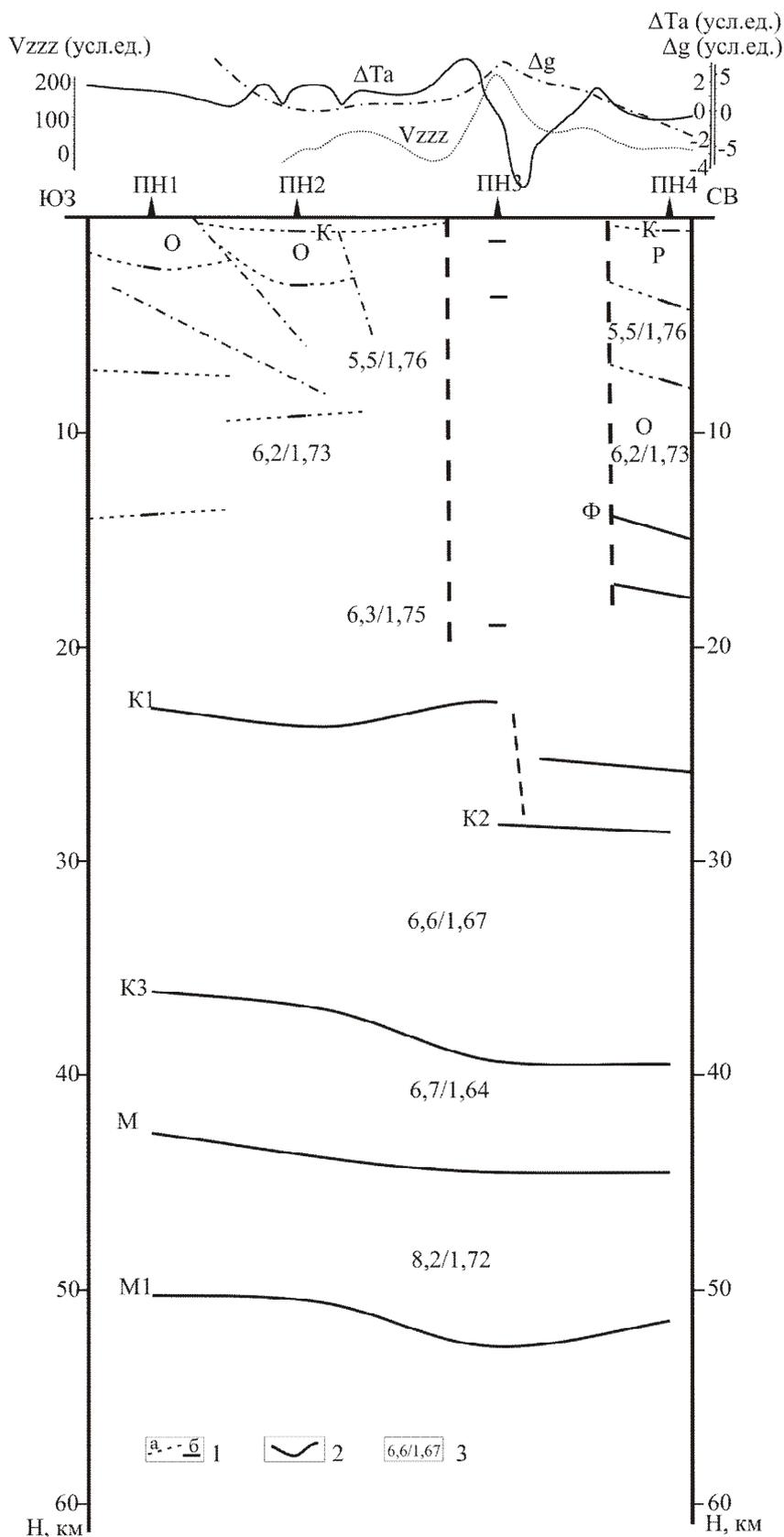


Рис. 2. Глубинный геолого-геофизический разрез через Карскую кольцевую структуру.

1 – границы в осадочном чехле: а – по данным Метода общей глубинной точки (МОГТ), б – по данным МОВЗ; 2 – границы в консолидированной коре по данным МОВЗ; 3 – средние скорости продольных и поперечных волн.

пунктах наблюдения и аналогично поверхности **М** погружается в сторону Карской впадины с 36 до 39 км, при этом мощность слоя сокращается.

Если нижняя часть консолидированной земной коры выдержана по простиранию, и границы прослеживаются уверенно и трассируются на всех пунктах наблюдения, то в ее верхней части горизонты выделяются фрагментарно, что говорит о различной степени вертикальной расслоенности. Границу в верхней части консолидированной коры **К1** можно проследить вдоль всего профиля исследования. В его северо-восточной части она испытывает резкое погружение, что дает нам основание для выделения в этом районе на глубинах 25–28 км разломной зоны, которая, вероятно, прослеживается выше по разрезу и в осадочном чехле.

При рассмотрении и привязке границ в осадочном чехле нами использовались данные ранее проведенных в этом районе сейсморазведочных работ МОГТ. Кольцевая структура четко отражается в волновых полях. При этом хорошо виден резкий подъем границ осадочного чехла Карской впадины в районе кольцевой структуры, и очень сложная картина характеризует зону сочленения Карской впадины и Пай-Хоя. Осадочный чехол в пределах Карской впадины в районе исследований, по данным сейсморазведочных работ, имеет мощность порядка 13–14 км. Нами на глубине 14,7 км также выделяется граница обмена, сопряженная с кровлей рифейско-вендского промежуточного комплекса. В разрезе осадочного чехла отмечается ряд границ, которые сложно трассировать и отождествить с каким-либо одним горизонтом. Надежно, с наибольшим числом повторов обменных волн выделяется некая граница на глубине 3,6–3,8 км. Если в пределах Карской впадины – это, скорее всего, подошва пермских отложений, то в Карской кольцевой структуре обменные площадки можно связать с интрузивными телами.

Гравитационная модель (рис. 3). Первая гравитационная граница с аномальной плотностью 100 кг/м^3 , ассоциируемая нами с поверхностью **сланцевого комплекса** рифейского фундамента

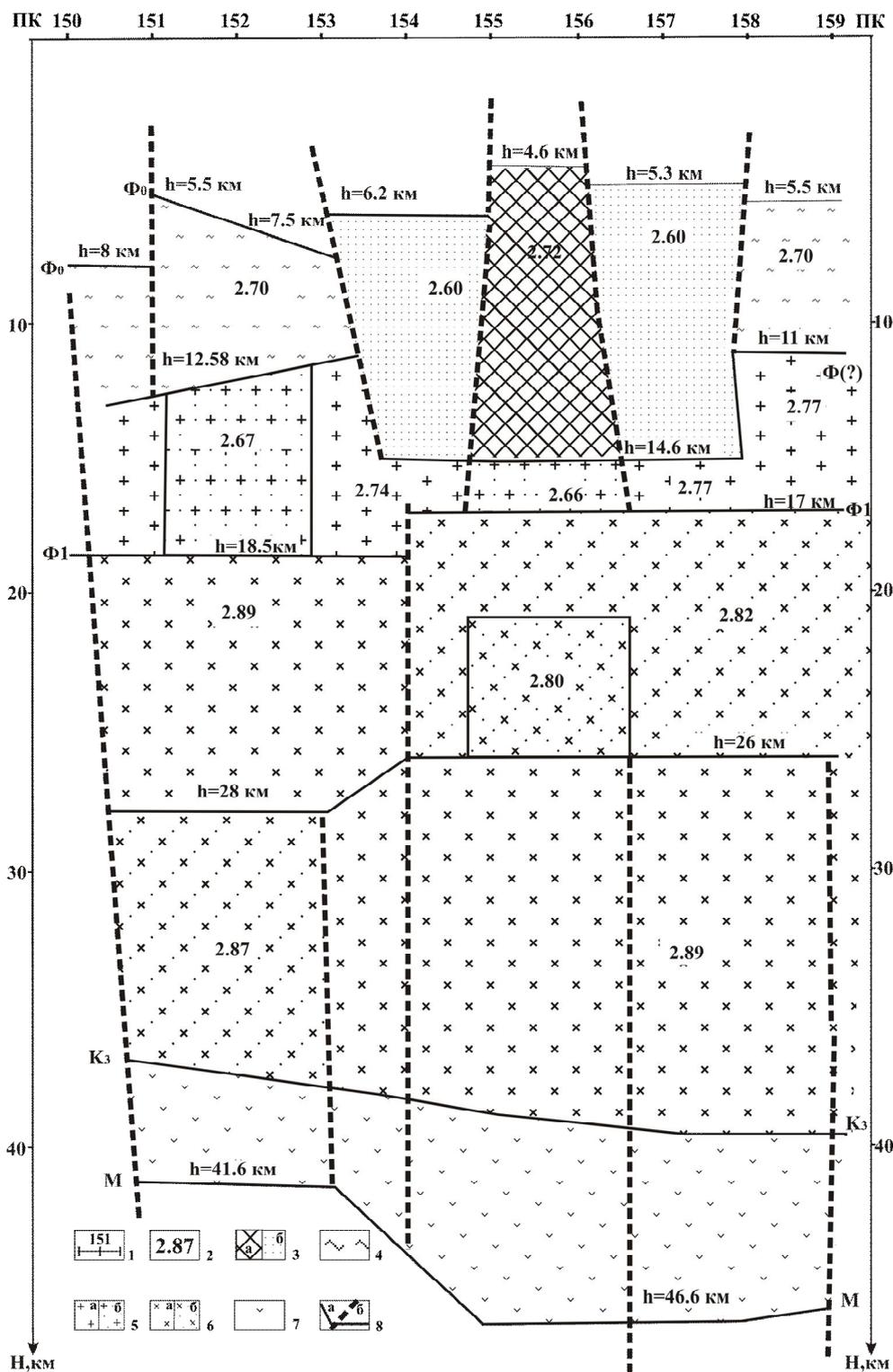


Рис. 3. Геоплотностная модель земной коры района Карской кольцевой структуры.

1 – линия профиля с пикетами (пк) гравиметрических (пк через 1 км) точек наблюдения; 2 – значения эффективной плотности; 3 – внутреннее строение Карской структуры: а – уплотненные, б – разуплотненные породы; 4 – верхнепротерозойский сланцевый комплекс; 5 – гранито-гнейсовый слой: а – уплотненные, б – разуплотненные породы; 6 – диорито-гнейсовый слой: а – уплотненные, б – разуплотненные породы; 7 – гранулит-базитовый слой; 8 – основные геоплотностные границы (а) и разломы (б).

(Φ_0), располагается в западной части гравиметрического профиля на глубине 5–8 км, а в северо-восточной его части по мере приближения к побе-

ческого фундамента в пределах Карской структуры оказалось весьма затруднено и потребовало специальных исследований, в результате которых на-

режью Карского моря она не прослеживается из-за достаточно резкого погружения до глубины 11–14 км, где плотностные параметры рифейских и архейско-раннепротерозойских пород становятся практически одинаковыми. Плотность сланцевых пород исследуемого региона достигает 2700 кг/м^3 , а в пределах Карской кольцевой структуры (астроблемы) варьирует от 2600 кг/м^3 в периферической части структуры до 2720 кг/м^3 в ее центральной части. Степень дифференциации по плотности пород низов осадочного чехла в районе Карской кольцевой структуры уменьшается, а плотность пород максимальна в ее центре. В северо-восточной части гравиметрического профиля поверхность рифейского фундамента (Φ_0) по гравиметрическим данным не прослеживается, а на глубине 5,5 км, вероятно, фиксируется поверхность сланцевого батинального комплекса Карской структурно-формационной зоны Пай-Хоя, обладающего более высокими плотностными характеристиками.

Вторая гравитационная граница с аномальной плотностью $\pm 130 \pm 30 \text{ кг/м}^3$, отождествляемая нами с поверхностью консолидированной коры (Φ), находится на глубине от 11 до 14 км. Прослеживание архейско-раннепротерозойского кристаллического фундамента

ми получены новые сведения о его глубинном строении. Эта поверхность по данным интерпретации гравиметрического поля имеет в пределах Карской кольцевой структуры вид изометрической депрессии (впадины), глубина которой составляет около 3,5 км. В сторону Карского моря и Байдарацкой губы степень дифференциации по плотности пород кристаллического фундамента увеличивается, также в этом направлении возрастает и плотность пород гранито-гнейсового слоя. Внутри *гранито-гнейсового* слоя никаких гравиактивных границ больше не обнаружено. Наибольшая толщина гранито-гнейсового подкомплекса (до 8 км) фиксируется в районе Пайхойского антиклинория, а ее резкое утонение до 2 км происходит в пределах исследуемой структуры. Наименьшие значения ($2660\text{--}2670 \text{ кг/м}^3$) плотности гранито-гнейсового слоя отмечены под эпицентральной частью Карской кольцевой структуры (астроблемы) и под Пай-Хоем, наибольшие – по мере приближения к Байдарацкому глубинному разлому. Расположение областей разуплотненных пород данного структурно-вещественного подкомплекса в разрезе совпадает с блоками отсутствия границ обмена на сейсмологическом профиле.

Следующая гравиактивная граница с аномальной плотностью $50\text{--}120 \text{ кг/м}^3$, отождествляемая нами с кровлей *диоритово-гнейсового* подкомплекса (подошвой гранито-гнейсового подкомплекса), наблюдается по гравиметрическим данным на глубине 17–18 км. Диорито-гнейсовый структурно-вещественный подкомплекс верхней коры не имеет перерывов сплошности своего распространения в пределах исследуемой территории, наоборот, по мощности слагающих его отложений он имеет сдвоенный разрез. Наиболее приближен к поверхности данный комплекс в пределах Карской впадины, наименее – Пай-Хойского антиклинория. Внутри диоритового слоя прослеживается еще одна гравиактивная граница инверсионного характера под Пай-Хойским шарьяж-антиклинорием и не инверсионного – под Карской впадиной. Влияние Карской астроблемы на особенности строения комплекса мы уже не наблюдаем. Глубина залегания кровли диорито-гнейсового слоя составляет 18,5 км под Пай-Хоем и 17 км – Карской впадиной. Минимальные (до 2820 кг/м^3) значения плотности пород данного комплекса фиксируются в районе Карской впадины.

Кровля *гранулитово-базитового* структурно-вещественного комплекса является наиболее «капризной» гравиактивной границей с точки зрения неоднозначности геологической интерпретации гравиметрического поля, поэтому ее характеристики следует принимать с определенной степенью условности. Кровля гнейсо-гранулитового слоя залегает на глубине 36,5 км по гравиметрическим данным в районе Пай-Хойского поднятия, а в районе Карского прогиба – на глубине 39,5 км.

Поверхность *Мохоровичича* по гравиметрическим данным залегает в пределах исследуемой территории на глубине 41,6–46,6 км. Максимальный (до 41,6 км) подъем данной поверхности наблюдается в пределах Пай-Хойского антиклинория, а наиболее погружена поверхность Мохо (до

46,6 км) в пределах Карской впадины. Имеется тенденция ее подъема в сторону Карского моря.

Заключение

Результаты интерпретации геофизических данных свидетельствуют о том, что в пределах сложно построенной Карской кольцевой структуры нам удалось обнаружить глубинные границы всех основных структурно-вещественных комплексов и подкомплексов земной коры и верхней мантии – сланцевого (граница Φ_0), гранито-гнейсового (граница Φ), диорито-гнейсового (граница K_1 , граница K_2) и гранулитово-базитового (граница K_3). Сопоставление сейсмического и плотностного разрезов показали хорошую сходимость результатов. Глубина залегания и рельеф поверхности Мохоровичича и вышележащего горизонта K_3 полностью совпадают по данным обоих методов. Наилучшим образом характер глубинного строения Карской кольцевой структуры выражен на глубине от 4,6 до 14,6 км. Влияние кольцевой структуры на глубинное геологическое строение исследуемой территории ограничивается интервалом глубин в 20–25 км.

Выявленные особенности глубинного строения территории Карской кольцевой структуры позволяют нам вслед за многими исследователями заключить, что вероятнее всего, ее происхождение связано с падением крупного астероида, затронувшего осадочный чехол и консолидированную земную кору до глубин порядка 25 км, поскольку никаких следов присутствия глубинных очагов частичного плавления горных пород и каналов поставки глубинного вещества в нижних этажах земной коры и в верхней мантии нами не обнаружено.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 09–Т–5–1022 Программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН №9.

Литература

1. *Структура платформенного чехла Европейского Севера СССР* / Под ред. В.А.Дедеева. Л.: Наука, 1982. 200 с.
2. *Устрицкий В.И.* О соотношении Урала, Пай-Хоя, Новой Земли и Таймыра // *Геотектоника*, 1985. №1. С. 51–61.
3. *Енокян В.С.* Палеозойские отложения и история геологического развития западного Пай-Хоя и острова Вайгач: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. М.: МГРИ, 1971. 26 с.
4. *Геология СССР*. Т. II. Ч. I. Геологическое строение. Архангельская, Вологодская области и Коми АССР / Гл. ред. А.В. Сидоренко. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 1079 с.
5. *Осадочные формации Пай-Хоя и перспективы их рудоносности* / А.И.Елисеев, Я.Э.Юдович, А.А. Беляев и др. Сыктывкар, 1984. 50 с. (Сер. препринтов сообщ. "Науч. рекоменд. – нар. хозяйству" / АН СССР. Коми фил.; вып. 48).
6. *Беляков Л.Н., Дембовский Б.Я.* Некоторые особенности тектоники севера Урала и Пай-Хоя // *Геотектоника*, 1984. №2. С. 51–57.
7. *Дембовский Б.Я.* Структурно-формационная зональность и покровы Полярного Урала и Пай-Хоя: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. М., 1985. 22 с.

9. Особенности дизъюнктивной тектоники севера Урала в свете новейших геолого-геофизических данных / Б.И.Тарбаев, Л.Н.Беляков, А.С. Воинов и др. // *Метаморфизм и тектоника западных зон Урала*. Свердловск, 1984. С. 126-134.
10. *Покровное строение Пай-Хоя* / Л.Н. Беляков, Б.Я. Дембовский, Н.В. Кишка и др. // *ДАН СССР*. 1985. Т. 282, №1. С. 151-154.
11. Юдин В.В. Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: "Наука", 1994. 283 с.
12. Юдин В.В., Дедеев В.А. Геодинамическая модель Печорской плиты. Сыктывкар, 1987. 12 с. (Серия препринтов "Науч. докл." / АН СССР. Коми фил; вып. 171).
13. Енцова Ф.И. Тектоническая природа Пай-Хоя и его взаимоотношение с Уралом // *Геотектоника*, 1981. №1. С. 58-69.
14. Термальный эпигенез палеозойских отложений Пай-Хоя / А.А. Беляев, А.А. Иевлев, В.В. Юдин и др. Сыктывкар, 1989. 24 с. (Сер. препринтов "Науч. докл." / Коми научный центр УрО АН СССР; вып. 224.).
15. Мальков Б.А., Андреичев В.Л. Алмазаносные тагамиты Карской астроблемы // *Вестник Института геологии Коми научного центра УрО РАН*, 2010. №3. С.5-11.
16. *Тектоническая карта Печорской плиты (Тимано-Печорской нефтегазонасной провинции)* / Гл. ред. В.И. Богацкий, В.А. Дедеев, редакционная коллегия: А.С. Головань, В.И. Громека, Н.И. Лисин, В.Б. Ростовщиков, А.К. Цехмейстрюк, В.В. Юдин, Б.А. Яралов. Сыктывкар, 1985.
17. *Физические поля Карской кольцевой структуры и ее окружения* / В.В.Удоратин, И.В.Попов, А.Ш.Магомедова, А.Ю.Лысюк, Н.П.Юшкин // Сыктывкар: Геопринт, 2007. 25 с. (Отчетная серия, №9 (58)).

МЕЖЗЕРНОВЫЕ ГРАНИЦЫ В ПРОЦЕССАХ ПОДГОТОВКИ И ОБОГАЩЕНИЯ ТРУДНООБОГАТИМОГО МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ: КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

С.А. КОНДРАТЬЕВ*, О.Б. КОТОВА**, В.И. РОСТОВЦЕВ*

*Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск

**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
kotova@komsc.ru

Приведены современные направления по переработке труднообогащаемого минерального сырья с использованием новых методов технологической минералогии. Установлены роль и особенности обработки руд различными немеханическими энергетическими воздействиями (плазменная переработка, наноструктурирование). Показано, что использование ускоренных электронов приводит к разупрочнению минерального сырья, изменению его флотационных свойств

Ключевые слова: поверхности и границы, обогащение, техногенное сырье, квантовые и механические представления

S.A. KONDRATYEV, O.B. KOTOVA, V.I. ROSTOVTSEV. SURFACES AND BOUNDARIES IN THE PROCESSES OF PREPARATION AND ENRICHMENT OF REBELLIOUS MINERAL AND TECHNOGENIC RAW: QUANTUM-MECHANICAL CONCEPTS

Modern directions of processing of rebellious mineral raw with new methods of technological mineralogy are presented. The role and features of raw processing by various non-mechanical energy influence (plasma processing, nanopatterning) are determined. It is shown that application of energized electrons results in decompression of mineral raw, change in its flotation characteristics.

Key words: surfaces and boundaries, enrichment, technogenic raw, quantum and mechanical concepts

В последнее время на горно-обогатительных предприятиях наметилась тенденция вовлечения в переработку труднообогащаемых руд, характеризующихся микростерностью, сложным минеральным составом, относительно низким содержанием ценных компонентов, близкими свойствами продуктивных минералов, а также высокозольных и сернистых углей [1, 2]. Для обогащения таких руд используется распространенный флотационный метод, который приобретает все большее значение из-за возрастающих требований к комплексности и полноте переработки минерального сырья. При этом возрастает роль не только подготовленности минерального сырья к обогащению [3, 4, 2, 5], но и оптимальность реагентного режима его флотации [6, 7].

Современные аналитические методы особенно наглядно показывают, что проблема переработки минерального сырья обусловлена не только его химическим и минеральным составом, но и характером сростаний рудных и нерудных минералов. Как известно, в настоящее время уровень потерь при обогащении колеблется от 20 до 50 % ценных минералов, что, очевидно, не может быть признано приемлемым. Для минимизации такого рода потерь используются два способа: 1) механи-

ческий – измельчение с достижением эффекта раскрытия тонких минеральных сростаний; 2) немеханический – энергетическое воздействие на руды, позволяющее преодолеть физическую упорность руд и достичь селективной дезинтеграции без излишнего переизмельчения.

Технологические исследования в обоих упомянутых выше направлениях теоретически базируются на достижениях фундаментальных научных дисциплин. Например, в Институте горного дела СО РАН выполнен анализ современных экспериментальных данных в области ядерной физики и геохимии для определения роли в процессах обогащения величин атомных и ионных радиусов химических элементов. В результате этого была открыта неизвестная ранее закономерность связи упомянутых радиусов через коэффициент $(\sqrt{2})^i$, в котором i – валентные орбитали, т. е. 0, ± 1 , ± 2 и т. д. Для каждого химического элемента атомный и ионный радиусы оказались связанными следующей зависимостью: $r_i = r_0 \cdot (\sqrt{2})^i$, где r_0 – радиус невозбужденных нейтральных атомов, Δr_i – величина «неопределенности» ионного радиуса r_i , равная

$\pm 0.65g$. Установлено также, что масштабный фактор зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок отражает эффект «самовоспроизводства» по гомотетии энергетической структуры атомов, входящих в минералы [8-10]. Следовательно, приведенный выше масштабный фактор имеет квантово-механическую природу. Анализ показывает, что выявленная между атомными и ионными радиусами химических элементов сопряженность коррелируется с технологией рудоподготовки и обогащения, открывая перспективу разработки приемов прогнозирования и управления эффективностью обогащения.

Рудоподготовка, раскрытие сростков, энергия связи. Основным средством повышения комплексности переработки руд и степени извлечения из них ценных компонентов является выбор наиболее эффективного способа рудоподготовки. При этом важно увеличить открытую поверхность рудных минералов путем максимально возможного их раскрытия. Для более точной характеристики продукта измельчения руды необходимо учитывать его гранулометрический состав, крупность мономинеральных частиц и минеральных сростков, характер срастаний, состояние поверхности свободных зерен и сростков и т. п. [11]. Важно подчеркнуть, что с рассматриваемой точки зрения разные способы воздействия на руды приводят к различным результатам из-за нетождественного поведения структуры руд и свойств отдельных минералов [12-14].

Особенно большое влияние на степень раскрытия оказывает геометрия границ в минеральных сростках. По данным [15] среди сростков можно выделить несколько основных типов (рис. 1). В случае сложных срастаний напряженное состояние минеральных зерен, возникающее при измельчении, может быть крайне неоднородным, в результате чего каждое отдельное зерно будет подвергаться

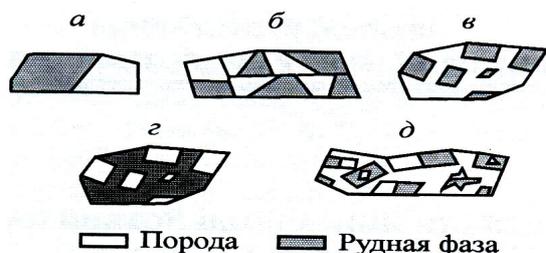


Рис. 1. Основные типы сростков: *a* – простой, рудный и нерудный минералы имеют одну простую незамкнутую поверхность срастания; *b* – комбинированный, агрегат из нескольких простых сростков двух или более минералов; *c* – рудный, зерно нерудного минерала, имеющее несколько замкнутых и незамкнутых поверхностей срастания с рудной фазой; *г* – нерудный, зерно рудной фазы, имеющее несколько замкнутых и незамкнутых поверхностей срастания с нерудной фазой; *д* – сложный, минералы имеют извилистую поверхность срастания.

ся различным деформациям. В таких случаях оценить степень раскрытия сростков можно лишь статистически как результат взаимодействия рудной фазы с прочностью σ_p и нерудной фазы с прочно-

стью σ_n на их границе с прочностью σ_c . Исходя из этого прогнозируются следующие комбинации прочностных характеристик раскрываемых сростков:

$$\sigma_c < (\sigma_n, \sigma_p); \quad (1)$$

$$\sigma_n < \sigma_c < \sigma_p; \quad (2)$$

$$\sigma_n < \sigma_p < \sigma_c; \quad (3)$$

$$\sigma_p < \sigma_n < \sigma_c; \quad (4)$$

$$\sigma_p < \sigma_c < \sigma_n; \quad (5)$$

$$\sigma_c \approx \sigma_p \approx \sigma_n. \quad (6)$$

Очевидно, что в случаях (3) и (4) при измельчении будет образовываться максимальное количество сростков, в случаях (2) и (3) будет происходить опережающее раскрытие нерудной фазы, а в случаях (4) и (5), напротив, рудной. В случае (6) раскрытие определится характером разрушающих напряжений и структурными свойствами минералов. Таким образом, наиболее благоприятным для раскрытия является случай (1).

Ввиду многообразия минералов и типов их срастаний в полиметаллических рудах в практике обогащения могут реализовываться все перечисленные варианты. Следовательно, для выбора оптимального способа и режима разрушения руды, а также прогнозирования степени вскрытия минералов необходимо хотя бы приближенно уметь оценивать прочностные характеристики интерстиций минералов, исходя из структурных и физико-химических свойств последних. Сложность расчета энергии связи между кристаллами заключается в многообразии минералов, их кристаллических структур, свойств межзерновых контактов, наличии на границах зерен дефектов и примесей.

Природа сил межзернового сцепления. Для твердых тел характерно многообразие типов внутрикристаллической химической связи – ионного, ковалентного, металлического, координационного, водородного, ван-дер-ваальсового. Зачастую эти типы сочетаются в одном минерале. Нет никаких причин сомневаться в том, что и на контактах минеральных зерен действуют те же типы химической связи. Кроме того, дополнительный вклад в когезию кристаллов могут вносить поляризация ионов, силы зеркального отражения зарядов, силы притяжения двойного электрического слоя.

Учет всего многообразия таких сил при определении энергии сцепления минеральных зерен представляет весьма сложную задачу. Однако ее можно упростить, если, согласно теореме Гельмана-Фейнмана, свести взаимодействие между атомами к электростатическому взаимодействию ядра атома с электронным облаком и другими ядрами. При таком подходе сила когезии, характеризующая интегральную прочность связи минеральных зерен, будет определяться элементарным составом и кристаллической структурой контактирующих минералов. Среди функций потенциальной энергии химической связи наиболее важными являются следующие [15]:

$$\text{обобщенная функция Ми } U = -\frac{a}{R^m} + \frac{b}{R^p} \quad (p > m), \quad (7)$$

обобщенный потенциал Морзе

$$U = -a \cdot \exp\left(-\frac{R}{\rho}\right) + b \cdot \exp\left(-\frac{R}{\sigma}\right), \quad (\rho > \sigma). \quad (8)$$

Возможны и комбинации этих основных функций,

$$\text{например, } U = -\frac{a}{R^m} + b \cdot \exp\left(-\frac{R}{\sigma}\right). \quad (9)$$

В приведенных уравнениях: U – энергия кристаллической решетки; a, b, ρ, σ, m, p – постоянные для элементарной ячейки кристалла; R – расстояние между центрами двух сферических ионов, т. е. их ядрами. Если в (7) $m = 1, p = 5-12$, то получается уравнение Борна–Ланде

$$U = -\frac{Az^2}{R} + \frac{b}{R^n}; U = -\frac{Az^2}{R} + B \cdot e^{R/\rho}, \quad (10)$$

При $m = 6, a = p = 12$ приходим к уравнению Леннарда–Джонса. Если в уравнении (9) положить $m = 1$, то будем иметь уравнение Борна–Майера

$$U_{B-M} = -\frac{Az^2}{R_0} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{R_0}\right). \quad (11)$$

Условия $m < p$ или $\rho > \sigma$ означают, что второй член в этих уравнениях, выражающий потенциал отталкивания, изменяется с расстоянием быстрее, чем первый, описывающий притяжение.

Итак, один из наиболее существенных наших выводов состоит в том, что в минералах есть возможность непрерывных переходов между всеми предельными случаями ионной, ковалентной, металлической и остаточной (ван-дер-ваальсовой) связей. Существуют наглядные способы схематического изображения таких переходов. Например, они могут быть показаны в виде тетраэдра, в вершинах которого помещены простые типы химической связи (рис. 2). Ребра на такой схеме будут отражать двойные комбинации, а грани и внутренний

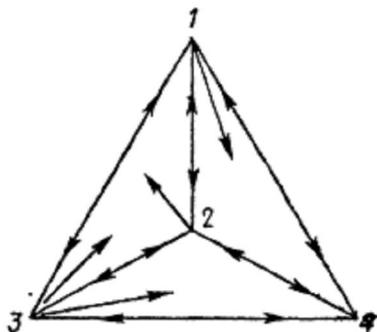


Рис. 2. Тетраэдрическая диаграмма сопряжения крайних типов химической связи – ионной (1), ковалентной (2), металлической (3), остаточной (4). Стрелками показаны наиболее характерные направления переходов.

объем соответствовать тройным и четвертным комбинациям, о которых еще будет упоминаться в дальнейшем. На рис. 3 показана схема вариации

A	B	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	Металлы						Ионные кристаллы	
II								
III								
IV								
V								
VI	Ионные кристаллы							
VII							Молекулярные кристаллы	

Рис. 3. Положение отдельных типов химической связи в бинарных соединениях, в которых А и В – любые элементы. I–VII группы в Периодической системе.

типов химической связи в бинарных соединениях АВ, в которых А и В – любые элементы Периодической системы.

Имея дело с более сложными соединениями, чем бинарные, приходится особенно часто сталкиваться с комбинацией отдельных типов связи в одном и том же минерале. Например, во фторапофиллите $KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8H_2O$ восемь молекул воды координируют ион K^+ , взаимодействуя с ним по типу ион-диполь, а высокоионные связи смешанного типа присутствуют в ближайшем окружении ионов Ca^{2+} , которые составляют $2H_2O, 4O^{2-}$ и F^- [15]. Слоистый агрегат кремнекислородных тетраэдров, состоящий из четырехчленных колец $[Si_4O_{10}]^{4-}$, характеризуется ковалентными SiO-связями. Кроме того, между тетраэдрами и молекулами воды в катионном окружении действуют сильные водородные связи.

В соответствии с [16] при рудоподготовке необходимо учитывать существование двух типов границ между зернами, а именно гомофазных, разделяющих зерна одного и того же минерала, и гетерофазных, находящихся между зернами разных минералов. Прочность сцепления зерен на гомофазных границах в основном определяется степенью ориентации контактирующих кристаллов (углом Θ) и наличием примесей в интерстициях. На гетерофазных границах прочность сцепления зависит в первую очередь от электрических свойств контактирующих минералов.

Контакт зерен в сростках приводит к перераспределению электронов и их переносу через границу с возникновением разности электрических потенциалов, электрических полей и образованием валентных связей. Взаимодействия на межфазных границах определяются электропроводностью минералов, их диэлектрической проницаемостью и средством к электрону, работой выхода электронов, типом проводимости, концентрацией носителей зарядов, шириной запрещенной зоны. При переходе к наноразмерным частицам необходимо учитывать и другие физические и химические особенности границ, включая проявление квантовых эффектов. В случае образования на поверхностях минералов неавтономных фаз – новообразований нанометрового размера, являющихся результатом кластерного упорядочения поверхностных слоев минералов, они могут рассматриваться как концентраторы некогерентных элементов, например, благородных металлов в сульфидных рудах [17].

Мы считаем, что вследствие малого размера таких фаз (2–3 нм) важную роль при их образовании играют квантовые эффекты. Волновые функции, описывающие электронные состояния в рас-

считываемых фазах, имеют ограничение по одному, двум или трем пространственным направлениям, в зависимости от их геометрической формы. В частности, если волновая функция имеет ограничение по всем трем направлениям, то та-

кую фазу можно рассматривать как квантовую точку [18]. В случае полупроводниковой природы фаз электроны зоны проводимости рассредотачиваются в пределах фазы, поскольку их волновые функции ограничены потенциальным полем. Такое поведение электронов тоже обусловлено квантовым размерным эффектом, т. е. изменением распределения плотности электронных состояний. На границе валентной зоны и зоны проводимости распределение электронной плотности имеет дискретный характер (рис. 4).

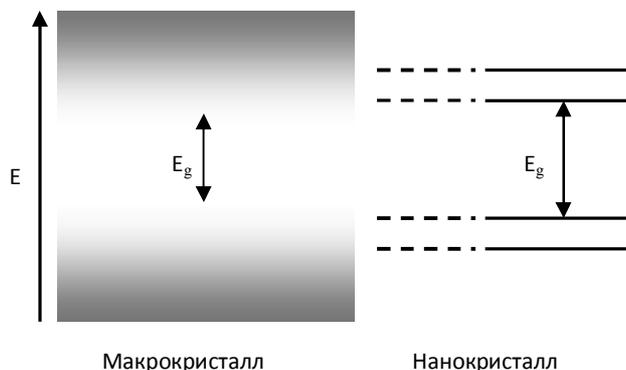


Рис. 4. Схема сопоставления распределений энергетических уровней в полупроводниковом нанокристалле и макрокристалле (Madden, Hochella, 2005).

В таблице приведена классификация границ срастания минералов по типам структурных и электрических контактов и прочностным характеристикам.

Классификация и характеристика межзерновых границ в горных породах и рудах

Структурная характеристика	Тип симметрии, параметр решетки (а), характеристика границы	Прочность связи на границе в зависимости от типа контакта				
		М/М	П/П	Д/Д	П/М	П/Д
ГЕТЕРОФАЗНАЯ ГРАНИЦА						
Эпитаксиальная	Взаимно-ориентированная	Прочная				Слабая
Регулярная	Одинаковый ($a_A = a_B$)	Прочная			Прочная или ослабленная	«
Нерегулярная	Одинаковый ($a_A = a_B$) или различный	Прочная		Прочная или ослабленная		«
Диффузионная	Термодинамически неравновесная	Прочная		Прочная или ослабленная		Слабая и очень слабая
Аморфно-кристаллическая	Полунепорядоченная	Прочная	Ослабленная	Ослабленная или слабая		
Аморфная	Неупорядоченная	Прочная	Ослабленная или слабая			«
Метамиктная	Радиационно-неупорядоченная	Слабая				Очень слабая
Сегрегационная	С примесями	Слабая с высокой хрупкостью				«
ГОМОФАЗНАЯ ГРАНИЦА						
Малоугловая (когерентная)	Граница между блоками в индивидах	Прочная		Не существуют		
Среднеугловая (частично когерентная)	Малодефектная граница между субиндивидами	Прочная или ослабленная				
Большеугловая (некогерентная)	Нарушенная	Ослабленная или слабая				
Сегрегационная	С примесями	Слабая				

Примечание. М – металл, П – полупроводник, Д – диэлектрик. Характеристика связи: прочная – близка к прочности кристаллов; ослабленная – несколько ниже прочности кристаллов; слабая – существенно ниже прочности кристаллов; очень слабая – практически отсутствует; a_A и a_B – параметры элементарных ячеек минералов А и В.

кам, предложенная в работе [19]. Деление гомофазных границ на мало-, средне- и большеугловые отражает вариации реальных свойств минеральных агрегатов, обусловленные разницей в степени нарушения периодичности кристаллической решетки. При этом считается, что прочность срастания зерен уступает их объемной прочности, а количество дефектов на границе зерен увеличивается с ростом угла разориентации. Поэтому большеугловые границы должны снижать прочность агрегатов и раскрываться при разрушении последних в первую очередь. Кроме того, из-за сильной разориентации зерен на их поверхности образуются микротрещины, сегрегация которых еще больше снижает прочность минеральных срастков. Определенный вклад в измельчаемость и раскрытие минералов могут вносить частично когерентные и когерентные границы между субиндивидами в двойниках и блоками внутри минеральных индивидов. Выделение сегрегационной границы в самостоятельный тип обусловлено значительным влиянием примесей на свойства срастаний. Сегрегационной следует считать границу, на которой примеси не образуют самостоятельной кристаллической фазы. При этом прослойка таких примесей в интерстициях может быть как непрерывной, так и дискретной.

Породообразующие (нерудные) минералы чаще всего являются диэлектриками (Д), а рудные минералы – полупроводниками (П), редко металлами (М). Поэтому на гетерофазной границе нерудный/рудный минералы наиболее распространенным является контакт Д/П. Контакты П/П, М/П и М/М характерны для границ между рудными минерала-

ми, а контакты Д/Д – между нерудными. В случае гетерофазных границ перенос через нее заряда приводит к возникновению в приповерхностных слоях минеральных зерен областей пространственного заряда (ОПЗ) и значительных электрических полей (до 10^7 В·см), а также к изменению энергетического состояния электронов, искривлению энергетических зон, накоплению на поверхностях зерен электрического заряда, который участвует в образовании межзерновых связей.

Всем межфазным границам отвечает гетеропереход, при котором скачок электростатического потенциала обуславливается разностью электрохимических потенциалов электронов, т. е. уровней Ферми, и разностью электроотрицательностей смежных атомов в минералах. В зависимости от разности электроотрицательностей $\Delta\chi$ атомов в контактирующих минералах между ними могут возникнуть ионная ($\Delta\chi = 2.5-3.2$), ковалентная полярная ($\Delta\chi = 1-2.5$) или ковалентная слабополярная химические связи ($\Delta\chi < 1$). Для гетерофазных границ прочность таких связей определяется величинами диэлектрической проницаемости, так как энергия электростатического поля заряженных частиц, а, следовательно, и энергия связи между ними обратно пропорциональны эффективной диэлектрической проницаемости веществ. Это приводит к тому, что в большинстве случаев контакта между минералами-диэлектриками и минералами-проводниками связь на их границе возникает слабая. В случае контактов Д/Д, П/П, М/М, а также Д/П наиболее сильная связь выявляется при низких значениях диэлектрической проницаемости контактирующих минералов ($\epsilon < 20$). Если один из контактирующих минералов имеет значение $\epsilon > 30$, то связь между минералами ослабляется. Низкая прочность связей на контакте с минералом, имеющим высокое значение ϵ , приводит к тому, что такие минералы, обладая высокой физико-химической стойкостью, образуют россыпи.

Особо следует рассматривать случай границ между минеральными зёрнами и жидкой и газовой фазами. Обычно на таких границах не только происходит адсорбция на поверхность минеральных индивидов молекул их жидкости или газа, но и нарушается вследствие сорбции адсорбционно-десорбционное равновесие с возникновением некомпенсированного заряда Q_s . В результате таких процессов на поверхностях минеральных частиц можно получить следующие ситуации: $Q_s > 0$, $Q_s < 0$, $Q_s = 0$. Молекулы-акцепторы (кислород, диоксид углерода) взаимодействуют с электронными центрами в минералах, способствуя образованию различных адсорбционных форм. Согласно термодесорбционным спектрам, полученным при нагревании рутила, касситерита и бадделеита, адсорбированные молекулы O_2 и CO_2 имеют $E_a = 150$ кДж/моль. При нагревании кварца и цинкита до 637 К на поверхности их зерен при десорбции акцепторных газов возникает отрицательный заряд $Q_s < 0$. Если в системе есть условия для возникновения заряда Q_s , а размер минеральных частиц не достигает 0.3 мкм, то этот заряд следует учитывать при определении общего заряда частицы как поверхностную составляющую. Необходимость учета

поверхностной составляющей существует и для других физических параметров частиц [20].

Для труднообогатимых руд при сложной форме межзерновых границ и высокой энергии связи атомов на границах механические способы разрушения не обеспечивают эффективного вскрытия минералов. В таких случаях улучшить раскрытие можно обрабатывая руды в различных физических полях – температурном, электромагнитном, радиационном.

При термической обработке термонапряжения, обусловленные разностью коэффициентов теплового расширения минералов и температурными градиентами, начинают превышать прочность связи между минеральными зёрнами при температурах 900–1200 К. Эффективность температурного воздействия можно повысить при избирательном нагреве рудных минералов в условиях высокочастотного электромагнитного поля. В этом случае быстрый нагрев рудных минералов приводит к возникновению термонапряжений, превышающих прочность минеральных сростаний, уже при температуре 470–520 К. Развивающаяся при этом по границам зерен интенсивная микротрещиноватость способствует вскрытию минералов при измельчении. С помощью высокочастотного электромагнитного поля можно изменять и флотационные свойства минералов, избирательно воздействуя только на поверхность минеральных зерен благодаря малой глубине проникновения электромагнитного поля в электропроводные рудные минералы.

Большой интерес представляют методы, использующие плазменное состояние вещества. Так называемые импульсные технологии «Pulsed Power» уже активно используются в горнопромышленной практике. В Институте геологии Коми НЦ УрО РАН также разрабатываются плазменные методы переработки минерального сырья. В частности, установлена возможность наноструктурной трансформации природных углеводородов, обусловленной дезинтеграцией атомных структур природных углеводородов с последующим быстрым рекомбинированием в наночастицы. Например, при воздействии лазерного излучения на нефть (Ярега, Республика Коми) наблюдалось изменение электронной плотности на поверхности алмазной подложки. Выявленные механизмы трансформации углеводородного сырья – основа для решения многих технологических задач, включая извлечение алмазов, покрытых нефтяной пленкой, которую можно не удалять, как это делают в настоящее время, а использовать для наращивания граней алмаза.

Как продолжение исследований предпринято изучение движения плазмы в электромагнитных полях. При взаимодействии слабых электромагнитных полей с плазмой влияние магнитного поля по сравнению с электрическим незначительно и им можно пренебречь. В условиях сильных статических магнитных полей их воздействие на плазменные образования возрастает. Наличие постоянных магнитных полей относительно высокой интенсивности не только значительно изменяет свойства плазмы, но и позволяет управлять процессами обогащения. Опыт показывает, что в зависимости от технологической задачи можно применять либо только магнитное поле, либо скрещенные электри-

ческое и магнитное поля, либо последовательно расположенные электрическое и магнитное поля разной конфигурации. Во всех этих случаях упомянутые поля играют роль линз и призм, регулирующих траектории движения ионов.

Есть все основания считать, что охарактеризованные задачи повышения эффективности рудоподготовки и собственно обогащения, могут быть в значительной мере решены с использованием энергетических воздействий на перерабатываемое минеральное сырье в целях изменения его свойств в нужном направлении. При этом важно учитывать влияние на технологические качества сырья энергии химических связей атомов в минералах и закона сопряженности атомно-ионных радиусов химических элементов.

Работа выполнена в рамках проекта 09-С-5-1010 совместных программ с СО РАН.

Литература

1. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. М.: Изд-во МГУ, 1987. 275 с.
2. Остапенко П. Е., Смольяков А.Р. Характер связи между минералами и выявление способов ее разрушения // Новые процессы в комбинированных схемах обогащения полезных ископаемых. М.: Наука, 1989. С. 183-190.
3. Чантурия В.А. Перспективы устойчивого развития горноперерабатывающей индустрии России // Прогрессивные технологии комплексной переработки минерального сырья / Под ред. В.А. Чантурия. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2008. С. 5-22.
4. Чантурия В.А. Современные проблемы обогащения минерального сырья в России // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 1999. № 3. С. 6-16.
5. Малюк О.П. и др. Особенности раскрытия минералов железных руд при измельчении и пути его интенсификации // Сб. "25 лет ВМГИ". Варна, 1978. С. 298-305.
6. Кондратьев С.А. Физически сорбируемые реагенты-собиратели в пенной флотации и их активность. Ч. I // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2008. № 6. С. 46-58.
7. Кондратьев С.А. Физически сорбируемые реагенты-собиратели в пенной флотации и их активность. Ч. II // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2009. № 2. С. 85-96.
8. Курленя М.В., Опарин В.Н. О масштабном факторе явления зональной дезинтеграции горных пород и канонических рядах атомно-ионных радиусов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 1996. № 2. С. 35-40.
9. Открытие № 400: Явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок // Е.И. Шемякин, М.В. Курленя, В.Н. Опарин, В.Н. Рева, Ф.П. Глушихин, М.А. Розенбаум // Бюллетень изобретений, 1992. № 1. С. 4-8.
10. Шемякин Е.И., Фисенко Г.Л., М.В. Курленя, В.Н. Опарин и др. Эффект зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок // ДАН СССР, 1986. Т. 289, № 5. С. 28-34.
11. Бочкарев Г.Р., Ростовцев В.И. Энергетические воздействия и их роль при интенсификации процессов рудоподготовки и обогащения труднообогащаемого минерального сырья сложного состава // Труды конференции с участием иностранных ученых «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды». Т.1. «Геотехнологии». Новосибирск, 2007. С. 503-510.
12. Чантурия В.А., Бунин И.Ж. Нетрадиционные высокоэнергетические методы дезинтеграции и вскрытия тонкодисперсных минеральных комплексов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2007. № 3. С. 107-128.
13. Бочкарев Г.Р., Пушкарева Г.И., Ростовцев В.И. Интенсификация процессов рудоподготовки и сорбционного извлечения металлов из техногенного сырья // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2007. № 3. С. 53-61.
14. Кармазин В. И., Денисенко А. И., Серго Е. Е. Беспаровое измельчение руд. М.: Недра, 1968. 184 с.
15. Ревнищев В.И. и др. Селективное раскрытие минералов // Докл. XII Международного конгресса по обогащению полезных ископаемых. Сан-Паулу, 1977. С. 503-504.
16. Денев С.И., Стоицова Р.В. Изменения в структуре минералов при механических воздействиях // XIII Международный конгресс по обогащению полезных ископаемых. Варшава, 1979. С. 427-448.
17. Неавтономная фаза на поверхности гидротермального пирита и ее геохимическое значение / В.Л.Таусон, Д.Н.Бабкин, С.В.Липко, Р.Г.Кравцова, В.И.Гребенщикова, Э.Е.Лустенберг // Доклады академии наук, 2008. Т. 423, № 6. С. 801-806.
18. Madden A.S., Hochella M.F. A test of geochemical reactivity as a function of mineral size: Manganese oxidation promoted by hematite nanoparticles // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2005. Vol. 69. No. 2. P.389-398.
19. Денев С.И. и др. Характер раскрытия минералов при разных способах измельчения // IX Международный конгресс по обогащению полезных ископаемых. Прага, 1970. С. 627- 648.
20. Котова О.Б. Поверхностные процессы в тонкодисперсных минеральных системах. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 196 с.

ПРИНЦИПЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛОТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО И ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО РЕГИОНОВ

Е.Н. МОТРИЮК, О.М. ВЕЛЬТИСТОВА

*Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта
kmotryuk@yandex.ru*

С целью повышения достоверности результатов построения плотностных моделей геологических сред разработана и на территории Печорско-Баренцево-морского региона апробирована методика объемного структурно-плотностного моделирования геологической среды, с заданной степенью точности удовлетворяющая наблюдаемому гравитационному полю. В ходе работ было сформулировано начальное приближение и выполнено гравитационное моделирование по серии профилей. Полученная глубинная модель Баренцево-морского бассейна представлена тремя основными границами раздела: граница Моховича, граница Конрада и граница фундамента. Проведенные исследования позволяют сделать выводы о поведении коровых границ раздела и установить особенности строения земной коры в области перехода от пассивной окраины континента к океанической впадине.

Ключевые слова: Печорско-Баренцево-морский бассейн, методика объемного структурно-плотностного моделирования, гравитационное поле, геоплотностные модели, плотностные границы, плотностные характеристики

E.N. MOTRYUK, O.M. VELTISTOVA. PRINCIPLES AND RECONSTRUCTION RESULTS FOR THE BARENTS SEA AND TIMAN-PECHORA AREAS DENSITY MODELS

For the purpose of increase the reliability of results of construction of density models of geological media the method of volumetrical structural-density modeling of the geological medium, with the set degree of accuracy satisfying the observed gravitational field is developed and approved in territory of the Pechora-Barents Sea region. During works the initial approach has been formulated and gravitational modeling by series of profiles executed. The obtained depth model of Barents Sea basin is presented by three basic boundaries: Mohorovichich boundary, Conrad boundary and footing boundary. The conducted researches allow to draw a conclusion on the conduct of the Earth's crust boundary of the division and to establish peculiarities of structure of Earth's crust in the area of crossing from passive margin of continent to the ocean's trench.

Key words: Pechora-Barents Sea basin, method of volumetrical structural - density modeling, gravitational field, geodensity models, density boundary, density adjectives

Основной целью исследований, результаты которых представлены в этой статье, является создание современной модели глубинного строения Баренцево-морского и Тимано-Печорского регионов на основе комплексного изучения геолого-геофизических данных. Реконструкции существующих структурно-плотностных моделей, проведенные на основе последней информации и применения новых компьютерных технологий, позволяют получить уточненные сведения о строении территории и определить значение главенствующих факторов, влияющих на формирование залежей углеводородов. Основу всех исследований составляет гравитационное моделирование.

Территория, подлежащая изучению, представляет собой гетерогенный Печорско-Баренцево-морский нефтегазоносный бассейн, который расположен в пределах обширной области погружения между Канино-Тиманской грядой, северо-восточным

склоном Балтийского щита, Уральской и Пайхойско-Новоземельской складчато-надвиговыми областями.

Территория изучена геофизическими методами крайне неравномерно. Недостаточность исследований северной части Тимано-Печорской плиты и шельфа морского бассейна неблагоприятно влияет на выбор приоритетных направлений поиска месторождений полезных ископаемых и, прежде всего, нефти и газа. Особое значение здесь приобретает интерпретация потенциальных полей, в частности гравиразведки, в районах, где геологические работы затруднены и в результате носят фрагментарный характер.

Основной целью проводимых работ является реконструкция геоплотностных моделей. Решение обратных задач гравиразведки в классе распределения плотностей и структурных по имеющимся глубинным моделям показало наличие больших неувязок в значениях наблюдаемого и рассчитанно-

го гравитационного поля. Несогласованность построенных геоплотностных моделей с наблюдаемым полем силы тяжести свидетельствует о необходимости пересмотра моделей. При проведении работ в условиях недостатка информации использовалась методика построения структурно-плотностной модели сложнопостроенных и слабоизученных сред, с заданной степенью точности, удовлетворяющей наблюдаемому гравитационному полю [1]. Методика реализуется современными компьютерными технологиями, такими как автоматизированная система профилейной комплексной интерпретации грависейсмических данных GCIS [2], редактор геолого-геофизических моделей GeoVIP [3], предназначенный для анализа и интерпретации результатов геофизических исследований, построения моделей среды и корректировки геолого-геофизических моделей на основе алгоритмов интерполяции и решения обратных задач геофизики. Методика рекомендуется для выявления плотностных неоднородностей и поднятий в пределах границы, контролирующей формирование залежей углеводородов в межпрофильном пространстве при редкой сети наблюдений.

Ниже перечислены основные принципы, положенные на основу методики моделирования.

1) Начальная структурно-плотностная модель строится на основе анализа комплекса геолого-геофизических данных, включающих в себя априорную информацию о физических параметрах среды, рельефе основных плотностных границ, геодинамики изучаемого региона.

2) Важнейшим условием при реконструкциях полученных моделей служит принцип изостазии. Согласно этому принципу проводилось формирование нулевого приближения – начальных моделей.

3) Упрощение громоздких вычислительных схем решения обратной трехмерной задачи гравиметрии за счет использования более простых, но приближенных методов профилейного моделирования. Возникающие при этом эффекты трехмерности учитываются в схемах плоского моделирования введением поправок в используемые алгоритмы на каждой итерации.

4) Необходимая степень точности ε задается в процессе решения обратных задач гравиразведки. Итерационный процесс решения обратной задачи считается завершенным, если невязка между наблюдаемым и рассчитанным гравитационными полями не превышает величины ε , в случае региональных работ $\varepsilon = 4 \text{ мГал}$.

5) Формирование параметров критерия получения оптимального решения. Он включает в себя информацию о достоверности построения нулевого приближения; ограничения на диапазон возможных значений глубины залегания границ (плотности) в различных областях.

6) Совместное решение структурной и плотностной задач гравиразведки позволяет построить глубинную модель среды, наилучшим образом удовлетворяющую наблюдаемому гравитационному полю.

При построении геомodelей Печорско-Баренцевоморского региона (рис.1) использовались карты, отображающие региональные структурные планы мелкого масштаба: тектоническая карта 1:2500000 с объясни-

тельной запиской В.И. Богацкого [4]; материалы В.Е.Хаина, С.П., И.В. Запорожцевой, Л.П. Шилова, Э.В. Шипилова, Н.И.Тимонина и др. Для реконструкции использовались карты аномального гравитационного поля масштаба 1:1000000, при этом проводилась коррекция пространственного наблюдаемого поля по материалам исследований геофизических полей В.В.Васильева, В.Н. Глазнева.

Проведенные ранее исследования включали в себя построение моделей с учетом геолого-геофизической информации о границах раздела осадочного чехла. Результаты показали, что основной эффект создают аномальные объекты фундамента и более глубоких горизонтов. Таким образом, возникает необходимость уточнения структурно-плотностных характеристик рассматриваемой территории не только в пределах осадочного чехла, но и до глубины залегания границы Мохоровичича.

По литературным данным [4, 5] глубинная модель Баренцевоморского бассейна характеризуется тремя основными границами раздела: границей Мохоровичича; границей Конрада, связываемой с поверхностью базальтового слоя и границей фундамента, соответствующей поверхности гранито-метаморфического слоя. Минимальные глубины залегания поверхности фундамента соответствуют центральной, юго-западной частям шельфа, а максимальные – основанию глубокого океанического бассейна. Введение в рассмотрение границы Конрада связано с тем, что она является разделом верхней хрупко-жесткой и нижней, более подвижной и деформированной, псевдопластичной части коры. В Южно-Баренцевской впадине граница Конрада прослеживается непосредственно под осадочным чехлом, отсутствует гранитометаморфический слой. Для областей Тимано-Печорской провинции характерно наличие трех вышеперечисленных слоев различной мощности.

Анализ гравитационного поля исследуемой территории показывает распространение в юго-западной части карты линейных аномалий положительного и отрицательного знаков северо-западного простирания, которые отображают рельеф поверхности фундамента. Отдельные аномалии соответствуют плотностным неоднородностям в земной коре. В восточном направлении напряженность гравитационного поля снижается.

Исследуемая территория расположена в сложной зоне перехода коры континентальной к океанической, поэтому интерпретация полученных результатов требует различных подходов и использования теорий и гипотез изостатической компенсации масс земной коры. За основу была взята теория Пратта, для отдельных областей наиболее приемлема гипотеза Эри.

Выполненная количественная интерпретация серии разрезов по профилям, проходящим вкост простирания гравитационных аномалий (рис. 1, 2), позволила рассчитать глубины залегания поверхностей фундамента, Конрада, Мохоровичича (рис. 3, 4, 5).

Анализ проведенных расчетов показывает, что при гравитационном моделировании на большие глубины до 45-50 км при региональных исследованиях основной гравитирующий эффект будет

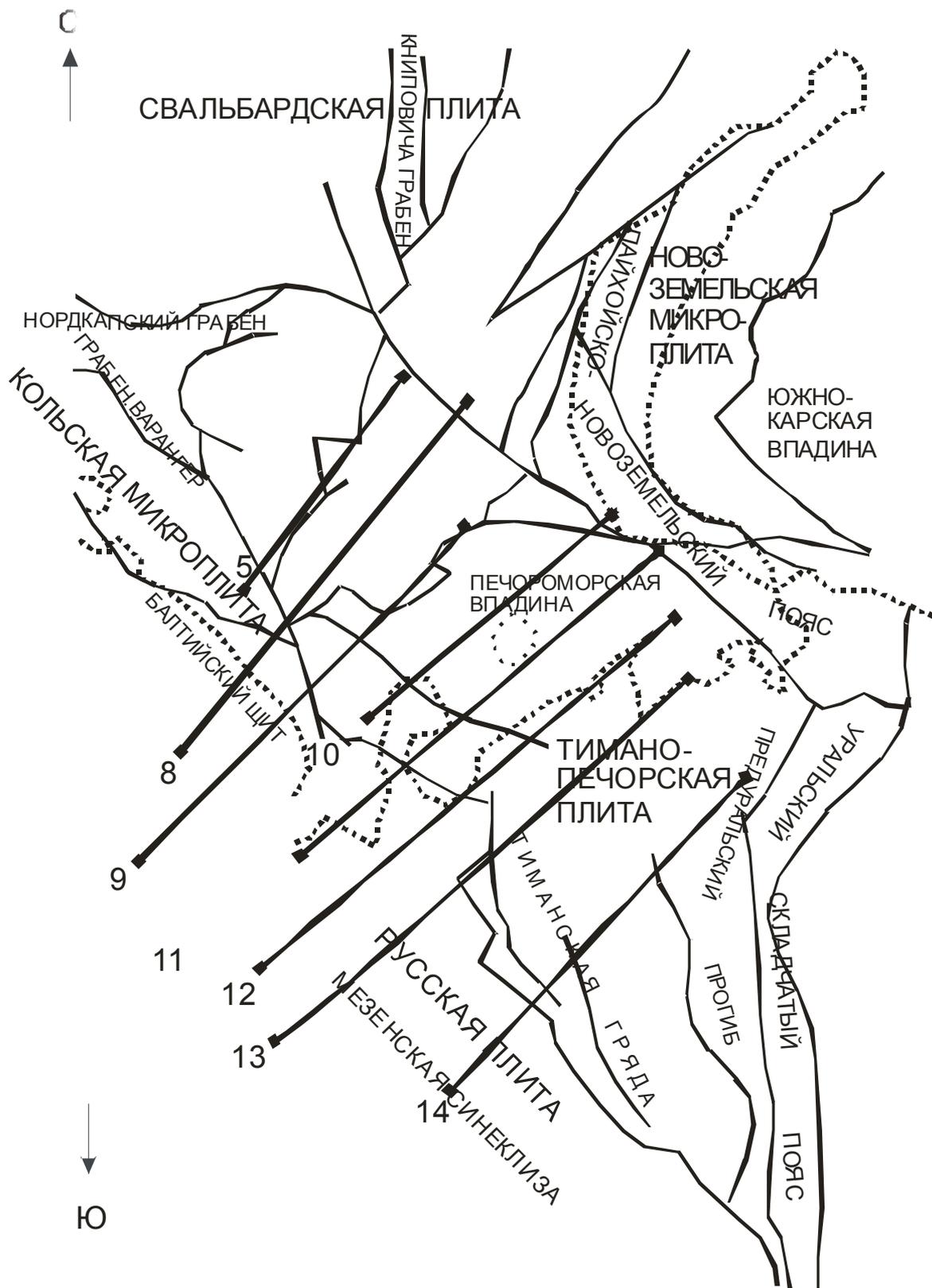


Рис.1. Схема тектонического строения литосферы исследуемого региона с расчетными профилями [4].

создаваться рельефом поверхности Конрада, Мохоровичича и плотностными неоднородностями внутри этих слоев.

На схеме рельефа поверхности фундамента (рис. 3) можно выделить несколько областей: северную, центральную, юго-западную и южную. Северная отличается погружением кровли фундамен-

та, ей соответствует в тектоническом отношении южная часть Свальбардской плиты и часть Восточно-Баренцевоморского трога с субокеанической корой. Отметки фундамента здесь составляют 7-17км. Для центральной характерна смена простирания изолиний поверхности рельефа. Значения кровли фундамента здесь изменяются от 0 до 3 км и

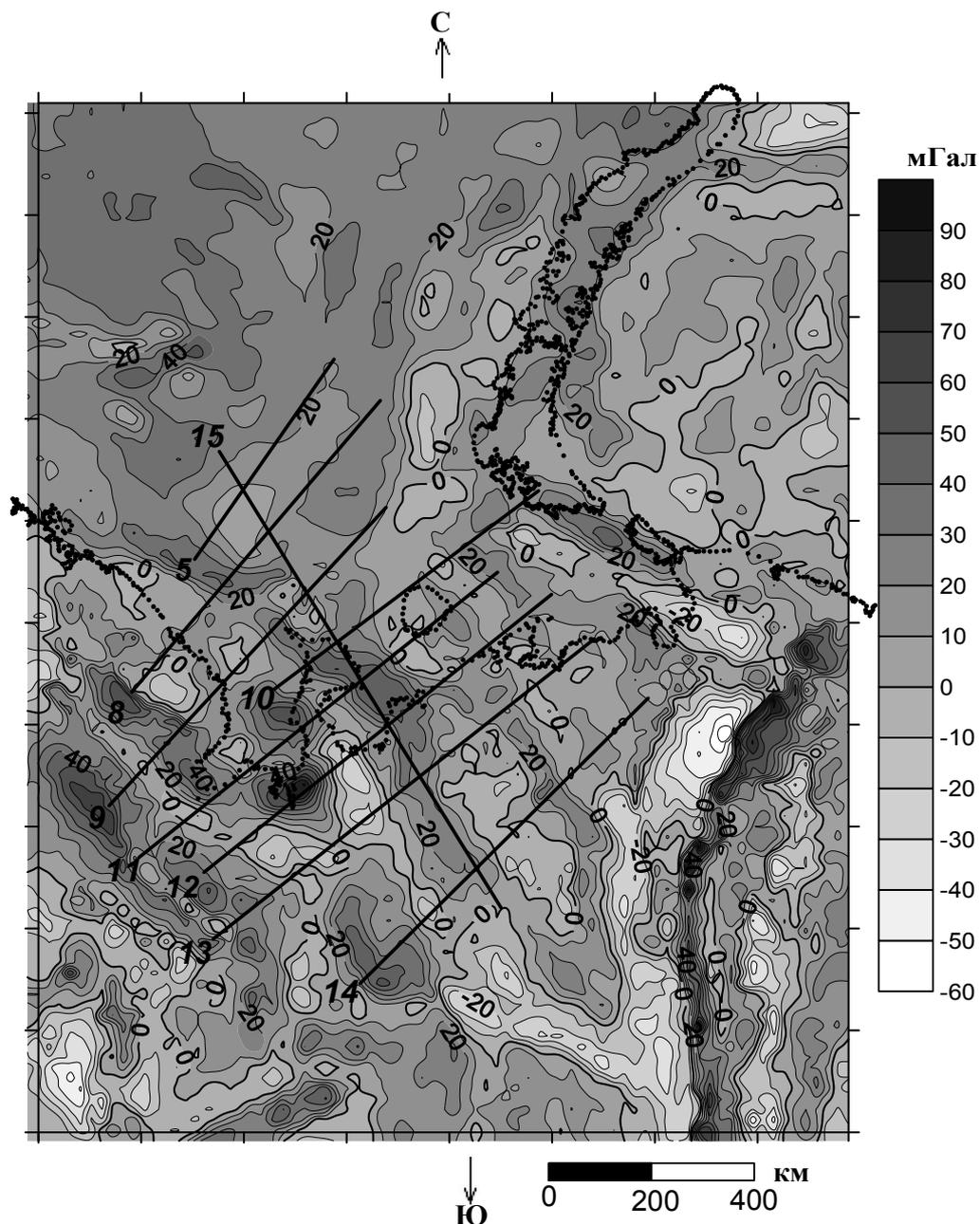


Рис. 2. Расчетные профили, рельеф и изолинии наблюдаемого гравитационного поля.

соответствуют восточной области Балтийского щита и шельфу морского бассейна. Южная область изучаемой территории относится к северу Тимано-Печорской и северо-востоку Русской плит с отметками залегания поверхности фундамента от 2 до 4 км. Отмечается зона пониженных значений до 7 км, соответствующая Лешуконскому трогу. В восточном направлении от Тимано-Печорской плиты к Большеземельскому своду наблюдается увеличение интенсивности гравитационного поля и соответственно понижение кровли фундамента до 6 км.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Отмечается несоответствие поведения изолиний на схемах рельефа поверхностей фундамента и Мохоровичича. Следовательно, рельеф дневной поверхности и фундамента исследуемой территории

компенсируется не столько обратной по знаку ундуляцией поверхности Мохоровичича, сколько плотностными неоднородностями консолидированной коры.

2. Поверхность раздела внутри консолидированной коры граница Конрада в целом повторяет основные формы нижележащей границы Мохоровичича, однако имеет некоторые особенности в строении рельефа. Отмечается погружение в юго-восточной и северо-западной частях изучаемого участка. К северу наблюдается поднятие границы, что связано с постепенным уменьшением толщины и выклиниванием гранитометаморфического слоя.

3. В пределах Баренцевоморского трога прослежена зона выклинивания гранито-метаморфического слоя.

4. На периферии Балтийского щита Русской плиты отмечена область выклинивания осадочного чехла.

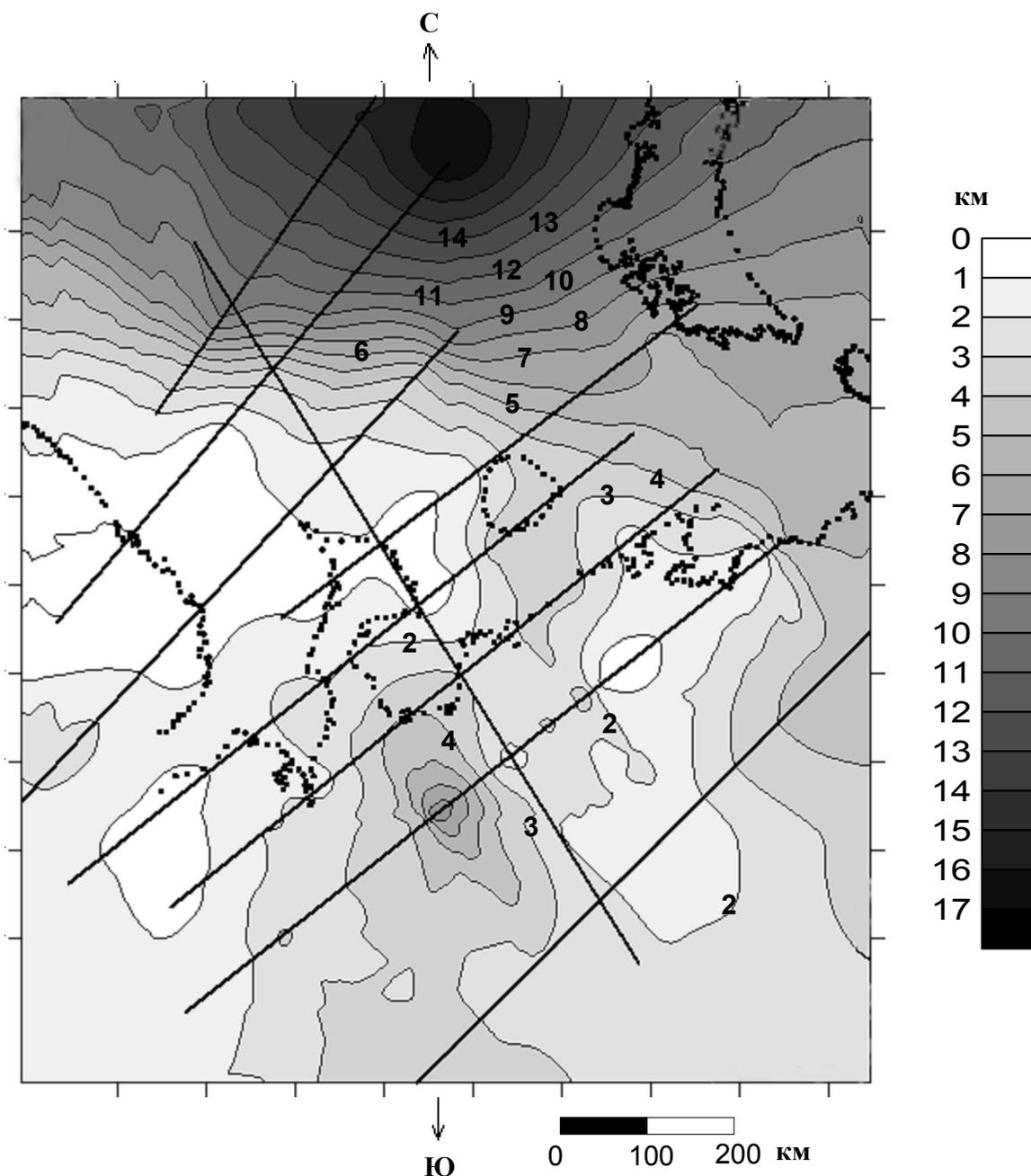


Рис. 3. Схема рельефа поверхности границы фундамента.

5. В пределах северной части Тимано-Печорской плиты (Печорскоморская впадина) мощность консолидированной коры увеличивается и изменяется в пределах 36-38 км. Исследуемая территория характеризуется трехслойным разрезом земной коры (плитный тип).

6. Региональный максимум амплитудой до 90 миллигал, наблюдаемый в пределах Мезенской синеклизы, обусловлен плотностной аномалией (плотность пород до $3,4 \text{ г/см}^3$) и поднятием границы Мохоровичича. Возможно, он связан с проникновением мантийных магматических масс в зону их базификации, что типично для бортовых частей грабенов.

7. Преобразования коры в процессе формирования седиментационных бассейнов континентальной окраины характеризуются не только её

утонением, но и блоковым строением слоев верхней консолидированной коры.

8. Для бассейна Баренцева моря свойственны крупные блоки горных пород с выделенными границами и плавным компенсационным поднятием кровли мантии.

Результаты количественной интерпретации гравитационных аномалий подтверждают субокеаническое происхождение земной коры, залегающей в основании Баренцевоморского бассейна, для которой характерны: сокращенная мощность и высокие значения плотности пород. Региональные высокоамплитудные аномалии, обнаруженные в наблюдаемом гравитационном поле, отображают выступы фундамента и блоков консолидированной коры.

Построенные схемы рельефа поверхностей фундамента, Конрада, Мохоровичича и средних зна-

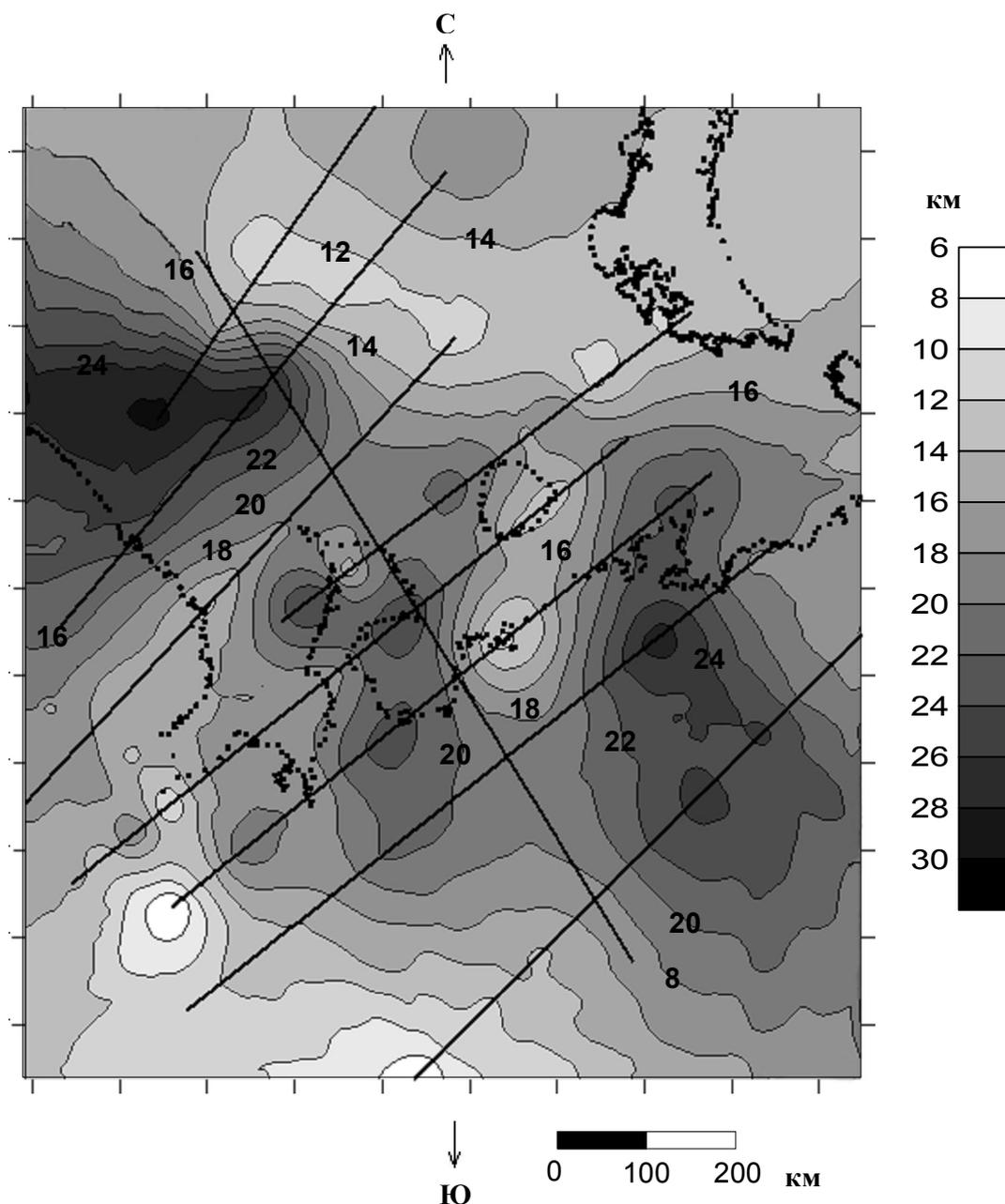


Рис. 4. Схема рельефа поверхности границы Конрада.

чений плотности выделенных слоев отображают общие черты глубинного строения и распределения плотностных характеристик исследуемого региона и требуют дальнейшего уточнения с привлечением результатов магнитометрии и термометрии. Развитие современных методик и технологий, их использование на примерах Тимано-Печорского и Баренцевоморского седиментационных бассейнов будут способствовать дальнейшему изучению геологического строения территории и выбора приоритетных путей исследования.

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой Программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. и аналитической ведомственной целевой Программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)»

Литература

1. Аминов Л.З., Кобрунов А.И., Моисеев С.В. и др. Методика интегрированной интерпретации гравиметрических данных в условиях слабой изученности с целью построения объемных региональных плотностных моделей седиментационных бассейнов // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: материалы XIV Геологического съезда Республики Коми. Т. IV. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 79-81.
2. Кобрунов А.И., Петровский А.П., Даниленко А.Н., и др. Методика и технологии эволюционного комплексного анализа геолого-геофизической информации // Актуальные научно-технические проблемы развития геолого-геофизических промысловых и поисково-разведочных работ в Республике Коми. Книга 3. Ухта, 2003. С. 109-175.

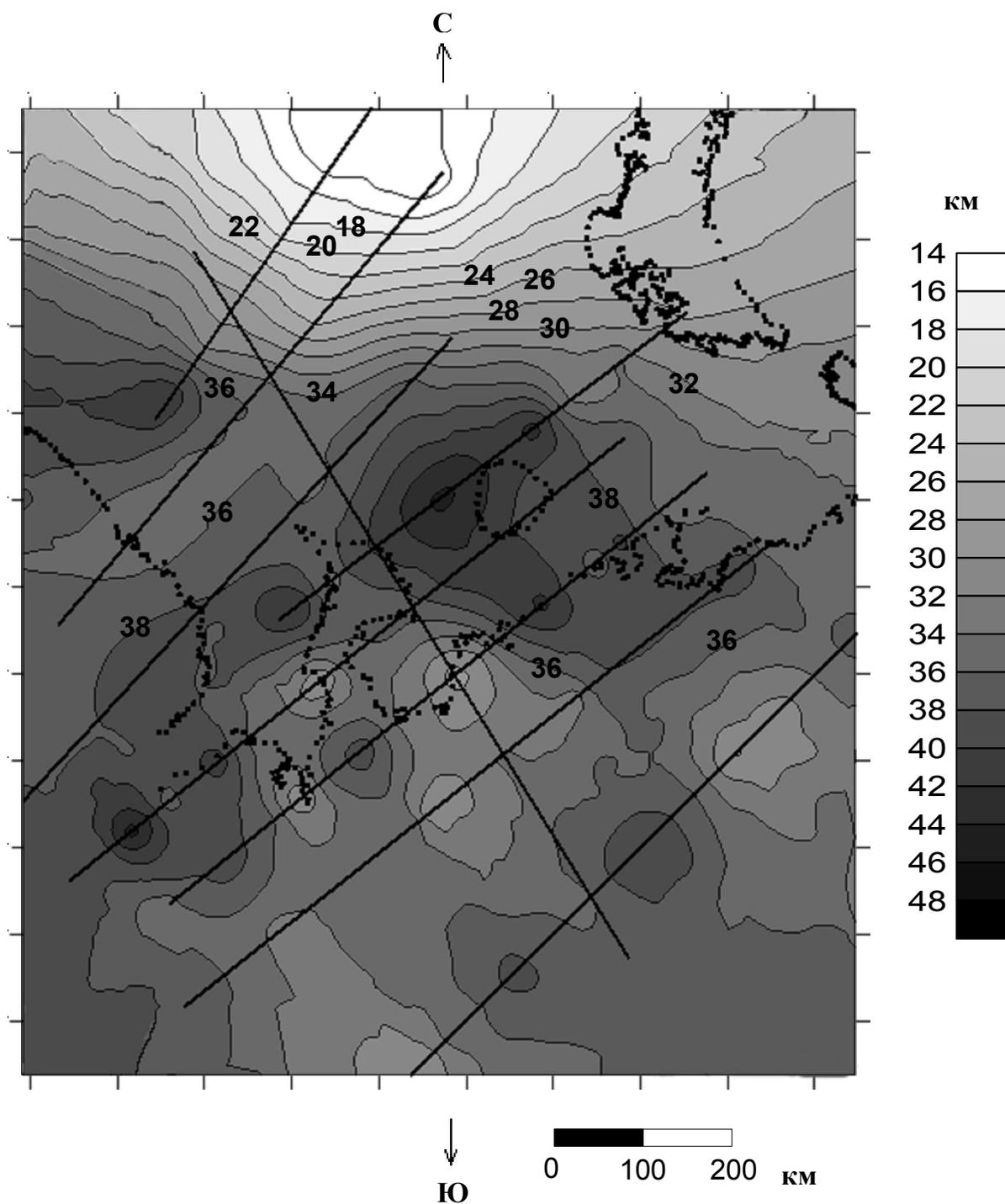


Рис. 5. Схема рельефа поверхности границы Мохоровичича.

3. Барбанов М.И., Куделин С.Г. Программный редактор геолого-геофизических моделей среды "GeoVIP" и его функциональные возможности // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Москва, 25-29 января 2010г.: Материалы 37-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского». М.: ИФЗ РАН, 2010. С. 54-58.
4. Объяснительная записка к тектонической карте Баренцева моря и северной части Евро-

- пейской России масштаба 1:2500000/В.И.Богачкий, Н.А. Богданова, С.Л. Костюченко и др. Институт литосферы РАН при участии ВНИИморгео, Тимано-Печорского отделения ВНИГРИ и др., 1996. 94 с.
5. Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Баренц регион / Кол. авт. под ред. Ф.П. Митрофанова, Н.В. Шарова, Апатиты: изд-во Кольского НЦ РАН, 1998. Ч. I. 237с.; Ч. II. 205 с.

УДК 621.311.019.3

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОБОСНОВАНИЯ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Ю.Я. ЧУКРЕЕВ

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
chukreev@iespn.komisc.ru*

В статье рассмотрены вопросы влияния новых условий хозяйствования на показатели и средства обеспечения надежности электроэнергетических систем (ЭЭС) при перспективном планировании их развития. Особое внимание уделено методическим вопросам обоснования уровней резервирования в условиях рыночных отношений в электроэнергетике страны. Представлены конкретные результаты влияния различных факторов, внесенных изменением принципов управления ЕЭС России на средства обеспечения ее надежности.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, территориальная зона, показатели надежности, средства обеспечения надежности, затраты, аварийность, методика, программно-вычислительный комплекс

Уч.Ян. CHUKREYEV. THE PROBLEMATIC ISSUES OF THE VERIFICATION OF THE RELIABILITY ENGINEERING OF THE ELECTRICAL POWER SYSTEMS IN THE NEW CONDITIONS OF ECONOMIC MANAGEMENT

The issues of the influence of the new conditions of economic management on the activities and the reliability engineering of electrical power systems in the forward planning of their development are discussed. Special attention is paid to the methodological questions of the verification of the redundancy levels in the market conditions in the electric-power industry of the country. The particular results of the influence of various factors introduced by changing management principles of Integrated Power System of Russia on reliability control support are presented.

Key words: electrical power system, territorial zone, reliability indicators, reliability engineering, expenses, accident risk, methodology, programming and computing suite

Известно, что основными факторами, позитивно влияющими на надежность электроэнергетических систем (ЭЭС) как при функционировании, так и управлении их развитием, являются величины резервов генерирующей мощности отдельных зон диспетчерского управления (объединенные ЭЭС – ОЭС) и пропускные способности системообразующих связей (ПССС), их соединяющие. Эти мероприятия являются весьма дорогостоящими и достаточно инерционными. Поэтому при перспективном планировании ЭЭС они должны тщательно обосновываться и быть выгодными для потенциальных инвесторов. Тем не менее, на протяжении более чем десятилетнего периода (с 1993 по 2005 гг.) вопросам разработки и сопровождения методического и программного обеспечения данной задачи не уделялось должного внимания. Связано это было как с реорганизацией процесса управления электроэнергетикой страны, так и с возникшей избыточностью системы, вызванной значительным спадом

потребления электроэнергии. Принятие Федерального закона от 4 ноября 2007 г. № 250 [1], в котором ответственность за обеспечение должного уровня надежности для всех уровней иерархии управления ЭЭС России полностью возлагается на ОАО «СО ЕЭС», безусловно, должно снизить остроту этой проблемы.

Опыт реформирования электроэнергетики в разных странах показывает, что введение механизмов конкуренции, повышая эффективность работы, может негативно сказаться на надежности энергоснабжения потребителей. Это происходит по многим причинам [2], из которых основными являются следующие две:

– в условиях долгосрочного планирования – снижение мотивации в развитии достаточных для поддержания надежности резервных мощностей и системообразующих связей, в условиях эксплуатации – мотивации достаточного поддержания врастающего резерва мощности;

– усложнение и утяжеление режимов работы ЭЭС вследствие конкуренции и наличия множества договорных отношений между субъектами рынка.

Резерв мощности, закладываемый на этапе управления развитием ЭЭС России, обеспечивает компенсацию вывода основного генерирующего и сетевого оборудования в плановые и внеплановые (аварийные) ремонты, а также дисбалансов, возникающих вследствие случайных колебаний и неизбежных погрешностей прогнозирования нагрузок. Наличие должного резерва мощности может положительно сказаться на проводимых процессах реформирования электроэнергетики России.

При управлении развитием ЭЭС резерв мощности с методической точки зрения разделяют на составляющие. В методических рекомендациях по проектированию энергосистем [3] расчетный резерв мощности подразделяется на следующие виды:

– ремонтный: для возмещения мощности выводимого в плановый ремонт (средний, текущий и капитальный) оборудования электростанций;

– оперативный: для компенсации аварийного снижения мощности электростанций вследствие отказов оборудования и случайных превышений нагрузки над расчетными значениями;

– стратегический: для компенсации нарушений баланса мощности из-за непредвиденных отклонений его составляющих от прогноза с учетом инерционности энергетического строительства.

Наиболее сложной при управлении развитием ЭЭС на перспективу является задача определения оперативного резерва мощности. Наверно поэтому сегодня у многих менеджеров электроэнергетики возникает желание назначать величины резервов мощности ОЭС долями от прогнозируемых величин регулярных максимумов нагрузки. В такой постановке вопрос рассматривался и на заре развития теоретических методов и их практических приложений к обоснованию резервов мощности и требований к ПССС в ЭЭС бывшего Советского Союза. Тогда это было вполне объяснимо и связывалось с имеющимися вычислительными проблемами. Однако уже в 70 – 80-х гг. прошлого столетия отказались от такого подхода и проводили обоснование планируемой величины резерва мощности, особенно оперативного, по программным разработкам, базирующихся на использовании вероятностных подходов учета существующей неопределенности информации о перспективных режимах электропотребления, показателях ущерба от ненадежности и т.п. [4–6]. Характерные для того периода времени сложности с применением вычислительных средств и их ограниченная эффективность требовала введения в методики оценки показателей балансовой надежности и обоснования средств ее обеспечения различного рода упрощений. Следует отметить, что необходимость учета случайных факторов при планировании развития ЭЭС исчерпывающе показаны и в иностранной литературе, например, в книге основоположников применения теории надежности R.Billinton, W.Li и Дж. Эндрени [7, 8].

В условиях рыночных отношений неопределенность еще более возрастает из-за недостаточной проработанности вопросов управления режи-

мами при планировании развития ЭЭС. Сегодня, в отличие от централизованного принципа управления электроэнергетикой страны, принимаемые решения должны отвечать интересам:

– потребителя – обеспечивать минимальную инвестиционную составляющую в ценах на электроэнергию;

– частных и государственных генерирующих компаний – обеспечивать минимальные затраты в создание оперативного резерва мощности для поддержания требуемой надежности электроснабжения потребителей;

– государства – обеспечивать минимальную инвестиционную составляющую сетевых компаний в развитие системообразующих связей.

На первый взгляд, казалось бы, что учет рыночных отношений должен кардинальным образом изменить методические подходы к обоснованию средств обеспечения надежности ЭЭС. Однако уже сегодняшний опыт показывает, что многообразие рыночных отношений в электроэнергетике приводит к невозможности предсказать даже на короткую перспективу (три-пять лет) возможные взаимоотношения между субъектами рынка электроэнергии и мощности. Можно сказать, что в новых условиях хозяйствования, принимаемые при управлении развитием ЭЭС России решения, в том числе и связанные с обеспечением должного уровня надежности, должны быть разумными и понятными для всех субъектов рыночных отношений вне увязке их со сложившимися на сегодняшний день рыночными механизмами взаимодействия субъектов ЭЭС.

В настоящее время при обосновании средств обеспечения надежности вариантов развития ЭЭС России острой остается проблема неопределенности исходной информации. Именно она, с одной стороны, вызывает желание упростить процесс обоснования резервов мощности и назначать их величины нормативным, экспертным или иным путем. С другой стороны, возникает вопрос – как эти нормативы на величины резервов мощности устанавливать, если всем известна их зависимость от количественного и качественного состава генерирующего оборудования территориальных зон, их связанности линиями электропередачи, а также от стоимостных показателей при вводе новых генерирующих мощности и увеличении запасов ПССС и т.п. Ниже делается попытка оценки влияния представления исходной информации, будь-то расчетная схема или данные об аварийности и нормах плановых ремонтов оборудования, или соотношения стоимостных показателей затрат на развитие тех или иных объектов и т.п. на принимаемые решения при управлении развитием ЭЭС России. В качестве инструментария для выполнения такой оценки используется достаточно хорошо апробированный методика оценки показателей балансовой надежности, реализованная на программно-вычислительном комплексе «Орион-М-ЗСПМ» [9].

Краткие сведения о методике задачи оценки показателей балансовой надежности при управлении развитием ЭЭС. Независимо от принципов управления ЭЭС России (централизованный, рыночный) методика определения показателей балансовой надежности должна базировать-

ся на формировании случайных состояний, вызванных аварийными выходами основного генерирующего и сетевого оборудования системы и оценки этих состояний с позиций возможного ограничения потребителей. Увеличение числа субъектов при введении рыночных отношений приводит к необходимости соответствующего изменения в модели оценки показателей надежности размерности решаемой задачи с 15-20 узлов (концентрированных ЭЭС) и 20-30 связей в существовавшей постановке задачи до 50-80 узлов и 80-150 связей при введении понятий зон свободного перетока мощности (ЗСПМ) [1]. Это, безусловно, отражается на формировании вероятностных функций изменения мощностей этих зон из-за аварийности оборудования, моделировании случайных состояний и их оценки на предмет обеспечения потребителей [9].

Программно-вычислительный комплекс (ПВК) «Орион-М-ЗСПМ» является модернизацией комплексов «Орион» [4] и «Орион-М» [10]. Первый широко применялся в практике проектирования в 80-х гг. прошлого столетия для анализа балансовой надежности перспективных вариантов развития ЭЭС на 10-15 лет (отделения института «Энергосетьпроект») и для мониторинга надежности ЭЭС СССР за отчетный и на три предстоящих года (НИИ по передаче энергии постоянным током) [11]. Второй является его модернизацией к рыночным условиям и выполнен по заданию ОАО «Институт Энергосетьпроект» в 2006 г.

В качестве показателей балансовой надежности j -х территориальных зон в ПВК «Орион-М-ЗСПМ», как и в ПВК «Орион-М» выступают математическое ожидание (м.о.) недоотпуска электроэнергии потребителям ($M[\Delta W]_j$) и интегральные вероятности потенциального ($J_{д_j}^n$) и реального (рыночного) ($J_{д_j}^p$) дефицита мощности. Для l -х связей вероятностными показателями надежности являются интегральные вероятности перегрузки их пропускной способности $J_{п_l}$. Интегральные вероятности

$J_{д_j}^n$ и $J_{п_l}$ являются не чем иным, как производной от показателя математического ожидания недоотпуска электроэнергии для всей ЭЭС в целом [4]. В условиях рыночных отношений эти данные также целесообразно использовать, так как они показывают рациональность принимаемых решений с позиций системного подхода при планировании развития ЭЭС. Интегральные вероятности $J_{д_j}^p$ пред-

ставляют действительные вероятностные значения ограничения потребителей в j -х территориальных зонах.

В условиях централизованного управления отраслью показатели $J_{д_j}^n$ и $J_{п_l}$ использовались для целей нормирования, в том числе и в руководящих указаниях по проектированию ЭЭС [3]. В качестве нормативного вероятностного показателя выступало известное соотношение И.М.Марковича [12]:

$$J_{д_j}^{\text{нор.}} = z_{R_j}^{\text{уд.}} / (y_0 T_p), \quad (1)$$

где $z_{R_j}^{\text{уд.}}$ – удельные затраты в резерв мощности; y_0 – удельный ущерб от ненадежности электроснабжения потребителей; T_p – расчетный период времени, обычно 8760 ч.

Дополнение нормативных показателей надежности для многозонной ЭЭС было предложено в работе [4]. Они имели технико-экономическое обоснование и однозначно связаны с функционалом приведенных затрат. Оптимальные величины интегральных вероятностей дефицита мощности во всех j -х территориальных зонах (ОЭС или ЗСПМ) и перегрузки запаса ПССС всех l -х связей однозначно связаны с соответствующими удельными стоимостными показателями резервной мощности $z_{R_j}^{\text{уд.}}$ и запасами пропускных способностей связей $z_{L_l}^{\text{уд.}}$. От соотношения этих затрат зависят и оптимальные параметры средств обеспечения надежности.

$$J_{д_j}^{\text{нор.}} = z_{R_j}^{\text{уд.}} / (y_0 T_p), \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$J_{п_l}^{\text{нор.}} = z_{L_l}^{\text{уд.}} / (y_0 T_p), \quad l = 1, 2, \dots, m.$$

Полученные в результате решения задачи анализа балансовой надежности ЭЭС показатели в виде интегральных вероятностей появления дефицита мощности в узлах ($J_{д_j}$) и перегрузки ПССС

($J_{п_l}$) позволяли сразу выявлять «слабые» в смысле надежности места системы. Эти показатели надежности в силу того, что они являлись производными от суммарного по системе в целом показателя математического ожидания недоотпуска электроэнергии ($M[\Delta W]$), давали общее представление о надежности территориальных зон и связей между ними. По их значениям можно было в первом приближении оценить вклад генерирующего или сетевого звена, в том числе и в количественном выражении. На сравнении реальных значений $J_{д_j}$ и $J_{п_l}$

с нормативными значениями $J_{д_j}^{\text{нор.}}$ и $J_{п_l}^{\text{нор.}}$ в работе [10] строился итерационный подход к решению задачи обоснования средств обеспечения надежности ЭЭС. В работе [9] показана возможность применения показателей вероятностей реального дефицита мощности $J_{д_j}^p$ для целей обоснования средств обеспечения надежности с учетом рыночных отношений в электроэнергетике страны.

Влияние представления расчетных схем ЭЭС России на показатели и средства обеспечения надежности. Рассматривались две схемы ЭЭС России: развернутая с учетом ПССС между территориальными зонами свободного перетока мощности (рисунок) и агрегированная, когда ограничения ПССС внутри ОЭС не учитываются (на рис. зоны выделены контурными линиями). Резуль-

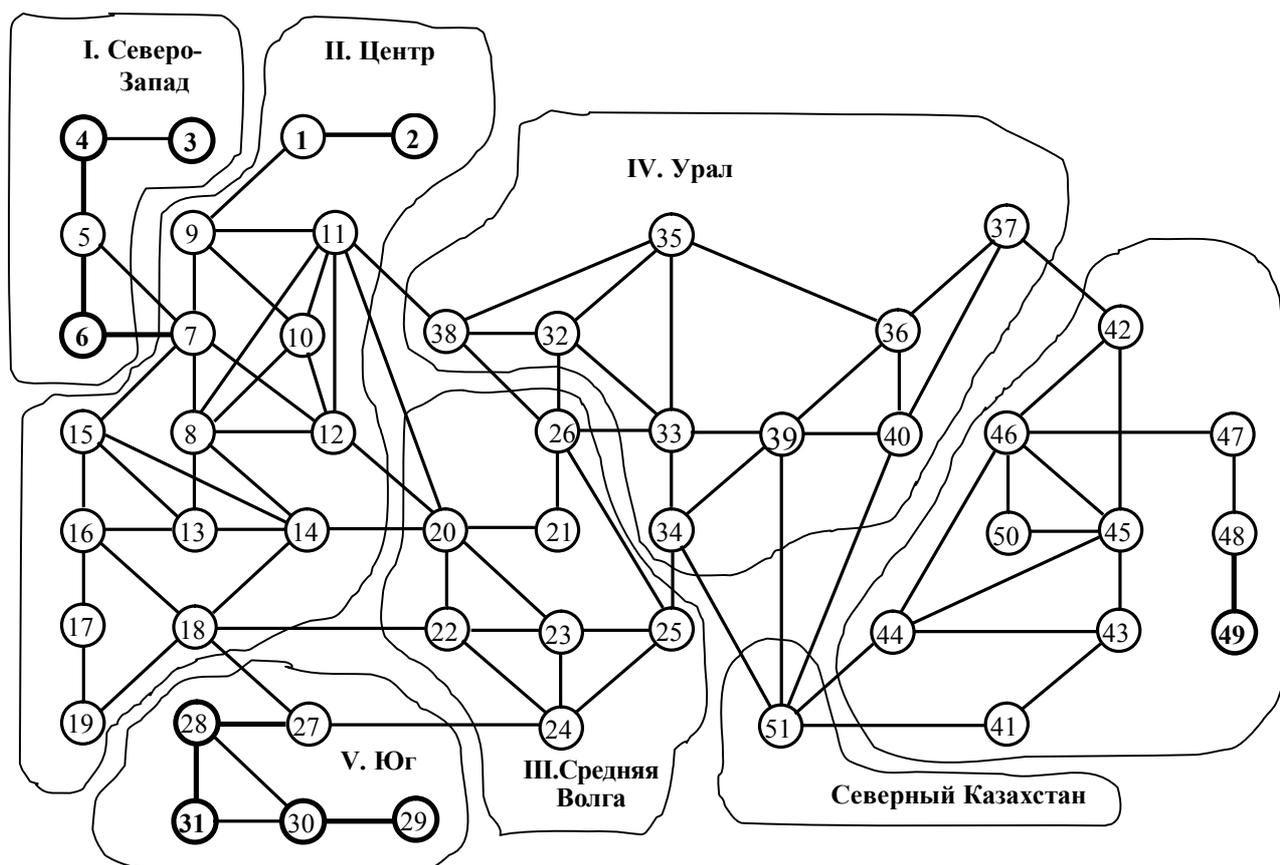


Рис. Расчетная схема ЕЭС России при условном разбиении ее на ЗСПМ.

В схеме шесть ОЭС и 50 ЗСПМ: 1 – Архангельск; 2 – Коми; 3 – Кола; 4 – Карелия; 5 – С-Петербург, Ленинградская обл.; 6 – Псков, Новгород; 7 – Тверь; 8 – Москва, Московская обл.; 9 – Вологда; 10 – Ярославль; 11 – Кострома; 12 – Владимир, Иваново; 13 – Тула, Калуга; 14 – Рязань; 15 – Смоленск; 16 – Орел, Брянск; 17 – Курск, Белгород; 18 – Липецк, Тамбов; 19 – Воронеж; 20 – Н.Новгород; 21 – Чувашия, Мари-Эл; 22 – Мордовия, Пенза; 23 – Ульяновск; 24 – Саратов; 25 – Самара; 26 – Татарстан; 27 – Волгоград, Астрахань, Калмыкия; 28 – Ростов; 29 – Дагестан, Чечня, Кабардино-Балкария; 30 – Ставрополь, Ингушетия, Карачаево-Черкесская; 31 – Кубань; 32 – Удмуртия; 33 – Башкирия; 34 – Оренбург; 35 – Пермь; 36 – Екатеринбург, Свердловская обл.; 37 – Тюмень; 38 – Киров; 39 – Челябинск; 40 – Курган; 41 – Омск; 42 – Томск; 43 – Новосибирск; 44 – Алтай; 45 – Кузбасс; 46 – Красноярск; 47 – Иркутск; 48 – Бурятия; 49 – Чита; 50 – Хакассия, Тыва; 51 – Северный Казахстан.

таты оценки показателей балансовой надежности для развернутой расчетной схемы ЕЭС России (рис.) и для агрегированной при одной и той же исходной информации по составу генерирующего оборудования значительно отличаются. По математическому ожиданию недоотпуска электроэнергии в 2,8 раза, по интегральной вероятности дефицита мощности для всей ЕЭС России в целом, более чем в четыре раза. Жирным на рис. выделены ЗСПМ и связи, имеющие наиболее худший уровень надежности и тем самым определяющие показатели математического ожидания недоотпуска электроэнергии. Такое различие в показателях надежности естественно, влияет и на принимаемые решения по обоснованию средств обеспечения надежности. В табл. 1 приведены параметры оптимальных величин оперативных резервов мощности ОЭС и требований к ПССС для различ-

ного представления расчетной схемы ЕЭС России (развернутая, с учетом ЗСПМ, и агрегированная, при представлении ОЭС одним концентрированным узлом).

Анализ представленных результатов показывает, что неучет ограничений по ПССС между ЗСПМ в ОЭС приводит к снижению оперативного резерва мощности на 2180 МВт, что составляет

Таблица 1

Оптимальные величины резервов мощности и запасов ПССС для различного представления расчетной схемы ЕЭС России

Название ОЭС	Оперативный резерв, МВт / %		Связываемые ОЭС	Пропускная способность связей, МВт	
	Развернутая схема	Агрегированная схема		с учетом ЗСПМ	ОЭС – один узел
I. Северо-Запад	1890 / 17,78	1680 / 15,8	I – II	950	1000
II. Центр	4100 / 10,99	3490 / 9,45	II – III	400	500
III. Средняя Волга	1580 / 9,54	1530 / 9,24	II – IV	950	1200
IV. Урал	2640 / 7,60	2110 / 6,07	II – V	700	750
V. Юг	1470 / 10,81	1300 / 9,56	III – IV	850	950
VI. Сибирь	2850 / 9,37	2240 / 7,36	III – V	600	750
ЕЭС в целом	14530 / 10,15	12350 / 8,63	IV – VI	1150	1350

17,6 % от величины резерва мощности по всей системе в целом и к увеличению ПССС между ОЭС на 900 МВт (16,1 % от суммы ПССС). Объяснение этого явления достаточно простое. При рассмотрении ОЭС концентрированными узлами в них нет ограничений по передаче мощности между ЗСПМ в них входящих, что и приводит к снижению необходимого оперативного резерва и увеличению ПССС со смежными зонами. Представленное выше соотношение не постоянно и зависит от соотношения удельных затрат на развитие одного кВт генерирующей мощности и на создание запаса ПССС.

Влияние соотношения стоимостных показателей в генерирующую мощность и в усиление запасов ПССС. В условиях управления развитием ЭЭС существует значительная неопределенность как в принципах управления электроэнергетикой, так и технико-экономических показателях планируемых объектов. Функционал приведенных затрат в развитие основных генерирующих и сетевых объектов по крупному включает три составляющие: затраты в создание резерва генерирующей мощности, затраты в создание необходимых запасов ПССС и так называемые компенсационные затраты, вызванные ненадежностью электрообеспечения потребителей. Совершенно очевидно, и об этом говорилось в предыдущем разделе, что существенное влияние на принимаемые решения по управлению развитием ЭЭС России должны оказывать соотношения между удельными затратами в усиление кВт генерирующей мощности и запаса ПССС.

В условиях централизованного управления развитием электроэнергетики для принятия решений по обеспечению необходимого уровня надежности ЭЭС России применялись нормативы к показателям балансовой надежности. В соответствии с выражением (2), в качестве нормативных показателей надежности выступали оптимальные значения интегральных вероятностей дефицита мощности в j -х территориальных зонах (ОЭС или ЗСПМ) ($J_{dj}^{нор.}$) и перегрузки запаса ПССС l -х связей ($J_{pl}^{нор.}$).

Видно, что эти показатели однозначно связаны с соответствующими удельными стоимостными показателями резервной мощности $z_{R_j}^{уд.}$ и запасами пропускных способностей связей $z_{L_l}^{уд.}$. Можно сказать, что от соотношения этих удельных показателей зависят и оптимальные значения уровней резервов мощности территориальных зон ЭЭС, запасы ПССС между ними.

Для расчетной схемы ЭЭС России (рис.) в табл. 2 приведены результаты оптимальных средств обеспечения надежности – оперативных резервов мощности и требований к запасам ПССС, только на

территориальном уровне ОЭС при постоянстве удельных затрат в резервную мощность и варьировании удельных затрат в системообразующие связи между ЗСПМ. Варьирование отношения $z_{L_l}^{уд.} / z_{R_j}^{уд.}$ от 0,35 до 2,

выполнено неслучайно; в условиях централизованного управления электроэнергетикой страны они колебались от 0,3 до 1,0, сегодня доходят до полутора, а иногда и до двух.

Представленные результаты наглядно показывают, что данные, характеризующие стоимостные соотношения в усилении резерва мощности и ПССС, в значительной степени влияют на принимаемые решения. При уменьшении этого соотношения до нуля оперативный резерв мощности в ЭЭС России стремится к величине, соответствующей резерву при работе всей системы в виде одного концентрированного узла. И, наоборот, при $z_{L_l}^{уд.} / z_{R_j}^{уд.} = 2$ оперативные резервы мощности в отдельных территориальных зонах стремятся к оптимальным, соответствующим их работе в изолированных условиях, при этом ПССС между отдельными ЗСПМ как внутри ОЭС, так и между ними стремятся к нулю.

Таблица 2

Оптимальные величины резервов мощности и запасов ПССС для различного соотношения удельных затрат в генерацию и в линии

Название ОЭС	Оперативный резерв в МВт при отношении $z_{L_l}^{уд.} / z_{R_j}^{уд.}$				Связываемые ОЭС	Пропускная способность связей в МВт при отношении $z_{L_l}^{уд.} / z_{R_j}^{уд.}$			
	0,35	1,0	1,5	2,0		0,35	1,0	1,5	2,0
I. Северо-Запад	1650	2150	2475	3225	I – II	1425	600	350	0
II. Центр	2550	4325	6350	11900	II – III	900	600	400	0
III. Средняя Волга	1125	2050	2725	4800	II – IV	1250	350	200	0
IV. Урал	1700	3000	4525	7200	II – V	650	300	100	0
V. Юг	1675	2350	2950	4100	III – IV	1475	650	400	0
VI. Сибирь	2525	3775	4650	7075	III – V	925	250	100	0
ЭЭС в целом	11225	17650	23175	38300	IV – VI	1700	700	250	0

Влияние статистических данных об аварийности генерирующего оборудования на принимаемые решения по обеспечению надежности. Аварийность агрегатов q определяется отношением среднего времени их аварийного простоя в течение года к календарному времени работы агрегата. На основе обработки статистических данных в [12] представлены значения q для разных типов генерирующего оборудования. К сожалению, в последние 20 лет такие работы не проводятся. Сегодняшнее состояние генерирующего оборудования, согласно известной седловидной характеристике – приработка – нормальная стабильная работа – старение, находится в зоне старения оборудования. Это позволяет с определенной достоверностью принимать аварийность генерирующего оборудования несколько выше среднестатистической. Исходя из этого в табл. 3 представлены результаты оптимального резервирования ЭЭС России для территориальных зон в виде ОЭС при отклонениях в сто-

**Оптимальные величины резервов мощности и запасов ПССС
для нормативного и повышенного значений норм аварийности
генерирующего оборудования**

Название ОЭС	Оперативный резерв, МВт			Связываемые ОЭС	Пропускная способность связей, МВт		
	<i>q</i>	1,25 <i>q</i>	1,5 <i>q</i>		<i>q</i>	1,25 <i>q</i>	1,5 <i>q</i>
I. Северо-Запад	1680	1830	2080	I – II	1000	1050	1050
II. Центр	3490	4190	4750	II – III	480	530	680
III. Средняя Волга	1530	1780	1930	II – IV	1200	1300	1350
IV. Урал	2110	2610	3110	II – V	750	750	800
V. Юг	1300	1450	1580	III – IV	950	1000	1050
VI. Сибирь	2240	2490	2840	III – V	750	800	800
ЕЭС в целом	12350	14350	16300	IV – VI	1350	1350	1350

рону завышения статистических данных об аварийности генерирующего оборудования.

Анализ представленных результатов показывает на значительное влияние среднестатистических параметров аварийности генерирующего оборудования на уровни резервирования в ОЭС и ЕЭС России и не столь значительное на запасы ПССС. Все представленные результаты по влиянию расчетных схем и параметров на показатели и средства обеспечения надежности позволяют сделать следующие выводы.

1. Внедрение рыночных отношений привносит определенные особенности в решение задачи планирования развития ЕЭС России. В то же время задачи оценки и обоснования средств обеспечения надежности ЭЭС, являющиеся неотъемлемой частью общей задачи управления их развитием, должны базироваться на принципах разумности принимаемых решений, в силу существующей сегодня неопределенности рыночных взаимоотношений субъектов на прогнозируемый период.

2. В условиях рыночных отношений в электроэнергетике решение задачи оценки показателей надежности и средств ее обеспечения, особенно при краткосрочном планировании развития ЕЭС России, требует более детального представления расчетных схем, учитывающих зоны свободного перетока мощности. Это требует совершенствования методического и программного обеспечения.

3. Установлено, что на показатели балансовой надежности вариантов развития ЕЭС России большое влияние оказывают соотношения между показателями удельных затрат в резервную мощность территориальных зон управления и в усиление пропускной способности системообразующих связей между ними, статистические данные аварийности генерирующего оборудования, принимаемые схемные решения и ряд других факторов. Все это говорит о невозможности и неэффективности в современных условиях применения для целей обоснования уровней резервирования в ЕЭС России нормативов в виде долей от регулярного максимума нагрузки, полученных для условий централизованного управления ЕЭС России.

1. *Федеральный закон* от 4 ноября 2007 г. №250 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России» // *Вести в электроэнергетике*, 2007. № 6. С. 11-23.

2. *Дьяков А.Ф.* Проблемы надежности и безопасности энергоснабжения в условиях либерализации и дерегулирования в электроэнергетике // *Энергетик*,

2005. № 8. С. 2-9.

3. *Методические рекомендации* по проектированию развития энергосистем. Утверждены приказом Минэнерго России № 281 от 30.06.2003. М.: НЦ ЭНАС, 2003. 47 с.
4. *Чукреев Ю.Я.* Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем / Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1995. 176 с.
5. *Волков Г.А.* Оптимизация надежности электроэнергетических систем. М.: Наука, 1986. 117 с.
6. *Ковалев Г.Ф.* Модель оценки надежности сложных ЭЭС при долгосрочном планировании их работы // *Электронное моделирование*, 1987. № 5. С. 65-72.
7. *Эндрени Дж.* Моделирование при расчетах надежности в электроэнергетических системах: Пер. с англ. / Под ред. Ю.Н.Руденко. М.: Энергоатомиздат, 1983. 336 с.
8. *R.Billinton u W.Li* Reliability assessment of Electrical Power Systems using Monte Carlo Methods. Springer, 2006. 368 p.
9. *Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю.* Обеспечение надежности электроэнергетических систем при управлении их развитием в условиях реформирования электроэнергетики. Сыктывкар, 2009. 44 с. (Сер. сообщ. «Новые научные методики и информационные технологии» / Коми научный центр УрО РАН; Вып. 63).
10. *Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю.* Обеспечение надежности при управлении развитием электроэнергетических систем для условий реформирования электроэнергетики // *Известия РАН. Энергетика*, 2008. № 4. С. 39-48.
11. *Зейлигер А.Н., Кац П.Я., Коцеев Л.А., Могирев В.В. и др.* Основные положения ежегодного анализа надежности ЕЭС СССР // *Вопросы надежности при эксплуатации и управлении развитием*. Л.: Энергоатомиздат, 1986. С.5-10.
12. *Справочник по проектированию* электроэнергетических систем / Под ред. С.С.Рокотяна и И.М.Шапиро. М.: Энергия, 1977. 288 с.

УДК 058.244 (323.325)

СЕЛЬСКИЕ ЭКСПЛУАТАТОРЫ: ГРАНИЦЫ СОЦИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА (КРИТЕРИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ КОНЦА 1920-х гг.)

Г.Ф. ДОБРОНОЖЕНКО

Сыктывкарский государственный университет, г.Сыктывкар
g_dobronozhenko@mail.ru

На основе использования новых источников, главным образом документов Наркомфинов СССР и РСФСР, впервые в отечественной литературе анализируются критерии идентификации сельских эксплуататоров в законодательстве 1928–1929 гг. Автор пересматривает утвердившееся в литературе мнение о неопределенности социально-экономических признаков кулацких хозяйств, сформулированных в законодательстве 1929 г., под которые можно было подвести практически любое трудовое хозяйство. В статье сделан вывод, что только после отмены осенью 1929 г. в секретных директивах Центра сформулированных ранее в законодательстве ограничений в трактовке признаков сельских эксплуататоров, была создана «правовая» база для расширения объема социальной группы «кулаки» за счет включения в нее все большего числа крестьян, объявленных «врагами советской власти».

Ключевые слова: крестьянство, сельские эксплуататоры, социальная группа «кулаки»

G.F. DOBRONozHENKO. RURAL EXPLOITERS: THE BOUNDARIES OF SOCIAL SPACE (THE CRITERIA OF IDENTIFICATION IN THE LEGISLATION AT THE END OF 1920-s)

On the basis of new sources, mainly, the documents of the People's Commissariats of Finance of the USSR and RSFSR, the criteria of identification of rural exploiters in the legislation of 1928-1929 are analyzed for the first time in Russian literature. The author reconsiders the firmly established viewpoint on uncertainty of social and economic signs of the kulaks' farms formulated in the legislation of 1929 under which it was possible to consider almost any farm as the kulaks' one. The conclusion is drawn that only after cancellation in the autumn of 1929 in confidential instructions of the Center of the restrictions formulated earlier in the legislation in treatment of signs of rural exploiters, "the legal" base for expansion of volume of social group of "kulaks" at the expense of inclusion in it of the increasing number of the peasants declared as the "enemies of the Soviet power" has been formed.

Key words: the peasantry, rural exploiters, social group of «kulaks»

Проблема социальных границ группы «сельские эксплуататоры» («кулаки»), несмотря на ее значимость, остается одной из наименее изученных в современной историографии. Историки, как правило, ограничиваются лишь перечислением признаков кулацких хозяйств, сформулированных в Постановлении СНК СССР от 21 мая 1929 г. (не первого и не самого главного с точки зрения практической значимости законодательного акта). Определенные в постановлении признаки оцениваются исследователями как «расширительные» («неопределенные», «неточные»), под которые можно было подвести широкий круг крестьянских хозяйств («практически любой крестьянский двор, так или иначе втянутый в рыночные отношения», любое

крепкое хозяйство), что и «создавало базу для массового произвола на местах» и «использовалось при раскулачивании» [1, с. 8; 2, с. 47, 50; 3 с. 19; 4, с. 54; 5, с. 112, 118, 121].

Законодательство конца 1920-х гг., определяющее признаки кулацких хозяйств, недостаточно исследовано. Историки, указывая, что в 1928 г. впервые в законодательстве о сельскохозяйственном налоге был введен особый порядок выплаты налога для кулацких хозяйств (в индивидуальном порядке), не упоминают, на основе каких признаков хозяйства относились к нетрудовым (кулацким).

Отсутствие интереса исследователей к анализу социально-экономических признаков эксплуататорских хозяйств (как в законодательстве, так и в

практике налоговых кампаний), связано во многом с убежденностью, что с 1928 г. «всякие социально-экономические критерии отнесения к кулачеству были отброшены».

В 1990-е гг. общепризнанными в российской литературе становятся два утверждения, которые требуют уточнения и корректировки. Первое утверждение: «четкие классовые критерии, к которым стремились большевики, не были найдены» («у государства не было ясных, четких критериев при определении социальных слоев», отсутствовало «четко сформулированное и общепринятое определение понятия "кулак"»). Второе утверждение: политические признаки («политические инсинуации при определении кулака») являлись результатом неопределенности социально-экономических признаков [5, с. 112, 118, 121; 6, с. 100].

До 1928 г. в союзном законодательстве не были определены признаки «сельских эксплуататоров» («кулаков») и закреплена их социально-правовой статус. «Кулаки» как самостоятельная социальная категория не была юридически оформлена и потому не имела четких социальных границ. Впервые признаки кулацких (нетрудовых) хозяйств были определены в *Положении о сельскохоззяйственном налоге на 1928/29 г.* (21 апреля 1928 г.).

В соответствии со ст. 28 Положения «В отношении единоличных хозяйств, особо выделяющихся из общей массы крестьянских хозяйств в данной местности своей доходностью и притом нетрудовым характером своих доходов», налог исчислялся в индивидуальном порядке «в соответствии с их действительной доходностью» [7].

Перечень признаков нетрудовых (кулацких) хозяйств в самой общей форме был определен в Правилах Наркомфина (НКФ) СССР о порядке исчисления налога в индивидуальном порядке: «скупка и продажа, ростовщичество, наличие сложных с.-хоззяйственных машин с целью извлечения прибыли от сдачи их в наем, ведение сельского хозяйства с систематическим привлечением наемных рабочих, наличие подсобных предприятий промышленного типа (напр. мельницы и маслобойки полутоварного типа) и т.д.». Правила определили контрольные задания по выявлению кулацких хозяйств – около 3% по каждой союзной республике [8, л. 114–115].

В налоговую кампанию 1928/29 г. местные исполкомы не принимали (как это будет ежегодно в дальнейшем) постановлений о признаках кулацких хозяйств; местным финансовым и налоговым работникам предлагалось руководствоваться признаками, указанными в нормативных документах НКФ СССР и РСФСР.

В июле 1928 г., «в связи с возникающими на местах неясностями при практическом применении ст. 28 Положения» и обложении сельхозналогом в индивидуальном порядке «чисто трудовых, не эксплуататорских хозяйств», НКФ СССР рассылает финансовым органам специальный циркуляр. В документе подчеркивается, что ст. 28 «имеет в виду исключительно эксплуататорские хозяйства» и «категорически воспрещается применять ее к хозяйствам, хотя бы и выделяющимся своей зажиточностью, но вместе с тем не занимающимся эксплуа-

тацией ни наемного труда, ни окрестного населения путем каких либо торговых операций, сдачи в наем инвентаря и т.п.».

В циркуляре разъясняется признак «систематическое применение наемного труда»: «наличие не только постоянных наемных рабочих, но сезонных, если применение сезонных рабочих носит широкие размеры». «Таким образом, – говорится в документе, – индивидуальный подход к учету облагаемого сельхозналогом дохода может быть применен и к тем хозяйствам, которые хотя и не имеют ни одного годового работника, но широко используют наем сезонных рабочих и, следовательно, носят в значительной мере нетрудовой характер» [8, л. 196].

Первые итоги проведения кампании по выявлению кулацких хозяйств, подведенные в начале августа 1928 г., показали, что при отсутствии четко сформулированных в законодательстве признаков нетрудовых хозяйств, они «не были в достаточной степени уяснены работниками налогового аппарата», и в результате субъективного подхода к определению классовой принадлежности к кулацким относились хозяйства трудовые [9, л. 436; 10, л. 17, 54–54 об., 69; 11, л. 364; 12, л. 270, 302; 13, л. 20, 22 об.; 14, л. 158].

В сентябре 1928 г. СНК СССР принимает специальное постановление о проведении проверочной кампании с целью исключить из числа кулацких хозяйства, не имеющие доходов эксплуататорского характера [15, с. 391–392]. На места рассылаются директивы НКФ СССР и РСФСР, требующие «пересмотреть правильность применения индивидуального обложения» и «немедленно и безусловно» устранить «допущенные на местах случаи применения метода индивидуального обложения к хозяйствам середняцкого типа, не имеющие доходов эксплуататорского характера, а равно к зажиточным хозяйствам, имеющим незначительные доходы от случайной работы со своими машинами в чужом хозяйстве без наемных рабочих, или прибегающим к найму рабочих на короткий срок в добавлении к собственной рабочей силе, полностью используемой в своем хозяйстве». В циркуляре НКФ РСФСР (15 сентября 1928 г.) подчеркивалось: индивидуальное обложение должно быть сохранено «лишь в отношении той части хозяйств, которая выделяется своей зажиточностью и имеет помимо того значительные доходы нетрудового характера. Наличие двух указанных выше условий является обязательным для применения ст. 28 Положения о сельхозналоге». При этом указывалось, что «следует иметь в виду, что к этой категории не могут быть отнесены хозяйства, которые даже при наличии высокой доходности прибегают к наемному труду по необходимости или случайно, или, наконец, на короткий срок» [16, л. 29–29 об.; 17, л. 196].

Осенью 1928 г. в стране была проведена проверочная кампания, которая кардинально отличалась от всех последующих: она была направлена не на довыявление кулацких хозяйств и выполнение контрольных заданий, а устранение «ненормальностей» в отборе хозяйств с эксплуататорскими признаками и исключение из «кулацких» списков трудовых хозяйств.

По итогам проверочной кампании количество кулацких хозяйств сократилось по РСФСР с 264,2 тыс. (1,53%) до 136,1 тыс. (0,79%). В налоговую кампанию 1928/29 г. в целом по стране было выявлено 0,89% кулацких хозяйств (220 тыс. хозяйств) [18, л. 2–3, 52; 19, л. 36; 20, л. 54].

В законодательство о сельхозналоге на 1929/30 г. были внесены существенные изменения в порядок обложения и признаки кулацких хозяйств. Дискуссии, развернувшиеся в январе 1929 г. в НКФ СССР на Всесоюзном совещании по сельскохозяйственному налогу, показывают, что основной задачей вносимых в законодательство изменений было недопущение возможности повторения ошибок предыдущего года и обложения в индивидуальном порядке середняцких хозяйств.

В Положении о едином сельхозналоге на 1929/30 г. (20 февраля 1929 г.) и инструктивных документах НКФ СССР кулацкие хозяйства дифференцируются на две группы: «наиболее богатые кулацкие хозяйства» и «явно кулацкие хозяйства».

Первая группа кулацких хозяйств – «наиболее богатые кулацкие хозяйства» – облагалась сельскохозяйственным налогом в индивидуальном порядке. В ст. 29 Положения были указаны признаки, при наличии которых хозяйство подлежит обложению в индивидуальном порядке хозяйств этой группы*. Совнаркомом автономных республик, краевым, областным и губернским исполкомам предоставлялось право «применительно к местным особенностям» вносить необходимые изменения в признаки, установленные в ст. 29. При этом в инструкции НКФ СССР о порядке проведения единого сельскохозяйственного налога (4 апреля 1929 г.) указывалось, что они «могут не только изменяться, но и дополняться применительно к местным особенностям и условиям отдельных административных единиц» [21, л. 53].

В инструкции НКФ СССР приводятся дополнения и разъяснения к признакам «наиболее богатых кулацких хозяйств», перечисленным в Положении. Наличие признаков для обложения в индивидуальном порядке на 1929/30 г. должно было учитываться «за время с 1 мая предшествующего окладного года по 30 апреля данного окладного года». Таким образом, из категории хозяйств, подлежащих индивидуальному налогообложению, исключались хозяйства, имевшие ранее, но утратившие эксплуататорские признаки к маю 1928 г. («бывшие» эксплуататоры).

Принципиально важное указание инструкции (не включенное в Положение о сельскохозяйственном налоге) касалось установления в обязательных

* а) «если члены двора занимаются скупкой с целью перепродажи, торговлей и ростовщичеством (не только деньгами, но и натурой); б) если в сельском хозяйстве или промысле систематически применяется наемный труд; в) если в хозяйстве имеется мельница, маслобойка, крупорушка, просушка, волночесалка, шерстобитка, терочное заведение, картофельная, плодовая или овощная сушилка или другое промышленное заведение, при условии, что на этих предприятиях применяется механический двигатель или наемный труд; г) если в хозяйстве имеется ветряная или водяная мельница с двумя и более поставами; д) если хозяйство сдает в наем постоянно или сезонно отдельные оборудованные помещения под жилье или под торговое либо промышленное предприятие» (СЗ СССР. 1929. № 12. Ст. 103).

постановлениях исполкомов минимального размера дохода, позволяющего хозяйство отнести к категории «наиболее богатые кулацкие хозяйства». Рекомендовалось «к числу признаков для отнесения районными и волостными комиссиями к категории наиболее богатых кулаков отнести: а) хозяйства, у которых общий облагаемый доход <...> выше 500 руб., т.е. того размера, ниже которого не применяется процентная надбавка по ст. 27 Закона при условии, что нетрудовой доход в них более 125-150 руб. на хозяйство или применяется наемный труд в размерах, служащих признаком для обложения в индивидуальном порядке; б) хозяйства, у которых общий облагаемый доход ниже 500 руб., но при условии, что эти хозяйства имеют еще нетрудовые доходы, обложенные подоходным налогом».

Коллективные ограничители признака «применение наемного труда» – «количество рабочих и число рабочих дней, при которых хозяйство не может привлекаться к обложению налогом в индивидуальном порядке» – устанавливались окружными и губернскими исполкомами «в зависимости от особенностей как отдельных районов, так и от характера промысла или сельского хозяйства».

В инструкции разъяснялись условия, при которых хозяйство не могло облагаться налогом в индивидуальном порядке по признаку «применение наемного труда»**. Исполкомы должны были определять «в отношении хозяйств, в которых необходимость применения наемного труда вызывается характером ведения сельского хозяйства или промысла» количество рабочих дней, при которых хозяйство не может отнесено к категории «особо богатых кулацких хозяйств».

Инструкция разъясняла и понятия «скупка» и «торговля»***. Кроме признаков, перечисленных в Положении, инструкция указывала на необходимость обложения в индивидуальном порядке нетрудовых доходов служителей культа, узаконив, таким образом, налоговую практику 1928/29 г. [25, л. 53–57].

В перечень признаков «наиболее богатых кулацких хозяйств» не был включен один из признаков для обложения налогом в индивидуальном порядке, содержащийся в налоговом законодательстве

** а) когда применение наемного труда обусловливается характером данного производства (например, в кузнечном промысле); б) когда постоянное применение наемного труда в сельском хозяйстве или домашнем быту вызвано отсутствием в хозяйстве трудоспособных мужчин (например, хозяйства вдов, инвалидов) или если трудоспособные состоят на службе, являются тяжело больными, инвалидами, либо учащимися». Хозяйства считаются «систематически применяющими наемный труд» в тех случаях, когда эти хозяйства «нанимают годовых рабочих или же прибегают к их найму на сроки, которые превышают предельные нормы применения наемного труда», установленные окружными, губернскими исполкомами (РГАЭ. Ф. 7733. О. 7. Д. 271).

*** «К категории "скупка" не относится: а) «покупка предметов, продуктов и товаров для удовлетворения своих хозяйственных потребностей» и б) «если скупка сырья и других сельскохозяйственных продуктов производится на договорных началах за определенное вознаграждение исключительно для государственных и кооперативных организаций без продажи этих продуктов на сторону»; под понятие «торговля» не следовало «относить случаи, если хозяйство покупает или вместе с тем продает скот для подбора и улучшения состава стада или для расширения стада» (РГФЭ. Ф. 7733. Оп. 7. Д. 271).

ве 1928/29 г. – «наличие сложных с.-хозяйственных машин с целью извлечения прибыли от сдачи в наем». В директивном письме НКФ СССР от 19 апреля 1929 г. указывалось, что при рассмотрении законопроекта правительством этот признак был исключен «в целях поощрения полного использования всех имеющихся в деревне сельскохозяйственных машин» [22, л. 301].

Вторая группа кулацких хозяйств – «явно кулацкие хозяйства», которые облагались сельскохозяйственным налогом на общих с трудовыми хозяйствами основаниях (в общем порядке или с процентной надбавкой к доходу от сельского хозяйства), но в соответствии со ст. 44 Положения лишались льгот, предусмотренных законом по расширению посевных площадей. Установление признаков «явно кулацких хозяйств» относилось к компетенции союзных республик.

19 и 29 марта 1929 г. были приняты специальные постановления СНК СССР, в которых определялись ориентировочные признаки «явно кулацких хозяйств» [22, л. 286, 286 об., 306]. Перечисленные в постановлениях признаки были значительно шире признаков хозяйств «наиболее богатых», сформулированных в ст. 29 Положения и инструкции НКФ СССР от 4 апреля 1929 г. В точном смысле постановления правительства категория «явно кулацкие хозяйства» фактически рассматривается в качестве синонима понятия «все кулацкие хозяйства». Часть из них («наиболее богатая часть кулаков») облагалась налогом в индивидуальном порядке, остальные только лишались льгот по ст. 44 и облагались налогом в общем порядке или с процентной надбавкой.

В Постановлении СНК СССР от 19 марта 1929 г. был указан предельный процент «наиболее богатых кулацких хозяйств», подлежащих обложению в индивидуальном порядке: в целом по стране «не менее 2 и не более 3% хозяйств». Контрольные задания по выявлению «явно кулацких хозяйств» в нормативных документах Центра не были определены [22, л. 287 об., 309 об.].

НКФ СССР, проанализировав в марте-апреле 1929 г. постановления местных исполкомов, оценил сформулированные в них признаки для индивидуального обложения как «уклонение от основной линии, принятой по этому вопросу».

19 апреля 1929 г. НКФ СССР рассылает в НКФ союзных республик директивное письмо, в котором анализируются основные отступления от налогового законодательства. В письме сообщается, что «включение в новый общесоюзный закон подробного перечня признаков, дающих основания для привлечения хозяйств к обложению в индивидуальном порядке», ставит своей целью «устранить произвол низовых органов» и «обеспечить невозможность обложения в индивидуальном порядке середняцких хозяйств». «Предполагалось, – отмечается в письме, – что предоставление местным органам право изменять этот перечень должно быть использовано исключительно для приспособления его к местным особенностям, путем введения или исключения нескольких второстепенных признаков в соответствии с особенностями отдельных районов». Между тем, поступающие сведения

свидетельствуют о том, что «местные исполкомы пользуются предоставленным им правом слишком широко». В перечень признаков для обложения налогом в индивидуальном порядке, содержащийся в обязательных постановлениях окружных и губернских исполкомов, включались признаки, которые были «вполне сознательно исключены правительством из Закона о сельскохозяйственном налоге (например, использование в чужом хозяйстве сложных сельскохозяйственных машин)». К признакам относили «владение однопоставных ветряных и водяных мельниц, а также маслобоек, крупорушек и т.п., без ограничения, включенного в перечень признаков союзного закона (использования в промышленных предприятиях механических двигателей и наемной рабочей силы), хотя «доход от таких предприятий в большинстве случаев настолько незначителен, что нет никаких оснований относить его к категории нетрудового дохода».

«Нецелесообразными» были названы в письме и те постановления, в которых «к индивидуальному обложению привлекаются, при условии общей мощности, все хозяйства, подходящие под признаки, установленные для явно кулацких хозяйств, т.е. лишаемые льгот на расширение посева». По мнению наркома финансов СССР, «ввиду чрезвычайной неопределенности понятия «мощность» таким путем фактически почти полностью уничтожается деление на две категории. «Формально все такие случаи», как отмечается в письме, «не являются нарушением закона», так как никаких ограничений для губ- и окрисполкомов в дополнениях и изменениях признаков, сформулированного в статье 29 Положения, не было установлено. Но «по существу» многие дополнения «вызывают опасения» у руководства НКФ СССР, «что отдельные исполкомы при отсутствии достаточного руководства могут отойти от тех позиций, на которых стояло при издании Закона о сельскохозяйственном налоге правительство» [22, л. 301–301 об.].

1 июня 1929 г. СНК РСФСР направляет в региональные исполкомы директивное письмо «Об обложении кулацких хозяйств с.х. налогом в индивидуальном порядке». Признав существование нарушений, допущенных в постановлениях местных исполкомов при определении признаков для индивидуального обложения, правительство потребовало «дать следующие указания на места: (1) чтобы при утверждении списков кулацких хозяйств Риками и при проверках работы вышестоящими органами индивидуальное обложение не применялось к тем хозяйствам, основанием для обложения которых в этом порядке послужило лишь наличие мелкого кустарного предприятия, или незначительного дохода от эксплуатации мелкого кустарного предприятия, или незначительного дохода от эксплуатации сельскохозяйственных машин, при условии, что хозяйство не является одновременно владельцем нескольких предприятий; (2) этими же указаниями должны руководствоваться и налоговые комиссии при рассмотрении жалоб отдельных плательщиков, которые обязаны отменять индивидуальное обложение во всех случаях применения его к середняцким хозяйствам» [23, л. 84–84 об.].

В июне 1929 г. региональные органы управления рассылают на места директивы с требовани-

ем «в точности руководствоваться» перечнем признаков кулацких хозяйств, установленным нормативными документами, а также «обязательно иметь в виду» и ограничения в их трактовке (срок действия нетрудовых доходов, ограничительный минимум размера доходов). «Категорически» запрещалось обложение в индивидуальном порядке середняцких хозяйств [24, л. 48].

В начале 1929 г. вносятся изменения в *законотворчество о труде*. 20 февраля 1929 г. Постановлением ЦИК и СНК СССР был принят Закон «О порядке применения Кодекса законов о труде в кулацких хозяйствах» [25]. 21 мая 1929 г. СНК СССР принимает общеизвестное Постановление «О признаках кулацких хозяйств, в которых должен применяться Кодекс законов о труде», в соответствии с которым к кулацким относились хозяйства, обладающие одним из перечисленных в постановлении признаков*.

В постановлении указывался предельный размер дохода, облагаемого единым сельхозналогом, ниже которого хозяйство не считалось кулацким: 300 руб. на едока, но не более 1500 руб. на хозяйство. Здесь же совнаркомом союзных республик и краевым (областным) исполнительным комитетам предоставлялось право видоизменять указанные признаки и размеры дохода применительно к местным условиям.

Существовали серьезные разночтения в трактовке отдельных признаков кулацких хозяйств в постановлении от 21 мая 1929 г. и в законодательстве о сельскохозяйственном налоге на 1929/30 г. Так, в постановление от 21 мая было внесено указание о том, что наемный труд разрешается в пределах, которые не лишают избирательных прав, т.е. это положение полностью согласовывалось с законодательством о выборах в Советы. В налоговом законодательстве этого ограничения не было и, в результате такой «нестыковки» в трактовке признаков, хозяйство могло быть обложено налогом в индивидуальном порядке как кулацкое и в то же время не лишено избирательных прав, и наоборот, лишено избирательных прав, но не обложено налогом в индивидуальном порядке. А если учитывать, что, с одной стороны, согласно законодательству о выборах в Советы разрешается наемный труд в размерах, одинаковых по всей стране, а с другой, в

соответствии с налоговым законодательством правительства союзных республик и краевые исполкомы имели право вносить изменения в признаки кулаков (в том числе и количественные), то противоречия между налоговым законодательством и законодательством о выборах в Советы и, следовательно, с законодательством о труде, становятся еще заметнее.

Следует обратить внимание и на серьезные различия в определении количественного ограничителя в виде суммы размера дохода, при котором хозяйство может быть отнесено к группе кулацких. В налоговом законодательстве (инструкция НКФ СССР от 4 апреля 1929 г.) облагаемый доход для отнесения к группе «особо богатых кулацких хозяйств» был определен в 500 руб. при условии нетрудового дохода не менее 125-150 руб.; в законодательстве о труде – доход хозяйства, признаваемого кулацким, должен быть не менее 1500 руб. или 300 руб. на едока.

Практическое выявление кулацких хозяйств весной-летом 1929 г. проводилось на основании признаков, определенных в нормативных документах о порядке проведения сельскохозяйственного налога. По итогам учетной кампании к концу июля 1929 г. спущенные Центром плановые нормы по выявлению кулацких хозяйств (не менее 2%) не были выполнены почти по всем регионам страны: в основных зерновых районах РСФСР – в пределах от 1,1 до 1,7%, в незерновых – от 0,4 до 1,2%. Таким образом, сформулированные в законодательстве социально-экономические признаки (и, что особенно важно – ограничения в их трактовке), требования их строгого соблюдения местными финансовыми и налоговыми органами, привели к невыполнению контрольных заданий.

В начале августа 1929 г. НКФ СССР и РСФСР разослали на места секретные директивные письма с обвинениями местных финансовых органов в «недовыявлении кулачества», «замазывании классовой линии» и «правом уклоне» и проведении проверочной кампании по выявлению новых кулацких хозяйств и обложению их сельхозналогом в индивидуальном порядке [26, л. 27; 27, л. 73–75; 28, л. 52, 59; 29, л. 28–29].

Однако самые строгие обвинения местных руководителей в «замазывании классовой линии» и угрозы привлечения виновных к судебной ответственности не могли кардинально поменять ситуацию без внесения соответствующих изменений в нормативно-правовую базу. Сформулированные в законодательстве эксплуататорские признаки и требования их строгого соблюдения являлись существенным ограничителем в выявлении кулаков. Практика показала, что «существенным препятствием <...> является установление предельного размера облагаемого дохода для отбора кулаков» [30, л. 98]. Местные финансовые органы, указывая на «сложность довыявления кулаков, не нарушая закон», требовали в законодательном порядке расширить признаки кулацких хозяйств и снизить ограничительный признак минимального размера дохода для привлечения к индивидуальному обложению [28, л. 11, 27].

Многие региональные органы управления, не дожидаясь соответствующих письменных указаний

*«а) если хозяйство систематически применяет наемный труд для с.-х. работ или в кустарных промыслах и предприятиях – за исключением случаев применения наемного труда в тех пределах, в которое оно, согласно законодательству о выборах в Советы, не влечет за собой лишения избирательных прав; б) если в хозяйстве имеется мельница, маслобойня, крупорушка, просушка, волночесалка, шерстобитка, терочное заведение, картофельная, плодовая или овощная сушилка или другое промышленное предприятие – при условии применения в этих предприятиях механического двигателя, а также если в хозяйстве имеется водяная или ветряная мельница с двумя или более поставами; в) если хозяйство систематически сдает в наем сложные сельскохозяйственные машины с механическими двигателями; г) если хозяйство сдает в наем постоянно или на сезон отдельные оборудованные помещения под жилье или предприятие; д) если члены хозяйства занимаются торговлей, ростовщичеством, коммерческим посредничеством или имеют другие нетрудовые доходы (в том числе слугители культа)» // СЗ СССР, 1929. № 34. Ст. 31.

НКФ СССР и РСФСР, в первой половине сентября 1929 г. признали «ошибочность» собственных решений, принятых в начале налогового года «в установлении признаков для индивидуального обложения». В документах отмечалось, что «установление слишком ограничительных признаков» (например, «в части сдачи в наем помещений и найма рабочей силы (90 дней)» и «ограничительного минимума в 500 руб. дохода») является «главной причиной невыполнения контрольных заданий по выявлению кулацких хозяйств». Секретными директивами исполкомы потребовали от финансовых органов «внести изменения в систему обложения в сторону форсированного наступления на кулака с ломкой формальных рамок для обложения». «В целях изжития формального подхода к применению суммового признака» предлагалось «в отдельных случаях кулацкие хозяйства привлекать к индивидуальному обложению в установленном порядке, не считаясь с ограничительным признаком дохода» [28, л. 36; 31, л. 2–4; 32, л. 168; 33, л. 100].

Официальное требование (а не право, как было раньше) расширения признаков кулацких хозяйств было сформулировано в секретных циркулярах НКФ СССР от 24 сентября и 27 сентября 1929 г. «о пересмотре установленных предельных размеров облагаемого дохода, служащих признаком для обложения в индивидуальном порядке».

В циркулярах отмечалось, что «одной из причин недостаточно полного выявления кулацких хозяйств является установление на местах слишком высокого размера облагаемого дохода, по которым хозяйства могут быть отнесены к категории наиболее богатых кулаков». «Рекомендованной инструкцией по сельскохозяйственному налогу НКФ СССР от 4 апреля 1929 г. предельный размер облагаемого дохода в 500 руб., в том числе нетрудового – 125 руб.», оценивался как «слишком высокий». НКФ СССР обратил внимание наркомфинов союзных республик «на то обстоятельство, что при явных признаках кулацкого хозяйства наличие формального момента не должно являться препятствием к отнесению хозяйств к числу богатых кулаков». Поэтому «в тех случаях, когда установленный местными исполкомами размер облагаемого дохода является формальным препятствием к полному выявлению кулацких хозяйств для индивидуального обложения», местные финансовые органы обязаны были «срочно войти с представлением в соответствующие исполкомы о внесении в обязательные постановления таких изменений, которые обеспечивали бы полное выявление кулацких хозяйств» [22, л. 280; 34, л. 86].

В жесткой форме требование пересмотреть «все обязательные постановления местных исполкомов и их директивные указания, а также руководящие распоряжения финорганов с тем, чтобы устранить в них все формальные моменты, хотя бы в малейшей степени препятствующие полному выявлению кулацких хозяйств», было сформулировано в секретном циркуляре НКФ СССР «О выявлении кулацких хозяйств» (от 7 октября 1929 г.). В дополнение к предыдущим своим указаниям о пересмотре установленных предельных размеров облагаемого дохода, НКФ СССР потребовал «пересмот-

реть вопрос об установлении количества наемных рабочих и числа рабочих дней, при которых хозяйство может быть обложено в индивидуальном порядке». Обосновывая это требование, НКФ СССР сообщал, что устанавливаемые на местах ограничения, при которых хозяйства не могут быть обложены в индивидуальном порядке, в том числе и «предельные размеры наемной рабочей силы», «настолько широки, что они дают возможность кулачеству использовать эти ограничения для того, чтобы не подпасть под индивидуальное обложение» [16, л. Л. 86–86 об.; 22, л. 279].

Поставив перед финансовыми органами в качестве основной задачи «довыявление кулацких хозяйств», НКФ СССР и РСФСР в секретных директивах, направленных на места в сентябре-октябре 1929 г., уже не предостерегают местные органы власти от «левацких перегибов», как это было в директивах первого периода проведения налоговой кампании 1929/30 г.

В октябре 1929 г. соответствующие этим новым директивам решения принимают региональные исполкомы. Так, секретным циркуляром Севкрайисполкома от 1 октября было предписано «финансовым органам немедленно выйти с соответствующим проектом постановления в обл. или окрисполком о пересмотре суммового ограничительного признака», а постановлением от 12 октября – «расширить признаки, служащие для определения кулацких хозяйств». В директивах указывалось на право привлекать «к обложению в индивидуальном порядке все кулацкие хозяйства, имеющие один из признаков вне зависимости от размеров дохода и размера нетрудового дохода или наемного труда» [30, л. 73–74].

Циркулярами Севкрайфинуправления, разосланными окрфинотделам в октябре-ноябре 1929 г., запрещались ссылки в постановлениях местных исполкомов на секретные директивы НКФ СССР и РСФСР, которыми вносились изменения в налоговое законодательство. В свою очередь, в решениях райисполкомов о фактической отмене каких-либо ограничительных признаков отсутствовали ссылки на секретные директивы окружных органов [39, л. 43, 47, 48]. Таким образом создавалась видимость, что региональные органы управления принимали решения по своей инициативе, что позволяло при необходимости обвинить их в нарушениях налогового законодательства и отступлении от «линии партии и правительства».

Осенью-зимой 1929 г. проходила крупномасштабная кампания проверки результатов налоговой работы, «довыявления» кулацких хозяйств и выполнения контрольных заданий. В период проведения кампании за пять месяцев (август–декабрь 1929 г.) численность кулацких хозяйств в Северном крае была увеличена более чем в четыре раза (с 2 108 или 0,47% до 9 628 или 2,18%) [27, л. 194; 39, л. 141, 152, 182, 202, 234]. В РСФСР удельный вес кулацких хозяйств возрос с 1,6% на 1 октября и 1,95% на 1 ноября до 2,7% на 31 декабря 1930 г. [40, с. 139; 41, л. 36; 42, л. 62].

Обобщая вышесказанное, подчеркнем *особенности эволюции нормативной базы 1929 г., определяющей признаки кулацких хозяйств.*

1. В налоговом законодательстве, принятом весной 1929 г., приводится развернутый перечень признаков кулацких хозяйств и ряд разъяснений по таким наиболее распространенным эксплуататорским признакам, как «скупка» и «торговля», «применение наемного труда». Определялся также ряд существенных ограничений в трактовке признаков. Во-первых, оговаривался срок действия нетрудовых доходов – «предшествующий окладный год»; следовательно, хозяйства, имеющие нетрудовые доходы до мая 1928 г., индивидуальному обложению не подлежали. Во-вторых, указывался ограничительный минимум размера дохода, ниже которого хозяйство не могло облагаться налогом в индивидуальном порядке (500 руб., в том числе нетрудовой доход – более 125–150 руб.). В-третьих, в постановлениях местных исполкомов оговаривались количественные ограничители и по другим эксплуататорским признакам, в том числе за «применение наемного труда».

Предоставив краевым и областным исполкомам право вносить изменения в перечень признаков кулацких хозяйств «применительно к особенностям отдельных районов», циркуляры центральных финансовых органов в начальный период налоговой кампании предупреждали о недопустимости чрезмерного их расширения и дополнения с целью не допустить повторения ошибок предыдущего года (применение индивидуального обложения к средняцким хозяйствам).

Итоги проведения учетной кампании (май-июль 1929 г.) показали невыполнение минимальных контрольных заданий по выявлению 2% кулацких хозяйств в большинстве районов страны. *Сформулированные в законодательстве признаки эксплуататорских хозяйств и требования их строгого соблюдения являлись существенным ограничителем в выявлении кулацких хозяйств.*

2. В сентябре-октябре 1929 г. секретными циркулярами НКФ СССР вносятся изменения в нормативно-правовую базу, регламентирующую признаки кулацких хозяйств, с целью устранения «всех формальных моментов, которые в малейшей степени препятствовали полному выявлению кулацких хозяйств» (отменен ограничительный размер дохода, при наличии которого допускалось привлекать хозяйство к индивидуальному обложению). Местным исполкомам предписывается внести изменения в обязательные постановления о признаках кулацких хозяйств: «расширить признаки, служащие для определения кулацких хозяйств» и пересмотреть (или отменить) установленные ранее количественные ограничители, в том числе и по признаку «применение наемного труда». В директивах указывалось, что «к обложению в индивидуальном порядке привлекаются все кулацкие хозяйства, имеющие один из признаков вне зависимости от размеров дохода и размера нетрудового дохода или наемного труда».

С осени 1929 г. региональные органы управления в своих директивах, а местные работники в практической деятельности по выявлению кулацких хозяйств руководствовались не законодательством, принятым в первой половине 1929 г., а секретными циркулярами, директивами, письмами и распоря-

жениями Центра («теневым законодательством» осени 1929 г.).

Отмена основных ограничений в трактовке эксплуататорских признаков устранила существующие ранее серьезные препятствия к выявлению кулацких хозяйств и позволила при необходимости идентифицировать «классовое лицо» по политическим критериям, формально «подкрепляя» их социально-экономическими признаками.

Таким образом, была создана необходимая «правовая» база для расширения объема социальной группы «кулачество» за счет включения в нее крестьян, сопротивляющихся политике власти, и ее превращения из социально-экономической группы сельских эксплуататоров в социально-политическую группу «врагов советской власти».

Работа выполнена при поддержке РГНФ (проект № 09-01-41103 а/с; Аграрная модернизация Европейского Севера в XX вв. (на материалах коми деревни).

Литература

1. Данилов В.П., Красильникова С.А. Вместо предисловия // Спецпереселенцы в Западной Сибири. 1930– весна 1931 г. / Сост. С.А.Красильникова, В.Л.Кузнецова, Т.Н.Осташко и др. Новосибирск: Наука, 1992.
2. Гуцин Н.Я. «Раскулачивание» в Сибири (1928-1934 гг.): методы, социально-экономические и демографические последствия. Новосибирск: ЭКОР, 1996.
3. Околотин В. Власть и налоги. Иваново: Русский Манчестер, 2002. С. 148; Савельев С.И. Раскулачивание: как это было в Нижне-Волжском крае. Саратов: Саратовская государственная сельскохозяйственная академия, 1994.
4. Самосудов В.М. Современная отечественная историография коллективизации (1980-е – середина 90-х годов). Омск: ОГУ, 1998.
5. *Современные концепции аграрного развития. Теоретический семинар // Отечественная история. 1995. № 3.*
6. Солопов А.Н. Кого считали кулаком в 1924-1925 годах? // Трудные вопросы истории. М., 1991.
7. *Собрание законов СССР. 1928. № 24. Ст. 212.*
8. *Российский государственный архив экономики. Ф. 7733. Оп. 5. Д. 761. (Далее – РГАЭ).*
9. *Государственное учреждение «Государственный архив Вологодской области». Ф. 2. Оп. 1. Д. 1925. (Далее – ГУ «ГАВО».);*
10. *ГУ «ГАВО». Ф. 5. Оп. 1. Д. 3074.*
11. *ГУ «ГАВО». Ф. 1853. Оп. 11. Д. 44.*
12. *ГУ «ГАВО». Ф. 1853. Оп. 12. Д. 31.*
13. *ГУ «ГАВО». Ф. 267. Оп. 1. Д. 3226.*
14. *Государственной учреждение Республики Коми «Национальный архив Республики Коми». Ф. 1. Оп. 2. Д. 666. (Далее – ГУРК «НАРК»).*
15. *Трагедия советской деревни. Коллективизация и раскулачивание. 1927–1939. Документы и материалы. В 5-ти тт. / Т. 1. Май 1927 – ноябрь 1929 / Под. ред. В. Данилова, Р. Маннинг, Л. Виолы. М.: РОССПЭН, 1999.*
16. *Государственный архив Российской Федерации. Ф. А-411. Оп. 16. Д. 1. (Далее – ГАРФ).*

17. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 7. Д. 273.
18. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 8. Д. 191.
19. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 9. Д. 206.
20. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 12. Д. 546.
21. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 7. Д. 271.
22. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 7. Д. 275.
23. ГУРК «НАРК». Ф. 3. Оп. 1. Д. 1409.
24. *Областное государственное учреждение «Государственный архив Архангельской области»*. Ф. 910. Оп. 1. Д. 150. (Далее – ОГУ «ГААО»).
25. *Собрание законов СССР*. 1929. № 14. Ст. 117.
26. *Великоустюжский филиал ГУ «ГАВО»*. Ф. 38. Оп. 1. Д. 22. (Далее: ВУФ ГУ «ГАВО»).
27. ВУФ ГУ «ГАВО». Ф. 38. Оп. 1. Д. 32.
28. ОГУ «ГААО». Ф. 910. Оп. 1. Д. 165.
29. ОГУ «ГААО». Ф. 910. Оп. 1. Д. 166.
30. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 7. Д. 272.
31. ГУ «ГАВО». Ф. 5. Оп. 1. Д. 2.
32. ГУ «ГАВО». Ф. 407. Оп. 1. Д. 114.
33. ВУФ ГУ «ГАВО». Ф. 38. Оп. 1. Д. 26.
34. ГАРФ. Ф. А-411. Оп. 16. Д. 1.
35. ОГУ «ГААО». Ф. 910. Оп. 1. Д. 309.
36. *«Тянут с мужика последние жилы...»*: Налоговая политика в деревне (1928–1937 гг.): Сб. документов и материалов / Сост. Н.Е. Глузенко, М.М. Кудюкина, Н.А. Ивницкий и др.; Редкол.: Н.А. Ивницкий (отв. ред.) и др. М.: Собрание, 2001.
37. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 7. Д. 206.
38. РГАЭ. Ф. 7733. Оп. 8. Д. 191.

ПОЛИТИЧЕСКАЯ ССЫЛКА И РЕПРЕССИВНЫЙ АППАРАТ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ В НАЧАЛЕ XX СТОЛЕТИЯ

М.В.ТАСКАЕВ

Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

secr.hist@mail.komisc.ru

Статья посвящена истории политической ссылки на европейском Северо-Востоке страны в начале XX в. Автор анализирует отношения высланных с местным населением, освещает их (ссылных) политическую деятельность в регионе и реакцию полицейского аппарата.

Ключевые слова: европейский Северо-Восток, политическая ссылка, политические ссылки (политссылные), партийная деятельность

M.V. TASKAYEV. THE POLITICAL EXILE AND THE REPRESSIVE MACHINERY IN THE EUROPEAN NORTH-EAST OF THE RUSSIAN EMPIRE IN THE BEGINNING OF XX CENTURY

The article is devoted to the history of the political exile in the European north-east of the country in the beginning of XX century. The author analyzes the relations between the exiled and the native population, throws light upon the political activity of the exiled in the region and the reaction of the law enforcement community.

Key words: European north-east, political exile, politically exiled, party activity

Европейский северо-восток Российской империи – это Печорский уезд Архангельской губернии, Усть-Сысольский и Яренский уезды Вологодской губернии, населенные в основном коми (зырянами), русскими и ненцами и условно называемые в региональной историографии Коми (Зырянским) краем (современные территории Ненецкого автономного округа Архангельской области, южной части Архангельской области и Республики Коми). Общая площадь этих северо-восточных уездов России составляла 455 779,9 кв. верст, что в несколько раз превышало площадь любой европейской губернии страны (за исключением Архангельской и Вологодской) и составляло ок. 50% территории Архангельской и Вологодской губерний. Наиболее обширным по территории был Печорский уезд, образованный в 1891 г. Его территория составляла 256 тыс. кв. верст, здесь размещались 16 волостей, 207 деревень, сел, выселков и починков (вся площадь Архангельской губернии из девяти уездов насчитывала 748 050,7 кв. верст). Площади Усть-Сысольского и Яренского уездов – соответственно 148 775,3 и 51 004,6 кв. верст – это были самые большие по территории уезды Вологодской губернии. По данным Первой всеобщей переписи населения России 1897 г., в Печорском уезде проживало 35 296 чел., плотность населения – 0,1 на кв. версту. В Усть-Сысольском уезде численность населения составляла 95 380 чел. (из них городского 4 463), плотность населения – 0,6 на кв. версту. В Яренском уезде проживало 47 038 чел. (из них городского 991), плотность населения – 0,9 на кв.

версту. В Печорском уезде городов не было, в уездном центре с.Усть-Цильме на момент переписи проживало 2100 чел. (в обиходе село называлось городом, поскольку по численности населения не уступало некоторым уездным городам Архангельской и Вологодской губерний). В 1912 г. численность населения Печорского уезда достигла 48 648 чел. Самой населенной являлась Усть-Цилемская волость, здесь в 1912 г. проживало 9 919 чел. В уездных центрах Усть-Сысольске и Яренске – 4463 и 991 чел. соответственно. В 1912 г. в Усть-Сысольске – 6 268, Яренске – 1 427 чел. [1]. Прирост населения был медленным, в 1904-1905 гг. в Усть-Сысольском уезде насчитывалось 96 346, а в Яренском – 49 427 чел.; в Печорском уезде прирост шел быстрее, в 1905 г. здесь проживало 40 084 чел. [2]. В национальном отношении коми (зыряне) представляли большинство населения европейского Северо-Востока. На рубеже XIX – XX вв. в Печорском уезде 62,79% составляло комиязычное население, русских насчитывалось 29,25%, ненцев – 7,9% (кочевники-ненцы были приписаны к Пустозерскому, Усть-Цилемскому и Ижемскому обществам). В Усть-Сысольском уезде 92,32% сельского населения признавали родным коми (зырянский) язык. В Яренском уезде было 68,9% комиязычного и 30,9 русскоязычного населения [3].

Традиционно европейский Северо-Восток страны использовался властью как регион политической ссылки. Вопросами ее истории (в том числе о влиянии ссылки на население региона) занимались Т.П.Раевская, В.И.Чупров [4], однако их публи-

кации были посвящены прежде всего социал-демократическому сектору ссылки. В настоящей статье более подробно анализируются состав и деятельность политических ссыльных в регионе, чем предыдущие публикации на эту тему [5].

В 1903 г. в России была издана новая редакция Уголовного уложения, согласно которому в отношении совершивших политическое преступление применялись следующие наказания: смертная казнь, каторга, тюрьма, ссылка, ограничение мест жительства, полицейский надзор, административное взыскание, понижение с увольнением по службе или исключение из учебного заведения. По данным либерального журнала «Вестник Европы», на 1 января 1907 г. по России насчитывалось 9 тыс. чел. административно-высланных по политическим мотивам. По данным российского Министерства юстиции, в 1906 г. было выслано 16 182, в 1907 г. – 21 096, в 1908 г. – 15 689, в 1910 – 6 800, в 1911 г. – 5 403, в 1912 г. – 5 514 чел. [6].

Европейский Северо-Восток как ссыльный регион всегда использовался имперской властью, но после поражения первой русской революции количество ссыльных здесь резко увеличилось (в полицейском обиходе регион прозвали «Подмосковной Сибирью»). По сведениям Л.П.Рощевской [7], в 1890-1903 гг. в Архангельской и Вологодской губерниях насчитывалось соответственно 243 и 169 политссыльных, по социальному положению 80,9% высланных составляли крестьяне и мещане. В 1900 г. в Усть-Сысольском и Яренском уездах имелось всего 30, в 1904 г. – уже 200 политссыльных, из них 40-48% составляли рабочие, 5-14 – крестьяне. С ноября 1905 по декабрь 1906 г. в Усть-Сысольский и Яренский уезды Вологодской губернии сослали 162 чел. Согласно «Ведомости о числе политссыльных в Архангельской губернии» в 1905 г. здесь насчитывалось 427, в 1906 г. – 2 283 (из них 1 572 были высланы в порядке Положения о государственной охране и 711 – в порядке правил военного положения), в 1907 г. в губернии насчитывалось 870, в 1908 г. – 2 290 политссыльных [7]. По другим данным, численность ссылки в указанных уездах была несколько иной: так, в мае 1903 г. в Усть-Сысольске было только трое ссыльных – это подпоручик Лихачев, потомственный почетный гражданин М.Д.Синайский и мещанин Богданов, обвиняемые в «государственных преступлениях». С прибытием к концу года партии ссыльных в составе потомственного почетного гражданина А.К. Гастева, уроженца Суздаля, мещан Анны и Вениамина Булатовых, крестьян Сотина, Афонина, Маева и Разумовской общее количество ссыльных в городе составило 10 чел., из них четверо были высланы по политическим мотивам. В 1905 г. в регионе насчитывалось 51, в 1908 г. – 1 224, в 1909 г. – 1 031 (без учета Печорского уезда) административно-высланных. В 1911 г. в Печорском уезде насчитывалось 269, в 1912 г. – 115 ссыльных [8].

Начиная с осени 1905 г. ссылка на европейский Северо-Восток постепенно становится массовой (согласно «Манифесту 17 октября» в стране объявлялась полная политическая амнистия, но уже в ноябре 1905 г. ссылка возобновилась). Основными причинами высылки были: «за принад-

лежность к преступной организации и разбрасывание прокламаций», «за противоправительственную агитацию», «по изобличению в принадлежности к группе экспроприаторов-грабителей», «в принадлежности к партии анархистов и вымогательства с угрозами денег», «за принадлежность к революционной организации», «за противоправительственную агитацию среди крестьян и за подстрекательство последних к неплатежу повинностей и к аграрным беспорядкам», «за порочное поведение и принадлежность к революционным организациям», «по изобличению в сношениях с революционерами, в укрывательстве дезертиров и в снабжении их подложными паспортами», «по изобличению в революционной деятельности и принадлежности к шайке грабителей», «за принадлежность к преступным организациям и участие в нелегальном собрании», «за революционную пропаганду и подстрекательство рабочих к забастовкам» и т.д. [9].

В политическом отношении административно-высланные представляли в основном левый блок крупных российских партий – Партию социалистов-революционеров (ПСР); Российскую социал-демократическую рабочую партию (РСДРП); Польскую социалистическую партию (ППС); Союз социалистов-революционеров-максималистов; Всеобщий еврейский рабочий союз в Литве, Польше и России (Бунд); группы анархистов-коммунистов; социал-демократическую партию Польши и Литвы. Имелись также представители таких политических партий и объединений, как «Бакинская красная сотня», «Уральский боевой союз», еврейская социал-демократическая партия «Паолей Цион», «Крестьянское братство Киевской губернии», «Всероссийский железнодорожный союз» и др. Основную массу ссылки составляли беспартийные рабочие и крестьяне, высланные за организацию беспорядков. Партийную деятельность в условиях ссылки смогли возобновить эсеры, социал-демократы, ППС, анархисты-коммунисты.

В ссылке на европейском Северо-Востоке к активным работникам ПСР относили себя, например, следующие политссыльные: Б.А.Володко (уроженец Ковенской губернии, совершил побег из яренской ссылки 4 ноября 1907 г.), К.Л.Богуславский (член областного партийного комитета,) М.М.Гаргер (Смоленский комитет), П.П.Андрушис (Псковская террористическая группа ПСР), Н.Ф.Ковальков (из г.Ковно), И.М.Зеликман (Новомосковская организация ПСР), П.С.Федоров (Санкт-Петербургская боевая организация), С.З.Гарфункель (он же «Михаил Ильин») и др. Активными работниками РСДРП были: З.М.Беленский (из Витебской губернии, за активную деятельность в ссылке переведен в 1907 г. из Яренска в с.Усть-Кулом Усть-Сысольского уезда), И.Н.Стуков, Ш.З.Рабинович (он же Пейсар Мойзлер, из Волынской губернии, попытался бежать из Яренска в сентябре 1907 г., переведен в Усть-Сысольск), В.Н.Подбельский (Саратовский комитет РСДРП, после революции 1917 г. советский нарком почт и телеграфов), С.М.Семков (совершил побег из Яренска в 1910 г.), М.М.Лашевич, З.П.Соловьев (Саратовский комитет РСДРП, друг Дмитрия Ульянова, пробыл в Усть-Сысольске с 1909 по 1912 гг.) и др. Активными работниками

Бунда в коми-зырянской ссылке были: А-Л.Ш.Гуревич (еврейская самооборона Ковенской губернии), А.Г.Каган, Ш.М.Кашуко (Волынская губерния), Э.Ш.Столяр (Киевская губерния, за активность в яренской ссылке переведен в Усть-Сысольск в 1909 г.) и др. Активными анархистами-коммунистами считались ссыльные: П-Х.И.Бродский (Киевская боевая организация), М.С.Богин (скрылся из Яренска в 1910 г.), В.Т.Зельманов (из Волынской губернии, в 1910 г. переведен в Усть-Сысольск), Ш.Г.Кожевник (скрылся из Яренска 10 августа 1909 г.), И-Г.Л.Абель (Киевская летучая группа) и др. Активными работниками ППС являлись: Ф.В.Гржегорчик (уроженец г.Ежов, боевая организация ППС), А.М-Л.Дуо (скрылся из Яренска в декабре 1907 г.), Б.А.Ильинский (боевая организация ППС, скрылся из Яренска в декабре 1907 г.), А.В.Ягелло и др.

В 1908 г., по данным яренского уездного исправника, в Яренском уезде насчитывалось 527 ссыльных, «...из них социал-демократов (без подразделения на большевиков и меньшевиков) – 40 чел., эсеров – 31, остальные 458 чел. – в других политических партиях (кадеты, анархисты, бундовцы, ППС)...». В Усть-Сысольском уезде насчитывалось в это же время «... ссыльных – 504 чел., из них социал-демократов – 33 чел., эсеров – 43. Остальные 428 ссыльных – на все другие партии...» [11]. По другим данным в Усть-Сысольском уезде, в основном, в уездном центре находилось в 1908 г. 630 ссыльных, из них сосланных по приговорам крестьянских обществ 29, политических 561, высланных административными властями 40 чел. Из этого числа в самовольной отлучке находилось (т.е. совершили побег) 79 чел., в тюрьме содержалось 11 «политических» (12). Безусловно, столь большое количество политссыльных, высланных в указанные уезды за активную антигосударственную деятельность, не могло не оказать влияния на коренное население.

Национальный состав ссыльных в регионе, к сожалению, пока не изучен, но можно выделить большое количество евреев, украинцев, поляков и русских среди высланных. Размещаемые практически в однородной этнической городской и волостной коми среде ссыльные сразу становились объектом пристального внимания со стороны местных обществ. Нередко отношения между ссыльными и крестьянскими обществами носили ярко выраженный враждебный характер. Известны случаи, когда крестьяне просили власти убрать из волостей ссыльных. Так, в 1903 г. Визинское крестьянское общество Усть-Сысольского уезда специально обратилось в уездную администрацию с просьбой удалить из волости ссыльного украинца К.Ф.Шевченко (как написано в полицейском рапорте, «исключительно по недоверчивости крестьян к пришлому элементу») [13]. В июне 1906 г. усть-сысольский уездный исправник В.Булатов направил в Вологду в губернское жандармское управление рапорт, где писал: «... Отношение мещан г.Усть-Сысольска к поднадзорным обостренное и враждебное настолько, что 12 июня в полицейском управлении усть-сысольский мещанский староста Кудинов заявил мне, что политические поднадзорные часто посещают с песнями прилегающие к го-

роду слободки Изкар, Тентюково и Нижний Конец и нарушают этим тишину и спокойствие, заходят на мещанские вечеринки и наносят парням побои, чем возбуждают молодежь против себя. Бывали также случаи, что пьяные поднадзорные учиняли разные бесчинства, а некоторые из них даже подозреваются в кражах, почему по наблюдению мещанского старосты мещане на поднадзорных смотрят очень недружелюбно и если отношения первых к последним обостряются, то, по мнению его, возможны расправа и избиение поднадзорных мещанами этих слободок. Враждебность к поднадзорным чувствуется и в среде городских жителей и мещан, так как поднадзорные ведут себя крайне буйно и вызывающе». Далее в документе перечисляются примеры «буйства» политссыльных в Усть-Сысольске: «... в апреле Маслюченко и Поляков нарушили работу в камере городского судьи во время разбора дела... политссыльный Волков разбил надмогильный мраморный камень на могиле Образцова на городском кладбище... В июне в слободке Нижний Конец были разбросаны прокламации... 12 июня пьяные политссыльные Козин и Момякин зашли в городскую больницу и учинили там погром... Ссыльные разрезали на реке рыболовные снасти, принадлежащие Безносову, Вишератину и Безосову... 22 июня ссыльные Поляков, Ларионов, Павликов, Михалев и В.Иванов устроили массовую драку с горожанами, нанесли ножевую рану А.Тебенькову. В этот же день было совершено нападение ссыльных на постового полицейского стражника, тот был обезоружен. После этого инцидента стражника уволили... ссыльный Маслюченко "во время учебы ратников возбуждал последних к неповиновению и вел противоправительственную агитацию"» [13].

В полицейских донесениях становых приставов можно встретить множество рапортов о массовых стычках (нередко с применением холодного оружия) между ссыльными и коми крестьянами, постоянно циркулировали слухи о готовящемся массовом избиении ссыльных местной молодежью или наоборот. Например, 15 марта 1908 г. группа ссыльных из семи человек в усть-сысольской пивной Вроблевского попыталась украсть портмоне (где лежало 60 коп.) у крестьянина Михаила Сорвачева (по прозвищу «Синтом Мишка»), в итоге завязалась драка, вскоре вылившаяся на улицу и быстро ставшая массовой. С криком «Зыряне, берегись, у ссыльных в руках ножи!» один из местных драчунов побежал в сторону городского. В драку вмешалась полиция, с шашками наголо прибыли стражники, с трудом порядок восстановили. Позднее, городской Никита Сидоров отмечал в рапорте, что «шайка ссыльных кричала и ругалась скверно-матерными словами» [14]. Подобные ситуации возникали также и в Яренском и Печорском уездах.

Пытаясь выяснить причину неприязненного отношения к ссыльным со стороны местного населения, усть-сысольский исправник в марте 1909 г. писал в ВГЖУ: «Экономический быт ссыльных, не получающих от казны пособие (ссыльный получал на содержание от государства от 8 руб. 30 коп. до 11 руб. в месяц, кроме того обеспечивался одеждой и обувью, но нередко пособие задерживалось –

М.Т.) и из-за отсутствия в уезде заработков, весьма плохое, и многие из таковых ссыльных занимаются кражами и нищенством, к местному населению большинство ссыльных относится недружелюбно, а равно и население уезда, за весьма небольшим исключением, имеет к большинству ссыльных враждебное отношение» [15].

Постоянное увеличение количества ссыльных в уездных центрах привело вскоре к тому, что они постепенно начинали чувствовать себя хозяевами маленьких северных городков, диктуя полиции свои требования. Крупнейшие по местным меркам беспорядки произошли в Усть-Сысольске 25-26 июня 1906 г., когда политссыльные осадили местное полицейское управление. Лучше всего об этих событиях изложено в архивном документе – рапорте в Вологодское жандармское управление от 1 июля 1906 г.: «25 июня в 8 часов вечера состоящие под гласным надзором полиции в числе 37 чел. собрались на Спасской улице г.Усть-Сысольска с целью устроить демонстрацию и успели пройти по этой улице с пением революционных песен. Все это время тут же на тротуарах находились небольшими группами молодые люди из местных обывателей, но держали себя совершенно в стороне от поднадзорных и не только не принимали участие в пении с ними, но, видимо, были настроены против них. После двух предупреждений поднадзорные разошлись по своим квартирам. Вся колония поднадзорных состоит из 74 чел., в числе которых особенно выдающиеся своим дурным поведением являются Поляков, Иванищев, Павликов, Ларионов, Михалев, Владимир Иванов, Богданов и Мазалов, которые высланы из Ростова-на-Дону за порочное поведение, и влиятельным лицом является ссыльный Пашин, человек крайне революционных убеждений и взглядов, а агитаторами и подстрекателями к разным демонстрациям и нарушениям общественного порядка и спокойствия – Поляков, Хаит и Шаров. Настроение как главарей, так и остальных поднадзорных крайне возбужденное и вызывающее, по всей вероятности, с целью вызвать полицию на столкновение. После 25 июня Полякова, Павликова, Ларионова, Михалева и Владимира Иванова решили выслать в уезд. 26 июня поднадзорные до 55 человек во главе с Пашиним потребовали отменить самовольную высылку в уезд... ссыльные ворвались в полицейское управление, несмотря на караул и предупреждение часового... ворвались в канцелярию полицейского управления. Уездный исправник распорядился прямо не впускать их и приказал запереть двери изнутри. Исправник заявил, что будет говорить только с выборными от колонии... затем вышел во двор». Политссыльные добились переговоров с исправником, выдвинув, в частности, требования «Не допустить высылки в уезд товарищей» и «О невоспрещении ходить всей колонией с пением революционных песен». Исправник повел себя с буйной толпой твердо, заявив, что все ссыльные, замеченные в «... порочном поведении ... постоянном пьянстве и буйстве в Усть-Сысольске» будут высылаться в уезд. Заявление исправника было подкреплено вооруженными винтовками, полицейскими. До стрельбы дело не дошло, ссыльные разошлись. Подпи-

савшие рапорт исправник В.Булатов и уездный воинский начальник капитан Крылов, отмечали, что «... все поднадзорные были крайне возбужденного настроения и обращение последних было грубое и вызывающее. Порицалось ими правительство, закон...» [16].

Усть-сысольская уездная тюрьма, построенная в 1864-1865 гг., была рассчитана на 30 узников и отнюдь не являлась символом устрашения, ибо спустя 40 лет все здание и стены сильно обветшали. Кроме камер (мужское и женское отделение) в тюрьме имелись кухня с хлебопекарной печью, часовня (в начале XX в. часовня была занята под камеру, а вместо нее построена деревянная церковь), цейхгауз, баня (построена в 1905 г.), кузница и слесарная мастерская (построены в 1896 г.), флигель-контора (строилась и перестраивалась в 1865-1891 гг.). В 1903 г. уголовные заключенные устроили бунт в тюрьме, избили надзирателей. В 1909 г. заключенный К.И.Жеребцов бежал из тюрьмы, перепрыгнув через ветхую деревянную тюремную ограду во время прогулки. Поиски Жеребцова полицейскими Усть-Сысольского и Яренского уездов не увенчались успехом. Яренские полицейские сообщали, что «во вверенном мне ...участке Яренского уезда» К.И.Жеребцов «не оказался» [17]. После столь дерзкого побега администрация уезда выделила деньги на модернизацию тюрьмы. 16 июля 1910 г. тюрьма была осмотрена специальной комиссией во главе с уездным исправником В.К.Синявским (в комиссию входили также председатель Усть-Сысольской земской управы уезда В.П.Оплеснин, городской голова Усть-Сысольска М.С.Жеребцов). Комиссия приняла решение о полном ремонте и модернизации тюрьмы и составила смету на 5 500 руб. Модернизация тюрьмы продолжалась до сентября 1910 г. После ремонта начальник тюрьмы М.В.Точнев был уволен, новым начальником стал Хмелевский. С 1910 г. в тюремных камерах могли содержаться 52 заключенных.

В цейхгаузе в декабре 1906 г. при полицейском управлении Усть-Сысольского уезда насчитывалось 20 винтовок, выдано было стражникам 5 шт., в казначействе еще имелась одна винтовка, в итоге, уездная полиция располагала 276 винтовками. Кроме того, на складе хранилось 3 744 боевых патронов. Имелись также шашки в количестве 16 шт. Еще в цейхгаузе в большом количестве хранилось воинское обмундирование времен Крымской войны. Летом 1918 г. уже советские власти Усть-Сысольска взломали цейхгауз и выдали форму улан и гусар отрядам добровольцев в Красную Армию (их так и прозвали потом «красными гусарами»).

Несмотря на постоянную слежку и давление со стороны полиции, политссыльные сумели наладить в регионе политическую деятельность. Под влияние политссыльных попадала прежде всего региональная интеллигенция. Попытки малочисленной коми интеллигенции и политссыльных активизировать общественно-политическую жизнь в регионе привели к кратковременному функционированию здесь политических объединений кружкового типа, из которых к наиболее многочисленным относились партийные организации кружкового типа ПСР, РСДРП, Конституционно-демократической

партии (кадетов), ППС. Представители других партий если и занимались политической деятельностью в ссылке, то без оформления партийных организаций. Касааясь деятельности ПСР в Коми крае до 1917г., советские историки признавали: «Значительно было тлетворное влияние эсеров» [18].

Известны четыре организации ПСР в Коми крае до 1917г. Это «Усть-Сысольская окружная организация социалистов-революционеров», возникшая в 1905г. и существовавшая до 1914 г.; Нючимская организация, возникшая в 1905 г. (по другим данным, в 1907 г.) и распавшаяся в 1908 г. (по другой версии, в 1909 г.); Яренская организация, существовавшая в 1907-1909 гг.; Усть-Цилемская организация, существовавшая в 1908-1910 гг. Все организации ПСР в регионе были созданы благодаря инициативе ссыльных эсеров. В состав организаций, помимо политссыльных, входили коми крестьяне, рабочие, служащие, представители церковного причта. В общей сложности в региональных организациях ПСР насчитывалось не менее 100-150 чел.

Главными направлениями работы эсеров на европейском Северо-Востоке стали агитационно-пропагандистская и организационная деятельность. Эсеровская печатная продукция получила большое распространение в регионе. Советский историк В.Н.Давыдов в статье «Классовая борьба в Коми крае в годы первой русской буржуазно-демократической революции» вынужден был признать, что «... больше всего сведений имеется об обнаруженных листовках и брошюрах эсеровского содержания» [19]. За распространение подобной продукции полиция задерживала как политссыльных, так и уроженцев Коми края.

Наряду с ПСР, активной политической деятельностью занимались в ссылке на европейском Северо-Востоке созданные здесь организации РСДРП. В историографии деятельность социал-демократов освещена достаточно подробно, остановимся только на основных моментах. Существовали в разное время пять региональных организаций РСДРП (Усть-Сысольская, Яренская, Усть-Цилемская, Ижемская, на лесозаводе «Стелла Поларе»), состоящие в основном из политссыльных с минимальным привлечением представителей местного населения. В отличие от эсеров, социал-демократы более успешно действовали в Яренском уезде и непосредственно в Яренске. Т.П.Раевская подробно осветила этот вопрос, акцентировав внимание на издание нелегального журнала «Яренская колония политических ссыльных».

В начале XX в. на всем европейском Северо-Востоке не издавалось ни одной региональной газеты, не говоря уже о журнале, в уездные центры и волости доставлялась только центральная и губернская периодика. Поэтому появление в Яренске нелегального журнала политссыльных стало настоящей региональной сенсацией.

Всего вышло два номера этого журнала (№1 – 1 октября 1909 г., №2 – 18 ноября 1909 г.). По мнению Т.П.Раевской, именно яренская социал-демократическая группа организовала выпуск подобного издания. Яренская группа РСДРП существовала в 1909-1910 гг., в ее состав входили Ф.А.Андреев, Г.И.Кашевский, А.Л.Голдина (Сердюковская), В.Н.Тол-

мачев, Я.Д.Зевин, И.Т.Фиолетов, А.А.Ланина, С.М.Семков, И.Н.Стуков, А.В.Харитонов и др. Лидерами группы и организаторами журнала «Яренская колония политических ссыльных», а также членами его редколлегии являлись В.Н.Подбельский и П.Л.Ровнер. Журнал тиражировался на гектографе, тираж составлял предположительно около 100 экземпляров (гектограф, представлявший собой простейший прибор для тиражирования текста, не мог распечатать большой тираж). Задачи журнала были обрисованы редколлегией следующими: «Наш орган будет обсуждать интересы ссылки и ее колониальной организации. Все вопросы, волнующие современную ссылку и освещающие ту или другую сторону ее жизни, будут встречать живой отклик на его страницах. Разносторонность современной ссылки, ее разьединенность, полицейские условия, ставящие препятствия организационной деятельности и планомерному обсуждению различных вопросов, вполне оправдывают, по нашему мнению, появление такого органа...»[20]. Выпуск журнала политссыльных в Яренске стал политической бомбой для всей Вологодской губернии как для колоний административно-высланных, так и полиции, т.е. потенциально наиболее активных читателей нового регионального печатного органа.

В Яренск, в адрес журнала стала поступать корреспонденция со всех мест высылки Вологодской губернии, что говорит о популярности издания среди политссыльных. Редколлегия удалось скомпоновать и растиражировать второй номер журнала – это вызвало вполне определенную реакцию полиции. Как и первый, второй номер журнала освещал жизнь колоний политссыльных на Севере, в первую очередь в Коми крае: условия проживания, ценовой и полицейский режимы и т.д. Был арестован И.Н.Стуков, очевидно, имевший к изданию журнала самое непосредственное отношение. На квартирах членов редколлегии был произведен обыск: у Петра «Аким» Ровнера полиция изъяла, помимо революционной литературы и архива яренской колонии политссыльных, несколько экземпляров журнала, а у В.Н.Подбельского был обнаружен и изъят гектограф. В итоге, тиражирование журнала «Яренская колония политических ссыльных» усилиями полиции было остановлено.

Основными направлениями деятельности ссыльных социал-демократов были: распространение антиправительственной литературы, прокламаций, беседы с жителями городов и волостей на политические темы. Под влиянием такой деятельности отдельные представители местного населения вступали в РСДРП. Так, в 1907 г. в усть-сысольскую группу РСДРП вступил коми крестьянин из Пажги А.И.Михайлов. Ссыльный социал-демократ Лебедев организовал в Усть-Цильме кружок из крестьянской молодежи, куда входили местные крестьяне С.И.Тиранов, Т.О.Чупров, Я.П.Поздеев, Г.В.Хатанзейский и др.

Яренская и Усть-Сысольская группы РСДРП входили в свою очередь в Великоустюгскую организацию РСДРП. Из Великого Устюга в Яренск и Усть-Сысольск поступала партийная литература, газеты, прокламации.

По мере отъезда и приезда новых партий политссыльных в регионе то замирала, то оживлялась

их политическая деятельность. Сложно сказать, когда точно сформировались Яренская и Усть-Сысольская организации РСДРП в регионе. Традиционно считается, что в июле 1905 г. Усть-Сысольская группа РСДРП уже существовала, поскольку по городу были распространены эсеровские и социал-демократические листовки. Однако, все листовки были привозные и распространила их одна и та же группа лиц под предводительством эсера С.О.Латкина. Факт, что в последующие годы колония политссыльных в Усть-Сысольске была обширной, и в ней имела группа социал-демократов, участвовавшая в организации политических демонстраций и маевок в городе. О наличии в Усть-Сысольске ячейки РСДРП в 1907 г. было известно Петербургскому комитету партии.

Ижемская колония политссыльных организовано выступила 1 мая 1906 г., когда состоялась политическая демонстрация в селе с красным флагом и лозунгом «Долой самодержавие!». В 1911 г. социал-демократическая часть ссылки обратилась в центральные партийные органы с просьбой зарегистрировать Ижемскую ячейку РСДРП, тем более, что в ячейку вошли несколько местных крестьян.

19 ноября 1906 г. проявила себя устьцилемская колония политических ссыльных, организовавшая политическую манифестацию с красным флагом и пением революционных песен. В уездном центре Печорского уезда была образована группа РСДРП, имевшая связь с ЦК партии и редакцией центральной газеты социал-демократов (большевиков) «Правда».

В 1910-1911 гг. по инициативе политссыльных возникла группа РСДРП на лесозаводе «Стелла Поларе», куда вошли С.Н.Калмыков, И.Тепляков, М.Баев, П.Михеев и др. Группа имела контакты с Усть-Цильмой и Архангельском, откуда поступала партийная литература. В 1913 г. почти все социал-демократы покинули лесозавод и перебрались в верховья р. Пижма, где организовали т.н. «артель оселочников» по выработке точильного камня и краски. «Артель оселочников» продолжала вести революционную пропаганду среди местного населения и не без успеха, в состав «артели» вскоре вступили местные жители Михеев, Носов, Аншуков. В годы I мировой войны «артель оселочников» оставалась единственной партийной организацией, функционирующей в регионе, в 1916 г. она официально вошла в архангельский губернский состав «Северной латышской группы РСДРП». Деятельность «оселочников» прекратилась только в марте 1917 г., когда вся группа почти в полном составе выехала в Архангельск.

В истории партийных организаций в регионе имеются сведения о группах Польской социалистической партии (ППС) и Бунда в Усть-Сысольске. Численность их пока неизвестна. ППС возникла в 1892 г., целью ее деятельности было отделение Царства Польского от империи, лидерами ППС являлись К.Крауз, С.Вронский, Ю.Пилсудский. Партия издавала журнал «Robotnik», в составе ППС числилось ок. 5 тыс. чел. На европейский Северо-Восток России были сосланы масса польских рабочих и крестьян, в т.ч. члены ППС, участвовавших в аграрных беспорядках 1906 г. в Польше. Все они

плохо или совсем не владели русским языком, в силу этого в колониях политссыльных держались обособленно. Тем не менее, ссыльные члены ППС организовали в Усть-Сысольске свою группу, имевшую библиотеку польских революционных изданий. Во главе усть-сысольской группы ППС в 1907-1908 гг. стоял бывший член Варшавской организации ППС Абрам Жито («Адольф»), в своих воспоминаниях писавший: «Приехав в Усть-Сысольск, я застал группу политически отсталых польских рабочих. Организовав там польскую группу и библиотеку, я обратился к русской социал-демократической фракции за помощью, каковую получил... В то время в Усть-Сысольске в политической колонии было эсеровское засилье. Объединенная группа усть-сысольских социал-демократов вела с ними непримиримую идейную борьбу. В этой борьбе против эсеров принимала участие (поддерживала) и польская группа...» [21]. В политической ссылке на европейском Северо-Востоке находилось и какое-то количество бундовцев (точное количество пока не установлено). Бундовцы организовали свои группы в Усть-Сысольске, Яренске, широко отмечали еврейские религиозные праздники, занимались пропагандой еврейских революционно - национальных идей через театральные постановки. Абрам Жито по поручению усть-сысольской организации РСДРП вел наблюдение за бундовцами в Усть-Сысольске, отметив в своих воспоминаниях: «Несмотря на то, что во время своего пребывания в ссылке я вел работу среди польских рабочих, я также следил за печатью, чем кормят еврейских рабочих националисты и куда они их ведут «этим национализмом». [22].

К началу I мировой войны все партийные группы на европейском Северо-Востоке России, за исключением «артели оселочников», прекратили свое существование. Это было связано прежде всего с сокращением контингента политических ссыльных – главных инициаторов антиправительственных беспорядков и волнений в крае. В 1911 г. в Усть-Сысольском уезде, например, насчитывалось 123, в Яренском – 72, в Печорском уезде – 112 политссыльных. К концу 1914 г. в Усть-Сысольском уезде проживало всего семь политссыльных (четверо в Усть-Сысольске и трое в Усть-Куломе) [23]. В связи с резким сокращением ссылки какие-либо партийные противоречия между ссыльными полностью сошли на нет. 21 августа 1912 г. в Усть-Сысольске состоялось собрание всех политссыльных, на котором было принято решение «об объединении всех левых организаций при Российском восстании (с-р, с-д, анархистов и других)» [24].

Политическая деятельность ссыльных оказала колоссальное влияние на малочисленную интеллигенцию европейского Северо-Востока, впервые политизировав ее. Интеллигенция начала участвовать в общественно-политической жизни. Несколько представителей региона проявили себя в общероссийской политике – это депутаты Государственной Думы священники С.Н.Клочков и Д.Я.Попов, писатели К.Ф.Жаков и И.А.Шергин, ученый П.А.Сорокин.

Итак, подведем итоги. Европейский северо-восток России до 1917 г. был преимущественно

крестьянским краем, куда ссылались политические противники монархии. Созданные в регионе ссылными политические организации кружкового типа заметного влияния на население не достигли. Тем не менее, само появление политических организаций революционизировало регион. В «Очерках истории Коми областной организации КПСС» 1987 г. издания выдвигался тезис: «На крестьянские массы оказывали свое влияние и политссылные из числа меньшевиков и эсеров. Это затрудняло развитие классовой борьбы и национально-освободительного движения в конкретных условиях северной провинции страны»[25]. Однако факты свидетельствуют о другом. Небольшевистские партийные группы наряду с РСДРП внесли значительный вклад в революционное движение европейского Северо-Востока, являющееся частью общероссийского антигосударственного процесса в начале XX в.

Статья подготовлена при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения истории-филологических наук РАН «Генезис и взаимодействие социальных, культурных и языковых общностей», проект «Повседневная жизнь сельского и городского населения Коми края в XIX–XX веках».

Литература

1. Государственный архив Архангельской области (ГААО). Ф.1. Оп.9. Т.1. Д.647. Л.60 об; Энциклопедический словарь «Россия» Ф.А.Брокгауза и И.А.Ефрона. С.-Пб., 1898 (переиздание Л.: «Лениздат», 1991). С.106, 127-128; Сурина Л.И. На далекой окраине. Сыктывкар, 1973. С.6.
2. *Очерки по истории Коми АССР* / Отв. ред. В.Н.Устюгов. Сыктывкар, 1955. Т.1. С.202; Хабаров В.П. Октябрь и гражданская война на Печоре. Нарьян-Мар, 1999. С.4.
3. *История Коми с древнейших времен до конца XX в.* Сыктывкар, 2004. Т.1. С.387.
4. *Раевская Т.П.* Под гласным надзором полиции. Ссылные большевики в Коми крае. Сыктывкар, 1974. 304 с.; Раевская Т.П. Их знал Ленин: Большевики – ссылные Коми края. 1907-1914: Документальные очерки. Сыктывкар, 1990. 287 с.; Чупров В.И. Политическая ссылка в Коми крае в начале XX в. (1900-1917 гг.). Сыктывкар, 1974. 52 с. (Серия препринтов «Научные доклады» / Коми филиал АН СССР, Вып. 12); Чупров В.И. Коми край в трех русских революциях. Сыктывкар, 1985. 135 с.; Чупров В.И. Социально-политическая жизнь северной деревни (1895-февраль 1917г.). М., 1991. 261 с.
5. *Таскаев М.В.* Политическая ссылка и ее влияние в Яренском уезде в начале XX века // Материальная и духовная культура населения Европейского Севера России в XIX – XX вв. Яренск, 2003. Часть 2. С.101-105; Он же. Ссылка как фактор воздействия на международные отношения в начале XX века (по материалам Коми края) // Международные отношения как фактор стабильности в многонациональном регионе. Сыктывкар, 2003. С.126-127; Он же. Социально-политическая деятельность ссылных на Европейском Севере России в 1901-1917 гг. (по материалам Коми края) // Двинская земля. Котлас, 2003. С.66-74.
6. *Рощевская Л.П.* История политических репрессий в царской России (учебное пособие). Сыктывкар, 2008. С.117.
7. ГААО. Ф.1. Оп.12. Д.89. Л.1; Рощевская Л.П. История политических репрессий в царской России.... С.114, 117.
8. ГААО. Ф.1. Оп.9. Т.1. Д.647. Л.25; Национальный архив Республики Коми (НАРК). Ф.6. Оп.1. Д.242. Л.38, 48.
9. Там же. Ф.7. Оп.1. Д.53. Лл.186об, 234 – 235 об.
10. НАРК (архивохранилище №2). Ф.520. Оп.1. Д.47. Л.1.
11. НАРК. Ф.6. Оп.1. Д.157. Л.20.
12. Там же. Д.242. Л.28.
13. Там же. Ф.6. Оп.1. Д. 279. Л.87-88, 90.
14. Там же. Д.181. Л.270-271.
15. Там же. Д.157. Л.20 об.
16. Там же. Д.279. Л.97-98 об, 99.
17. Там же. Д.187. Л.10.
18. *Очерки истории* Коми партийной организации. Сыктывкар, 1964. С.7.
19. *Давыдов В.Н.* Классовая борьба в Коми крае в годы I русской буржуазно-демократической революции (1905-1907 гг.) // Историко-филологический сборник. Сыктывкар, 1958. Вып.4. С.43.
20. *Раевская Т.П.* Под гласным надзором полиции... С. 85.
21. Цит. по: Раевская Т.П. Под гласным надзором полиции... С.95-96.
22. Там же. С.96.
23. НАРК (архивохранилище №2). Ф.520. Оп.1. Д.24. Лл.132-133.
24. Там же. Д.47. Лл.77-78.
25. *Очерки истории* Коми областной организации КПСС. Сыктывкар, 1987. С.14.

БРАЧНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX в.

Д.В.ВИШНЯКОВА*, В.А.СЕМЕНОВ**

**Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар*

***Сыктывкарский государственный университет, г. Сыктывкар*
secr.hist@mail.komisc.ru

В статье на основании метрических книг по Коми краю второй половины XIX – начала XX в., а также документов Центрального и Губернских статистических комитетов исследованы такие аспекты брачности населения Коми края, как уровень брачности, частота повторных браков, семейное положение вступающих в брак.

Ключевые слова: европейский Северо-Восток России, демографические процессы, брак

D.V.VISHNYAKOVA, V.A. SEMENOV. THE NUPTIALITY OF POPULATION OF THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA IN THE SECOND HALF OF XIX – EARLY XX CENTURIES

On the basis of registers of births in the Komi territory in the second half of the XIX – early XX cc. as well as the documents of Central and Provincial statistical committees such aspects of nuptiality of population of the Komi territory as level of nuptiality, frequency of repeated marriages and marital status of those marrying are investigated.

Key words: The European northeast of Russia, demographic processes, marriage

В крестьянской среде браку как первооснове семьи отводилась существенная роль, о чём свидетельствует целый ряд установок, норм, обрядовых действий, непосредственно связанных с процессом вступления в брак. Заключение брака и создание семьи понималось как необходимое условие существования и функционирования крестьянского двора [1, с. 104]. Различные аспекты брачно-семейных отношений у коми в XIX – начале XX в. неоднократно рассматривались исследователями. В дореволюционных публикациях краткие заметки по данной теме появились на страницах печати 50 – 80-х гг. XIX в. в статьях М. Михайлова, О. Ежова, В. Аврамова, Ф. А. Арсеньева [2-5]. Авторы коснулись вопросов возрастных норм совершеннолетия, вступления в брак, различий в брачном возрасте парней и девушек, показателей брачности населения. В дальнейшем некоторые общие сведения о традиционном брачном возрасте нашли отражение в работах В.Н. Белицер и Ф.В. Плесовского [6; 7]. Более подробно вопросы брачно-семейной структуры населения изучались В.В. Соловьевым: им приведены основные показатели брачности, относящиеся к концу XIX – началу XX в., рассмотрены локальные особенности, исследованы некоторые факторы, влиявшие на характер брачно-семейных отношений у коми [8]. Традиционные семейные обряды достаточно полно рассмотрены в работах Ф.В. Плесовского, В.А. Семенова и ряда других авторов [7; 9]. В них значительное внимание было уделено мифологическим аспектам ритуального поведения. Однако

материалы метрических книг и других официальных источников свидетельствуют о том, что между народной традицией, дошедшей до нас в фольклорных записях, и зафиксированными в официальных документах отношениями участников брачного процесса, имеются существенные расхождения. В данном исследовании рассматривается ряд ключевых аспектов, связанных с демографической характеристикой брачности населения европейского Северо-Востока России. На основании имеющихся метрических книг по Коми краю второй половины XIX – начала XX в., а также документов Центрального и Губернских статистических комитетов исследованы такие аспекты брачности населения европейского Северо-Востока России, как уровень брачности, частота повторных браков, семейное положение вступающих в брак.

Начиная со второй половины XIX в., вследствие естественного прироста населения, заметно возросло общее число ежегодно заключаемых браков (табл. 1) [10-20].

Увеличение числа браков происходило по уездам края неравномерно, а в некоторые годы наблюдалось уменьшение. Колебания числа браков зависели от ряда причин: половозрастной структуры населения того или иного района, динамики народонаселения, степени распространенности отхожих промыслов. Материалы переписи 1897 г. позволяют сделать определенные выводы о соотношении численности женщин и мужчин, находящихся в среднем и старшем брачных возрастах.

Таблица 1

*Динамика числа браков по уездам Коми края
во второй половине XIX – начале XX в.*

Годы	Мезенский уезд (с 1891г. – Печорский)	Усть- Сысольский уезд	Яренский уезд
1857	247	–	–
1859	–	650	295
1864	458	–	–
1869	–	604	364
1873	356	695	316
1882	391	754	336
1886	408	625	352
1889	455	724	380
1894	236	872	383
1899	303	798	447
1905	237	703	301
1910	411	1218	545

Примечание. «–» нет данных (и далее в табл.).

Для коми были характерны самые низкие среди других восточно-финских народов показатели соотношения численности полов в возрастных группах 20-29 лет и 30-39 лет. По подсчетам С. Лаллуки, у коми на 100 женщин в возрасте от 20 до 30 лет приходилось 72 мужчины той же возрастной категории, на 100 женщин в возрасте от 30 до 40 лет мужчин приходилось 78,1. В то время как по Российской империи в целом на 100 женщин в возрастной группе 20-29 лет приходилось 97,1 мужчин, а в следующей возрастной категории соотношение полов было равным [21, с. 177].

Половозрастная структура населения различных районов Коми края довольно широко варьировалась. По Переписи 1897 г. в Усть-Сысольском уезде в возрасте 20-39 лет насчитывалось мужчин 9 231, женщин – 13 179. Женщин в данной возрастной категории было в 1,4 раза больше, чем мужчин. По Яренскому уезду мужчин в тех же возрастах насчитывалось 5 496, женщин – 6 516, что означало преобладание женского населения в 1,2 раза. По Печорскому уезду численность мужчин в возрасте 20-39 лет составляла 4 277, женщин – 4 804. Женщины 20-39 лет в уезде превосходили по численности мужчин той же возрастной группы в 1,1 раза [22; 23]. Безусловно, что колебания в соотношении полов в разные периоды времени, в различных районах оказывали влияние и на брачное поведение, и на численность заключаемых браков. Косвенным подтверждением существования диспропорции полов могут служить традиции проведения брачных обрядов, относящиеся к концу XIX – началу XX в., зафиксированные этнографами [7, с. 20-24]. Для народов Европейского Севера при заключении браков было характерно сопровождение этого процесса обменом материальными ценностями между семьями жениха и невесты. Формы и размеры подобных обменов имели свои локальные варианты. Так, например, в тех районах Коми края, где, по данным Переписи 1897г., нам удалось выявить зна-

чительный дефицит мужского населения в среднем и старшем брачных возрастах, были распространены символические выкупы за невесту и довольно большой размер девичьего приданого, к такому относились, прежде всего, районы по Сысоле и Лузе. В некоторых из этих селений численность женского населения в возрасте 20-39 лет превышала мужскую почти в два раза, одновременно с этим мужчины данной возрастной группы составляли 15-16% от численности всего мужского населения. В с.Усть-Цильма, селениях по Удоре превалирование женского населения в возрастной группе 20-39 лет было не столь значительным, а мужчины этого возраста составляли в среднем 24-25% от численности всех мужчин. В этих районах за невесту платили калым в «чистом виде», а приданое могло и вовсе отсутствовать.

Данные о количестве населения по волостям приводят к выводу, что увеличение или уменьшение числа браков в том или ином районе находилось в определенной зависимости от динамики народонаселения. Следует предположить, что сокращение общего числа брачных регистраций в конце XIX в. в Вымском районе, на нижней Вычегде, было связано с оттоком населения. В то же время можно отметить, что наиболее значительный прирост браков был на средней и верхней Вычегде и немного меньше в Прилузье и на Сысоле. По сравнению с центральными и южными районами Коми края, в волостях Печорского уезда отход крестьян был менее распространен. По Усть-Сысольскому и Яренскому уездам отход крестьян имел гораздо большие масштабы. Исследователями установлено, что в начале XX в. степень развития «отхода» по отношению к взрослому населению составляла в Яренском уезде 20,3%, в Усть-Сысольском – 14,9 [24, с. 83]. Таким образом, колебания в численности заключаемых ежегодно браков в некоторых районах были связаны с убылью населения, его оттоком и миграциями.

Несмотря на общий рост числа заключаемых браков, уровень брачности населения постепенно уменьшался. В 1864 г. общий коэффициент брачности, по нашим расчетам, равнялся 10,9 ‰ по Мезенскому уезду. В 1869 г. по тому же уезду уровень брачности составил 10,6‰, в 1883 г. – 8,3. В 1894 г. по Печорскому уезду общий коэффициент брачности составил 8, в 1906 г. – 8,8, в 1914 г. – 8‰. По Усть-Сысольскому уезду в 1856 г. на тысячу человек населения пришлось 10,8 браков, в 1859 г. – 9,7, в 1869 г. – 8,9, в 1883 г. – 8,4, в 1894 г. – 8,3, в 1904 г. – 6,5 браков. По Яренскому уезду общий коэффициент брачности равнялся в 1856 г. – 9,7‰, в 1859 г. – 8,8, в 1869 г. – 10,8, в 1883 г. – 9,3, в 1894 г. – 7,7, в 1904 г. – 6,8‰.

В 1861 г. общий коэффициент брачности по Архангельской губернии составил 9,2‰, по Вологодской губернии в 1869 г. – 10,9‰. В 1883 г. по Архангельской губернии уровень брачности – 8,8‰, по Вологодской – 9,1; в 1897 г. – 9,4‰ по Архангельской губернии и 8,6‰ по Вологодской. В 1903 г. по Архангельской губернии на тысячу человек населения пришлось браков 9,1, по Вологодской – 8,3; в 1905 г. по Архангельской губернии – 6,1, по Вологодской – 6,5. В 1899 г. по Европейской России на

тысячу человек населения пришлось восемь браков. В 1903 г. общий коэффициент брачности по Европейской России составил 8,9‰, в 1905 г. – 7,6; в 1909 г. – 7,8‰.

Перемены в социально-экономической сфере неизбежно приводили к подвижкам в демографической области. В условиях изменения характера семейных отношений, обстановке семейных разделов, введения всеобщей воинской повинности, необходимости устраивать индивидуальное хозяйство брачный возраст постепенно повышался, а вместе с тем сокращались темпы вступления в брак каждого поколения. Дефицит мужского населения, усиливавшийся уходом этой части населения на заработки, также влиял на откладывание браков и сокращение в ряде случаев их общего числа. Кроме того, снижение уровня смертности среди взрослого населения, безусловно, приводило к сокращению доли повторных браков, что в свою очередь отражалось на общем уровне брачности.

Одной из важнейших характеристик брачности населения европейского Северо-Востока России в изучаемый период является вопрос о частоте повторных браков. Учитывая значительный уровень смертности населения, вероятность прекращения брака по причине смерти одного из супругов была достаточно велика. Демографическое влияние овдовения в некоторой степени компенсировалось повторными браками. Доля лиц, вступавших в повторные браки (к ним были отнесены вторые и третьи браки в совокупности), колебалась на протяжении изучаемого периода и была не одинаковой в различных уездах Коми края (табл. 2) [14-20; 25-31].

Таблица 2

Доля лиц (% к общему числу вступивших в брак), вступивших в повторный брак во второй половине XIX – начале XX в. [12]

Годы	По Мезенскому Печорскому уезду (с 1891г.)	По Усть-Сысольскому уезду	По Яренскому уезду
1853	11,0	–	–
1857	–	–	12,6
1871	–	10,2	9,5
1873	9,0	–	–
1882	9,8	10,4	10,7
1887	11,0	10,6	11,6
1893	–	–	8,7
1894	11,9	10,0	–
1897	8,0	7,7	7,6
1899	10,0	6,5	7,5
1902	8,4	6,3	8,8
1905	10,0	6,8	9,3
1907	8,7	9,0	5,8
1910	6,6	7,0	5,5

Несмотря на некоторое повышение в отдельные годы, к концу изучаемого периода доля повторных браков сократилась. Это было связано как с увеличением продолжительности жизни и снижением уровня смертности среди взрослого населения,

так и с постепенным отходом от традиционной модели брачного поведения, в соответствии с которой пребывание в браке для взрослого человека считалось обязательным. Наиболее отчетливо тенденция сокращения повторных браков проявилась по Яренскому уезду, где удельный вес вступивших во второй брак уменьшился более чем в два раза. По Архангельской губернии в 1868 г. процент брачующихся повторно составил 16,2, в 1873 г. – 9,7, в 1883 г. – 9,1, в 1894 г. – 9,1, в 1902 г. – 6,7, в 1910 г. – 6,6. По Вологодской губернии доля лиц, сочетавшихся повторным браком среди всех брачующихся, составила в 1868 г. – 12,2%, в 1873 г. – 11,5, в 1883 г. – 10,4, в 1894 г. – 8,9, в 1902 г. – 8,5, в 1910 г. – 6,7%. По европейской России в целом в 1868 г. – 15,6%, в 1873 г. – 15,5, в 1882 г. – 13,9, 1892 г. – 10,9, в 1903 г. – 10,6, в 1910 г. – 11,5%. Таким образом, сокращение повторных браков было характерно для всей европейской России. Тем не менее, доля лиц, вступавших в повторный брак по Архангельской и Вологодской губерниям, и в том числе по Коми краю, была заметно ниже, чем в среднем по 50 губерниям России.

Следует отметить, что большую часть среди вдовых составляли женщины. Так, по материалам Переписи в Печорском уезде среди вдовых мужчин составляли 20%, женщины – 80, в Усть-Сысольском уезде – 24,8% и 75,2 соответственно, в Яренском – 21,7% и 78,3. В уездных городах Усть-Сысольске и Яренске на мужчин приходилось 15,6% и 11,8 соответственно от общей численности вдовых, на женщин 84,4% и 88,2 [22; 23]. Данное положение было связано не только с высокой смертностью мужчин, но и с тем обстоятельством, что повторные браки во всех районах Коми края заключались преимущественно мужчинами. Подобное положение было характерно для всех уездов Коми края, и в силу этого разница в распределении вторых браков по полу по уездам края была не велика (табл. 3) [15-20; 25-27; 29; 30; 32-37].

По данным табл. 3 видно, что приблизительно только одна треть повторных браков по Коми краю приходилась на женщин и две трети на мужчин. Подобное соотношение было характерно в течение всего изучаемого времени. Учитывая такие факты, как более высокая средняя продолжительность жизни женщин и увеличение возрастных градиентов между супругами, мы можем говорить и о постепенном сокращении количества вдовцов. Вследствие уменьшения числа вдовцов падала доля вторых браков в общем количестве бракосочетаний, так как повторными браками, как уже было отмечено ранее, в большей степени сочетались мужчины. Заключение повторных браков преимущественно мужчинами было характерным не только для Коми края, но и для тех губерний, в которых находились уезды края, а также для всей Европейской России (табл. 4) [13; 18; 20; 30; 35; 37-39].

Распределение повторных браков по полу в Архангельской губернии было примерно таким же, как и по уездам Коми края в среднем. По Вологодской губернии доля повторных браков, заключаемых женщинами, была немного выше. По Европейской России в сравнении с Коми краем доля повторных браков у женщин была уже значительно

Таблица 3

**Распределение повторных браков
(% к общему количеству людей, вступивших
в повторный брак) по полу во второй половине
XIX – начале XX в.**

Годы	По Мезенскому Печорскому уезду (с 1891г.)		По Усть- Сысольскому уезду		По Яренскому уезду	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
1853	72,0	28,0	–	–	–	–
1857	–	–	–	–	61,5	38,5
1861	–	–	–	–	82,0	18,0
1863	–	–	67,5	32,5	–	–
1871	–	–	60,0	40,0	58,0	42,0
1873	84,2	15,8	–	–	–	–
1881	–	–	63,6	36,4	70,0	30,0
1883	71,4	28,6	79,4	20,6	72,8	27,2
1886	77,6	22,4	65,8	34,2	–	–
1889	58,0	42,0	63,8	36,2	–	–
1892	75,9	24,1	73,6	26,4	62,2	37,8
1894	67,8	32,2	67,2	32,8	78,8	21,2
1897	76,2	23,8	74,2	25,8	78,9	21,1
1899	70,5	29,5	63,1	36,9	68,6	31,4
1900	66,7	33,3	–	–	–	–
1902	63,0	37,0	68,6	31,4	58,7	41,3
1904	87,5	12,5	68,7	31,3	78,6	21,4
1907	70,9	29,1	67,3	32,7	57,6	42,4
1910	74,1	25,9	60,0	40,0	68,3	31,7

Таблица 4

**Распределение вступивших в повторный брак
по полу по Архангельской, Вологодской
губерниям и Европейской России
во второй половине XIX – начале XX в.,
(% к общему количеству людей, вступивших
в повторный брак)**

Годы	Архангельская губ.		Вологодская губ.		Европейская Россия	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
1868	65,4	34,6	66,8	33,2	58,3	41,7
1873	68,2	31,8	62,5	37,5	57,9	42,1
1883	68,0	32,0	67,5	32,5	60,2	39,8
1892	71,9	28,1	69,8	30,2	63,3	36,7
1899	71,8	28,2	71,0	29,0	63,1	36,9
1902	69,0	31,0	70,0	30,0	63,2	36,8
1907	70,1	29,9	65,7	34,3	61,2	38,8
1910	69,1	30,8	65,8	34,2	61,2	38,8

выше. Возможно, именно данное обстоятельство повлияло на более низкое представительство лиц, вступающих в повторный брак, по Коми краю. Если по краю на долю женщин в повторных браках приходилось примерно 30%, то по Европейской России – около 39%, что, безусловно, влияло на меньшую частоту вторых браков по уездам края и соответственно на их долю в общем числе бракосочетаний.

Материалы административного учета населения позволяют также рассмотреть еще один немаловажный вопрос, касающийся добрачного со-

стояния вступающих в брак. Наибольшее число браков регистрировалось между холостыми мужчинами и незамужними девицами, второе место по распространенности занимали браки вдовцов с девицами, затем шли браки вдов с холостыми и вдовцами. Однако распределение вступающих в брак по вышеозначенным видам добрачного состояния имело свои особенности в различных уездах Коми края (табл. 3) [16-20; 28-30; 35; 37; 40-42].

В соответствии с данными табл. 5, доля браков между холостыми и девицами по Печорскому уезду к началу XX в. увеличилась, одновременно с этим сократилась доля бракосочетаний холостых со вдовами и вдовцов с девицами. Наиболее низкий процент бракосочетаний группы лиц, вступающих в брак впервые, пришелся на 1892 г. Несмотря на отдельные колебания, с этого времени до 1910 г. происходило увеличение доли браков данной группы. Этот процесс протекал за счет снижения доли браков холостых со вдовами, с 1881 по 1910 г. такие браки сократились с 4,6% до 1,9. Довольно значительным колебаниям была подвержена категория браков между вдовцами и девицами, наибольший процент (16,7) они составили в 1892 г., а наименьший (6,3) – в 1902 г., к 1910 г. процент браков этой группы по сравнению с другими уездами Коми края был наибольшим. Доля браков группы вдовых в 1881 г. была наименьшей, однако, можно отметить ее постепенное увеличение вплоть до 1897 г., когда произошел резкий спад доли браков, заклю-

Таблица 5

**Распределение брачующихся
по семейному положению во второй половине
XIX – начале XX в. по Мезенскому
(с 1891 г. Печорскому) уезду, %**

Годы	Холостых		Вдовых	
	с деви- цами	со вдо- вами	с деви- цами	со вдо- вами
1881	84,3	4,6	10,8	0,3
1884	84,0	3,9	9,6	2,5
1887	81,8	2,2	12,2	3,8
1889	86,0	3,7	6,6	3,7
1892	76,4	2,0	16,7	4,9
1894	81,4	2,5	11,0	5,1
1897	85,9	1,9	10,3	1,9
1899	82,8	3,0	11,2	3,0
1902	87,5	1,9	6,3	4,3
1905	81,9	2,1	13,5	2,6
1907	85,4	2,2	9,5	2,9
1910	88,3	1,9	8,3	1,5

чаемых между вдовами и вдовцами. В последующий период процент браков данной категории варьировался, но, тем не менее, был более низким по сравнению с предыдущим временем.

Как показывают материалы табл. 6, по Усть-Сысольскому уезду произошло значительное повышение доли браков между холостыми и девицами. По сравнению с данными по Мезенскому (с 1891 г. Печорскому) уезду, повышение доли бракосочетаний между лицами, вступающими в брак

Таблица 6

**Распределение брачующихся
по семейному положению во второй половине
XIX – начале XX в. по Усть-Сысольскому
уезду, %**

Годы	Холостых		Вдовых	
	с деви- цами	со вдовами	с деви- цами	со вдовами
1871	82,7	5,2	9,4	2,7
1881	78,6	6,5	12,9	2,0
1884	80,0	4,9	12,7	2,4
1887	80,5	4,0	13,7	1,8
1889	82,7	5,1	10,4	1,8
1892	79,6	2,7	14,0	3,7
1894	82,9	3,7	10,6	2,8
1897	86,3	2,3	9,7	1,7
1899	88,3	3,6	7,0	1,1
1902	88,4	3,0	7,6	1,0
1905	87,6	1,9	9,4	1,1
1907	84,3	3,3	9,7	2,7
1910	87,6	3,9	6,8	1,7

впервые, происходило более плавно и без значительных колебаний в сторону понижения. Процент этих браков вырос с 82,4 до 87,6. Доля браков между холостыми и вдовами, наоборот, сократилась, однако наибольшему сокращению как в сравнении с другими группами браков, так и в сравнении с той же группой по другим уездам Коми края, подверглась доля браков вдовцов с девицами. Наименьшей долей по Усть-Сысольскому уезду практически на всем протяжении данного периода, за исключением 1892 г., была доля браков группы вдовых. Эта доля браков несколько варьировалась, но в целом, не была подвержена значительному сокращению.

По Яренскому уезду распределение брачующихся по вышеперечисленным группам происходило следующим образом (табл. 7). Доля браков между холостыми и девицами значительно колебалась, однако с 1894 г. прослеживалась устойчивая тенденция ее увеличения, и к 1910 г. по Яренскому уезду процент данных браков был наибольшим среди остальных уездов Коми края. В группе холостых и вдов также происходили существенные колебания, в 1887 г. удельный вес браков между холостыми и вдовами резко возрос до 7,4%, затем сократился до 4,2% и в 1892 г. вновь увеличился почти вдвое до 8,1%. Тем не менее, к началу XX в. доля браков этой группы все же сократилась.

Следует отметить, что во всех уездах Коми края прослеживалась тенденция увеличения браков между лицами, никогда не состоявшими в браке, за счет сокращения доли браков со вдовыми и между вдовыми. Причиной сокращения бракосочетаний группы вдовых послужило уменьшение повторных браков в общем числе бракосочетаний. Аналогичным было распределение вступающих в брак по группам добрачного состояния в Архангельской и Вологодской губерниях и в целом по Европейской России (табл. 8-10) [13, 14, 16-20, 28-30, 35, 37, 38, 41, 42].

Таблица 7

**Распределение брачующихся
по семейному положению во второй половине
XIX – начале XX в.
по Яренскому уезду, %**

Годы	Холостых		Вдовых	
	с деви- цами	со вдовами	с деви- цами	со вдовами
1871	82,4	6,7	9,8	1,1
1881	85,6	3,9	10,0	0,5
1884	78,4	4,2	14,6	2,8
1887	79,2	7,4	10,9	2,5
1889	84,2	4,2	11,3	0,3
1892	77,8	8,1	11,9	2,2
1894	84,3	2,1	12,0	1,6
1897	85,6	2,4	11,2	0,8
1899	86,1	3,6	9,2	1,1
1902	86,2	3,5	6,6	3,7
1905	84,4	3,0	9,6	3,0
1907	89,8	2,0	6,8	1,4
1910	89,7	2,8	6,8	0,7

Таблица 8

**Распределение брачующихся
по семейному положению во второй половине
XIX – начале XX в.
по Архангельской губернии, %**

Годы	Холостых		Вдовых	
	с деви- цами	со вдовами	с деви- цами	со вдовами
1868	73,0	5,7	15,7	5,5
1873	83,0	3,7	10,8	2,5
1881	81,6	3,5	11,9	2,9
1884	84,3	3,8	9,3	2,6
1887	82,9	3,5	10,8	2,8
1889	83,8	3,2	10,0	3,0
1892	79,6	3,2	13,6	3,6
1894	83,9	2,5	11,4	2,2
1897	86,5	2,5	8,8	2,2
1899	87,7	2,1	8,3	1,9
1902	88,3	2,5	7,5	1,7
1905	83,4	2,4	11,4	2,8
1907	88,3	2,6	6,9	2,2
1910	88,6	2,6	6,8	2,0

Доля браков между холостыми и девицами по Архангельской губернии выросла с 1868 г. по 1910г. с 73% до 88,6, по Вологодской губернии – с 79% до 88,3. Таким образом, по Архангельской губернии произошло более существенное увеличение доли браков данной категории, чем по Вологодской губернии и по Коми краю в среднем. Тем не менее, к 1910 г. процент этих браков был примерно одинаковым и по губерниям, и по Коми краю в среднем. Значительно сократилась за тот же период доля браков вдовых. Так, по Архангельской губернии браки между холостыми и вдовами уменьшились с 5,7% до 3,2, по Вологодской – с 4,6% до 2,5. В срав-

Таблица 9

**Распределение брачующихся
по семейному положению во второй половине
XIX – начале XX в. по Вологодской губернии, %**

Годы	Холостых		Вдовых	
	с деви- цами	со вдовами	с деви- цами	со вдовами
1868	79,0	4,6	12,8	3,4
1873	80,0	5,6	11,4	3,0
1881	81,0	5,5	11,0	2,5
1884	80,8	4,6	11,8	2,8
1887	81,4	4,5	11,7	2,4
1889	81,8	4,4	11,0	2,8
1892	81,7	3,6	11,9	2,8
1894	84,5	3,1	10,0	2,3
1897	85,8	2,7	9,6	1,9
1899	85,7	2,8	9,6	1,9
1902	85,1	3,0	9,8	2,1
1905	85,5	2,8	9,8	1,9
1907	87,4	2,6	8,3	1,7
1910	88,3	2,5	7,6	1,6

Таблица 10

**Распределение брачующихся
по семейному положению во второй половине
XIX – начале XX в. по Европейской России, %**

Годы	Холостых		Вдовых	
	с деви- цами	со вдовами	с деви- цами	со вдовами
1868	77,8	4,2	9,1	8,9
1882	79,7	3,5	9,3	7,5
1892	78,8	2,8	10,5	7,9
1899	83,9	2,3	8,0	5,8
1905	83,2	2,4	8,4	5,9
1910	83,3	2,6	7,8	6,3

нении со средним показателем по Коми краю процент бракосочетаний вдов с холостыми по Архангельской губернии был несколько выше, по Вологодской губернии – чуть ниже. Доля браков между вдовцами и ранее незамужними девушками в наибольшей степени сократилась по Архангельской губернии с 15,7% до 6,8, в то время как по Вологодской губернии – с 12,8% до 7,6. Как и в предыдущей группе бракосочетаний, средний показатель по Коми краю за 1910 г. находился между показателями по Архангельской и Вологодской губерний. Процент бракосочетаний между вдовыми сократился с 5,5% до 2 по Архангельской губернии и с 3,4% до 1,6 – по Вологодской. К 1910 г. данная доля браков была несколько выше, чем аналогичная по Коми краю в среднем. В целом же к концу изучаемого периода показатели процентных соотношений различных групп браков в среднем по Коми краю не имели каких-либо значительных отклонений от тех же показателей по губерниям, в состав которых входила территория края.

Отмеченные тенденции сокращения доли браков вдовых и увеличения доли браков среди лиц, никогда не вступавших в брак, были характерны для всей Европейской России, тем не менее, процент браков между холостыми и девицами в целом к началу XX в. был ниже, чем в среднем по Коми краю. Доли браков между холостыми и вдовами, а также вдовцами и девицами имели примерно одинаковые показатели как по 50 губерниям Российской империи, так и по Коми краю. Существенно меньше по исследуемому региону в сравнении с общероссийскими данными была доля браков вдов с вдовцами. Такое положение подтверждает ранее отмеченный факт более частого вступления в повторный брак женщин по Европейской России.

Таким образом, анализ основных показателей брачности населения европейского Северо-Востока России во второй половине XIX – начале XX в. свидетельствует, с одной стороны, о сохранении традиционного типа брачности, а с другой, об определенных подвижках, указывающих на начало изменений в рамках демографического перехода. Создающаяся у коми по ряду причин диспропорция полов, довольно выраженный дефицит мужского населения в основных брачных возрастах, отсутствие устойчивых традиций браков между вдовцами, а также ряд изменений в социально-экономической сфере, таких как введение всеобщей воинской повинности, развитие отхожих промыслов, интенсификация семейных разделов, замедлявших темпы вступления каждого поколения в брак, приводили к постепенному снижению общего уровня брачности населения и отходу от традиционной модели демографического поведения.

Статья подготовлена при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения историко-филологических наук РАН «Генезис и взаимодействие социальных, культурных и языковых общностей».

Литература

1. *Крюкова С.С.* Русская крестьянская семья во второй половине XIX в. М., 1994.
2. *Михайлов М.* Физические и нравственные свойства зырян // Вологодские губернские ведомости, 1853. №17.
3. *Ежов О.* Личность и отличительные качества зырян // Вятские губернские ведомости, 1857. № 22, 23.
4. *Аврамов В.* Жители Яренского уезда и их хозяйственный быт // Вологодские губернские ведомости, 1859. № 37, 42.
5. *Арсеньев Ф.А.* Хозяйственно-статистический очерк Вологодской губернии за 1869г. Вологда, 1873.
6. *Белицер В.Н.* Очерки по этнографии народов коми (зырян и пермяков) // Труды Института этнографии АН СССР. Т. 45. М., 1958.
7. *Плесовский Ф.В.* Свадьба народа коми. Сыктывкар, 1968.
8. *Соловьев В.В.* Брачно-семейные отношения коми крестьян в конце XIX в. – начале XX в. // Вопросы этнографии народа коми. Сыктывкар, 1985. (Труды ИЯЛИ Коми филиала АН СССР; вып. 32).

9. Семенов В.А. Традиционная семейная обрядность народов Европейского Севера: к реконструкции мифопоэтических представлений коми (зырян). СПб., 1992.
10. ГААО. Ф. 6. Оп. 2. Д. 7. Л. 11 об.-12; Д. 204. Л. 14.
11. *Памятная книжка* Вологодской губернии на 1860 г. Вологда, 1860.
12. *Памятная книжка* Вологодской губернии на 1870 г. Вологда, 1870.
13. *Статистический временник* Российской империи: Движение населения в Европейской России за 1873. Вып. 20. СПб.: ЦСК МВД, 1882.
14. *Статистический временник* Российской империи: Движение населения в Европейской России за 1882 г. Вып. 21. СПб.: ЦСК МВД, 1887.
15. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1886 г. Т. 12. СПб.: ЦСК МВД, 1890.
16. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1889 г. Т. 24. СПб.: ЦСК МВД, 1893.
17. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1894 г. Т. 45. СПб.: ЦСК МВД, 1898.
18. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1899 г. Т. 58. СПб.: ЦСК МВД, 1904.
19. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1905 г. Т. 84. Петроград: ЦСК МВД, 1914.
20. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1910 г. Т. 93. Петроград: ЦСК МВД, 1916.
21. *Сеппо Лаллукка*. Восточно-финские народы России. Анализ этнодемографических процессов. СПб., 1997.
22. *Первая всеобщая перепись* населения Российской империи. Архангельская губерния. Тетр. 1. СПб., 1899.
23. *Первая всеобщая перепись* населения Российской империи. Вологодская губерния. Тетр. 1. СПб., 1901.
24. *История коми с древнейших времен до конца XX в.* Т. 2. Сыктывкар, 2004.
25. ГААО. Ф. 29. Оп. 26. Д. 68. Л. 1022; Д. 88. Л. 870.
26. ГУРК «НАРК». Ф. 230. Оп. 1. Д. 493. Л. 815; Д. 494. Л. 1348.
27. ГУРК «НАРК». Ф. 231. Оп. 1. Д. 234. Л. 640; Д. 235. Л. 1175; Д. 254. Л. 744.
28. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1887 г. Т. 18. СПб.: ЦСК МВД, 1891.
29. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1897 г. Т. 50. СПб.: ЦСК МВД, 1900.
30. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1902 г. Т. 66. СПб.: ЦСК МВД, 1907.
31. *Обзор Вологодской губернии* за 1893 г. Вологда, 1894.
32. ГУРК «НАРК». Ф. 230. Оп. 1. Д. 476. Л. 1176.
33. ГУРК «НАРК». Ф. 231. Оп. 1. Д. 242. Л. 1160.
34. *Статистический временник* Российской империи: Сер. III. Вып. 8: Сборник сведений по Европейской России за 1883г. СПб.: ЦСК МВД, 1886.
35. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1892 г. Т. 38. СПб.: ЦСК МВД, 1896.
36. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1904 г. Т. 74. СПб.: ЦСК МВД, 1911.
37. *Статистика Российской империи*: Движение населения в Европейской России за 1907г. Т. 87. Петроград: ЦСК МВД, 1914.
38. *Статистический временник* Российской империи: Сер. II. Вып. 12: Движение населения в Европейской России за 1868г. СПб.: ЦСК МВД, 1877.
39. *Статистический временник* Российской империи: Сер. III. Вып. 8: Сборник сведений по Европейской России за 1883 г. СПб.: ЦСК МВД, 1886.
40. *Памятная книжка Вологодской губернии* на 1873г. Вологда, 1873.
41. *Статистический временник* Российской империи: Сер. III. Вып. 20: Движение населения в Европейской России за 1881 г. СПб.: ЦСК МВД, 1887.
42. *Статистический временник* Российской империи: Сер. III. Вып. 24: Движение населения в Европейской России за 1884 г. СПб.: ЦСК МВД, 1889.

О ВКЛАДЕ ВЫХОДЦЕВ ИЗ СТРАН ЗАПАДНОЙ, ЦЕНТРАЛЬНОЙ И СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ В НАУЧНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РУССКОГО ТУРКЕСТАНА В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX в.

Т.В. КОТЮКОВА

*Институт военной истории Министерства обороны РФ, г. Москва
kotyukovat@mail.ru*

Статья посвящена европейцам, попавшим в Туркестан в конце XIX – начале XX вв. Продемонстрировано, что после завоевания Туркестана Российской империей в крае возникла сеть учебных заведений европейского образца, в которых преподавали выходцы из Европы. Европейцы были заметной прослойкой среди туркестанской интеллигенции и внесли немалый вклад в изучение русского Туркестана и становление гуманитарной науки региона

Ключевые слова: Туркестан, европейцы, образование, гуманитарная наука, Средняя Азия

T.V. KOTYUKOVA. ON THE CONTRIBUTION OF IMMIGRANTS FROM THE WESTERN, CENTRAL AND NORTHERN EUROPE IN THE SCIENTIFIC STUDY OF RUSSIAN TURKESTAN IN THE LATE XIX – EARLY XX CENTURIES

The article is devoted to the Europeans migrated to Turkestan in the late XIX – early XX centuries. It is shown that after the subjugation of Turkestan by the Russian Empire a network of educational institutions of the European model in which natives of Europe taught emerged in the region. The Europeans were an appreciable layer among Turkestani intelligentsia and made a considerable contribution to studying the Russian Turkestan and the formation of the humanities of the region

Key words: Turkestan, the Europeans, education, the humanities, Central Asia

Выходцы из стран Западной, Центральной и Северной Европы оставили заметный след в истории Туркестана [1]. На первый взгляд может показаться, что из-за небольшой численности они не могли оказать серьезного влияния ни в сфере науки и образования, ни в целом культурной жизни региона. Но при более углубленном и всестороннем изучении становится очевидно, что это не тот случай, где количество прямо пропорционально качеству. Прежде всего, это связано с наличием в составе прибывавших в край европейцев значительного числа интеллигенции.

В конце XIX – начале XX в. край испытывал дефицит не только в высококвалифицированных инженерах, механиках, строителях, работниках сельского хозяйства, но и в специалистах разных областей науки и, особенно в образовательной сфере. После завоевания Туркестана Российской империей в крае возникла сеть учебных заведений европейского образца. Именно эти учебные заведения начали подготовку специалистов, внесших большой вклад в дальнейшее изучение края и развитие производства. Немало выходцев из Европы, которых очень ценили за профессиональные качества, мы найдем среди педагогического состава учебных заведений края. Они были весьма заметной прослойкой среди туркестанской интеллигенции. В этой связи, например, можно отметить деятельность немцев: М.Г.Шота – преподавателя Таш-

кентского коммерческого училища, М.Ф. Мазинга, А.М. Куна – преподавателей Ташкентского реального училища, Н.А. Пфейфера – преподавателя Ташкентской женской гимназии; французов: Г.А. де Бонгар – преподавателя математики и французского языка [2] в Ташкентском кадетском корпусе, А.Лафонда – преподавателя французского языка Самаркандской мужской гимназии; швейцарки Лидии Висс (в замужестве Коротковой), которая приехала в Ташкент в 1905 г. для работы в качестве бонны и преподавала французский язык в Ташкентском кадетском корпусе, чеха Шнайдера – учителя приходских школ в Ташкенте и многих других [3].

Кроме того, домашнее образование, как и во всей империи, получило в Русском Туркестане широкое распространение. Во второй половине XIX в. в крае появляются гувернантки и гувернеры, проживавшие там постоянно или временно. Среди них в основном были выходцы из Англии, Франции и Швейцарии. В качестве домашних учителей английского и французского языка они работали в Самарканде, Ташкенте, Скобелеве (ныне г. Фергана – Т.К.) и других крупных городах. В повседневной жизни и профессиональной деятельности они были больше связаны с русскими военно-чиновничьими слоями и купечеством и практически не контактировали с коренным населением региона [4].

Со второй половины XIX в. в Среднюю Азию начинается активный приток европейских ученых и

путешественников, приезжавших в одиночку или в составе научных экспедиций [5]. Всего в период с 1871 по 1914 гг. Среднюю Азию с научными целями посетили более 30 австрийских и немецких и порядка 20 французских ученых.

Наибольший интерес среди них представляет фигура Жозефа-Антуана Кастанье. Его увлечения: археология, этнография, лингвистика, история.

Это о нем весьма положительно вспоминал академик В.В. Бартольд, когда писал, что «было бы вполне возможным теперь же составить археологическую карту Туркестана, на которую впоследствии могли бы заноситься поправки и дополнения, тем более что выполнение этой работы в значительной степени подготовлено одним из недавно покинувших край исследователей Кастанье». Бартольд же отмечал строгий научный подход Кастанье в сборе археологического материала, столь редкий для археологов-любителей того времени. Вот подлинное мнение по этому поводу крупнейшего ориенталиста: «Из частных собраний археологических предметов, с которыми мне удалось ознакомиться, можно упомянуть о собрании, принадлежащем Ж.А. Кастанье. Собрание является результатом многочисленных командировок и разъездов и хранится в полном порядке; происхождение каждого предмета точно указано».

Некоторое время Кастанье работал над составлением археологической карты Средней Азии, был членом в археологической секции Комиссии по охране памятников старины и искусства Туркестана. Вынужденно покинув Туркестан в 1917 г., он навсегда сохранил любовь к краю. Во Франции Жозеф Кастанье печально писал в своей книге: «Эти необъятные однообразные и грустные равнины, эти плодородные оазисы и эти движущиеся пустыни – Туркестан, настоящая страна контрастов и величия. Все в нем чрезвычайно трогает...». В эмиграции Ж. Кастанье создал цикл работ, посвященных истории Туркестана. Эти работы в советской историографии рассматривались тенденциозно, сам археолог был объявлен «агентом империалистических держав».

Перед первой мировой войной из Парижа в Самарканд приезжал другой французский ученый-лингвист Готье для изучения согдийского (ягнобского) языка в связи с составлением первой согдийской грамматики [6]. В 1896–1897 гг. и в 1899 г. в Бухаре останавливались члены датской экспедиции на Памир. Один из них, Ол Ольюфсен, лейтенант Датской армии, впоследствии профессор географии, передал в Национальный музей в Копенгагене коллекцию, насчитывавшую более 700 предметов. Кроме того, им сделано более сотни снимков, запечатлевших этнические типы народов, проживавших в Бухарском эмирате, а также достопримечательности края. Итоги путешествий датчанин опубликовал в книге «Эмир Бухары и его страна», которая вышла в Лондоне в 1911 г. на английском языке. В монографии впервые были описаны жемчужины средневековой архитектуры Средней Азии мавзолея Саманидов.

В 1896–1897 гг. члену Туркестанского кружка любителей археологии финну В.А. Каллауром с помощью нескольких местных жителей удалось обнаружить один из трех камней с руническими письме-

нами в урочище Айратам (предгорья Таласского Алатау – Т.К.). Вслед за этой находкой весной 1898 г. в Талас прибыла специальная археологическая экспедиция финно-угорского ученого общества из трех сотрудников – магистра философии Г.И. Гейкеля, барона Мунка и профессора О. Доннера. Скандинавам посчастливилось найти еще два камня с руническими надписями. Один из них в 1899 г. был вывезен в Гельсингфорс. После дешифровки рунической письменности ученые установили, что надписи принадлежат тюркам, а это была вторая по численности языковая семья на территории Российской империи после славян [7].

В этнографическом плане Туркестан интересовал многих исследователей. В конце XIX столетия в край приехал немецкий ученый-этнолог Бастиан [8], который передал в Берлинский музей подаренные ему в Ташкенте кувшинчики (древние сосуды). Прекрасные образцы этнографического бытописания оставил, посетивший Туркестан в 1895 г. немецкий художник Рихард Зоммер. Великобританский подданный Ф. Грант с целью этнографических исследований побывал в Ташкенте и Мерве в 1911 г. Приведенные выше примеры далеко не исчерпывают весь список исследователей-иностранцев, познакомившихся с краем к 1917 г.

Стоит отметить, что исследования в области различных направлений науки – медицины, истории, географии, экономики региона – проводили в основном немецкие и австрийские ученые. Например, в 1871 г. профессор В. Пецгольд побывал в Туркестане с целью изучения и сбора географических сведений. Другой путешественник Макс фон Просковец впоследствии написал книгу о торговле и земледелии Бухары и Самарканда.

В 80-е гг. XIX в. орнитолог Валигриан Руссов совершил целый ряд путешествий и дал описание 3 500 видам птиц Туркестана [9]. В 1897 г. немецкий врач В. Зеллербек [10] посетил с научной целью Закаспийскую область, Туркестан и Бухару.

В 1911 г. приват-доцент Венского университета У. Мохель, а также германские подданные К. Вильд, К. Рейтер, А. Броннер совершили двухмесячную поездку с научными целями по Туркестанскому краю [11].

Отдельно можно выделить заслуги европейцев в области развития медицины. В 1908 г. по инициативе А. Шварца было создано Общество естествоиспытателей и врачей Туркестана, а в 1910–1913 гг. под руководством Роппа с участием немцев-меннонитов в Хиве были построены больница европейского образца и почта [12].

Говоря о развитии медицины и химической науки в крае нельзя обойти стороной деятельность немецких врачей Г.Г. Феглера – главного врача и заведующего Ташкентской городской амбулаторией, К.О. Рейнгарта – главного санитарного врача края, Х. Ценнера – управляющего Ташкентской городской аптекой [13].

И.И. Краузе, помимо предпринимательской деятельности, был организатором первой краевой химической лаборатории в Ташкенте для проверки санитарных норм в производимой продукции. Он также открыл в крае первую аптеку и слыл известным провизором.

Немцы занимались озеленением края, завозили семена лесных пород, создавали лесопитомники. В Ташкенте и его окрестностях жили и работали лесоводы и садоводы – отец и сын Греберы и В. Гросс. Прекрасный сад при дворце великого князя Н.К. Романова с прямоугольной разбивкой аллей, засаженных российскими дубами, соснами, елями, липами и другими привозными деревьями был создан И.И. Краузе. Немалый вклад в создание генофонда местных сортов фруктовых деревьев и винограда внес энтузиаст этого дела К. Заринг [14].

Многие из европейских ученых приезжали сюда в Туркестан не только на время своих исследований или сбора экспонатов, но и оставались здесь, продолжая свою научную деятельность. Некоторые из них до приезда в Туркестан жили в России, хотя этнически были выходцами из западноевропейских стран. Особенно много среди них было этнических немцев. Это Р.Р. Шредер [15], Е.К. Бетгер [16], И.И. Гейер, Л.С. Берг, А.Ф. Миддендорф, Г.К. Ризенкамф, П.И. Лерх, В.В. Бартольд, А. Шмидт, А. Кун и многие другие [17].

Касаясь научного наследия И.И. Гейера, следует отметить широту диапазона его научно-исследовательских интересов. Это наглядно иллюстрирует перечень его основных научных работ: «Вверх по Пянджу», «Крестьянская колонизация Сыр-Дарьинской области», «Кустарные промыслы в Ташкенте», «По русским селениям Сыр-Дарьинской области», «Сборник материалов для статистики Сыр-Дарьинской области», «Путеводитель по Туркестану», «Туркестан». Также Гейер принимал активное участие в работе учрежденной в 1899 г. биологической станции и Патологического кабинета при Туркестанском обществе сельского хозяйства [18].

Большой интерес представляет работа А.Ф. Миддендорфа «Ферганская долина», посвященная всестороннему изучению народного хозяйства Туркестана [19].

Немалый вклад в изучение края внес Л.С. Берг, который работал в 1899–1903 гг. в Туркестанском отделе Русского географического общества. Он исследовал крупнейшие водоемы Средней Азии – Аральское море и озеро Балхаш. В 1908 г. была издана монография Берга «Аральское море», в которой изложены и обобщены результаты его исследования. Работа содержит богатые историографические данные о заселении Амударьи и Приаралья в связи с изменениями водного режима и колебаниями уровня Аральского моря [20].

Большого внимания заслуживают работы П.И. Лерха, содержащие историко-географические данные о древней эпохе и средневековье на территории Хивинского ханства [21].

Нам известно также о различных научных экспедициях, целью которых не был Туркестан, но, попадая сюда проездом, их участники просили разрешения у русского правительства провести сборы каких-либо экспонатов для исследований и музейных коллекций. Вот лишь несколько примеров: австрийский подданный, член Русского энтомологического общества в Петербурге – Иосиф Габергауер просил разрешения на проезд через Туркестан в Китай и проведение необходимых научных сборов в Туркестане [22]; немецкая экспедиция Бременско-

го географического общества [23] в Западную Сибирь просила разрешения на проведение ознакомительной экскурсии в Семиреченскую область с целью зоологических исследований [24].

Среди европейцев, побывавших в Туркестане, было немало просто авантюристов-путешественников или коммерсантов. Но Туркестан так поразили их, что они оставили дневниковые записи, представляющие немалый интерес для современного исследователя. Они любопытны еще и потому, что в отличие от записок и отчетов профессиональных ученых, были сделаны без оглядки на царское правительство [25]. Увлекательны также и дневники европейцев, которые долго проживали в Туркестане по долгу службы. Многие из них не опубликованы и хранятся в различных архивах мира, поэтому трудно до конца оценить их значимость и научную ценность.

Таким образом, даже из такого общего обзора очевидно, что европейцы – выходцы из Западной, Центральной и Северной Европы внесли немалый вклад в изучение русского Туркестана и становление здесь таких отраслей науки, как история, этнография, археология, география, экономика, медицина и т.д. Было написано немало фундаментальных научных трудов, которые и столетие спустя, не потеряли своей актуальности и научной ценности. Многие из трудов европейских ученых были опубликованы, что явилось дальнейшим толчком для привлечения внимания новых поколений исследователей к богатой истории и своеобразной культуре Туркестана. При этом современным ученым стоит обратить внимание не столько на именитых ученых, чьи труды уже являются достоянием мировой научной общественности и, бесспорно, заслуживают еще не одного специального научного исследования, но и тех, чьи работы менее известны, либо неизвестны вовсе.

Литература и комментарии

1. *Большая часть* выходцев из стран Западной, Центральной и Северной Европы на время появления в русском Туркестане были российско-подданными и прибыли сюда вместе с русскими переселенцами после 1867 г. Однако в это же время в край начали прибывать и европейцы-иностранныеподданные.
2. *Георгий Августович* де Бонгар родился в одном из предместий Парижа в 1872 г. В Москве жила его тетка мадам Сиу, которая владела шоколадной фабрикой. Как-то она пригласила своего юного племянника в гости. В Москве Георгию понравилось. Принял православие. Быстро освоив русский язык, поступил в одно из военных училищ. По окончании учебы в 1901 г. его направили в Ташкент в чине штабс-капитана кавалерийского полка преподавать в кадетском корпусе математику и французский язык.
3. *Матвеев А.М.* Из истории западных и южных славян в Средней Азии в конце XIX - начале XX веков // Советское славяноведение: Материалы IV конференции историков-славянистов. Минск, 1969. С. 442.
4. *Приведем лишь несколько* из имеющихся многочисленных примеров. Англичанка мисс

- Горн служила гувернанткой у генерал-губернатора края Л.В. Вревского. Гувернантка Луиза Биссон – французско-подданная, шесть лет работала в Ташкенте (с 1910 г.), затем год в Коканде. И.И. Гейер также начинал свою деятельность в Ташкенте как частный педагог. Вскоре по рекомендации он был представлен военному губернатору Сыр-Дарьинской области Н.И.Градекову. 20 марта 1890 г. его приняли на государственную службу в качестве секретаря Сыр-Дарьинского статистического комитета. Позже его огромные просветительские способности проявились в проведении интереснейших лекций от «Общества народных чтений», открывшегося в Ташкенте 25 марта 1898 г. Этими лекциями он стремился «отвлечь народ от праздничного разгула и дать ему возможность разумно и полезно проводить часы праздничного отдыха».
5. *В их числе были:* французы – Р. Бонапарт, Л. Бло, Ж. Брошерель, Б. де Лакост, Г. Капю, Ж. Шаффанжон, Г. Довернь, Е. Галуа, Г. Дюран, Г. Краффт, П. Лаббэ, П. Лессар, Э. Майар, Ж. Мартэн, Г. Мозер, П. Кадар, де Понсэн, А. Руже Виолэ, Ш.Е. Уйфальви, С. Салым и др.; немцы – К. Вильд, Х. Рейтер, А. Броннер, В. Пецгольд, М. фон Просковец, А. К. Гейер, В. Руссов и др.; англичане – Ф. Грант, Дж. Пикок и многие другие.
 6. *Очерк согдийского языка*, завершённый Р. Готье в 1913 г., вошёл в научный обиход только после 1923 г. Этот очерк отражает первые достижения согдологии, в нём нет ещё изложения согдийской морфологии, хотя Р. Готье, издавший согдийские изводы «Вессантары джатаки» и «Сутры причин и следствий» и внимательно следивший за первыми публикациями согдийско-христианских текстов, располагал уже немалым материалом по грамматике согдийского языка. (Пионерами в изучении согдийского языка являлись также – К.Г. Залеман, Ф.В. Мюллер, А. Мейе, Э. Бенвенист, П. Тедеско). Все эти ученые при изучении грамматики привлекали материалы ягнобского языка, который, как было установлено уже в первом десятилетии XX в., является потомком одного из согдийских диалектов. Исхаков М.М. Глагол в согдийском языке (документы с горы Муг). Ташкент, 1977. С. 5-6.
 7. *Уже в наше время* известный востоковед Г.С. Кляшторный уточнил, что вся группа эпиграфических совершенно единообразна и датируется не позднее середины XIII в.
 8. ЦГА РУз. Ф. И-3. Оп. 1. Д. 34. Л. 24.
 9. *Назаров Р.Р., Алиева В.Р., Юнусова Д.М.* К истории формирования немецкой диаспоры в Туркестане // *Узбекистонда этнодемографик жараёнлар (халкаро конференция материаллари) I кисм.* Ташкент, 2005. С. 215.
 10. *В. Зеллербек* – врач Гвардейской пехотной дивизии в Берлине.
 11. ЦГА РУз. Ф. И-20. Оп. 1. Д. 1241. Л. 20, 64.
 12. *Назаров Р.Р., Алиева В.Р., Юнусова Д.М.* Указ соч. С. 216.
 13. *Конопка С.Р.* Туркестанский край. Ташкент, 1912. С. 32–38, 41,43,47 и др.
 14. *Республиканский центр немцев Узбекистана «Возрождение»* / Режим доступа: www.irina.schur.gmx.de
 15. *Датчанин Р.Р. Шредер* – крупный ученый-селекционер, с конца 1902 г. заведовал Туркестанской сельскохозяйственной станцией под Ташкентом (успешно работал в области биологии, селекции и агротехники хлопчатника; автор сорта хлопчатника "Шредер"), основал научный институт, носящий теперь его имя.
 16. *Немец Е.К. Бетгер* – библиограф, основоположник библиотечного дела в Узбекистане, основатель Государственной публичной библиотеки им. Навои, собиратель редких рукописей.
 17. *К этому ряду ученых* можно отчасти причислить и тех, чьи предки были интересующими нас выходцами, но на момент появления в Туркестане они уже приняли российское подданство. Например, английские корни имел выдающийся археолог Средней Азии академик М.Е. Мэсон, а внук датчанина Т.Н. Нильсена – родоначальника почтово-телеграфной связи в Туркестане – В.А. Нильсен стал доктором архитектуры. Немецкие и шведские корни имел прекрасный специалист-геолог Константин Вендланд, впоследствии иеромонах Иоанн, Митрополит Нью-Йоркский.
 18. *Мишарев Д.Ю.* Вклад выдающихся представителей немецкой диаспоры в развитие Туркестанского края во второй половине XIX – начале XX веков: И.И. Гейер // *Узбекистонда этнодемографик жараёнлар (халкаро конференция материаллари) I кисм.* Ташкент, 2005. С. 209.
 19. *История Узбекистана.* Т. 2. Ташкент, 1968. С. 442.
 20. Там же. С. 447.
 21. Там же. С. 448.
 22. ЦГА РУз. Ф. И-1. Оп. 34. Д. 692. Л. 85.
 23. *Состав экспедиции:* Брим, Финч, Вальдбург-Цейль // ЦГА РУз. Ф. И-1. Оп. 20. Д. 8791. Л. 1–6.
 24. *Более подробно* о деятельности этой экспедиции см. дневник сопровождающего их подполковника Фридриха // ЦГА РУз. Ф. И-1. Оп. 20. Д. 8791. Л. 23–29.
 25. *В 1899 г.* в Туркестане в качестве туристов побывали две англичанки – Гюнтер и Ганбери, оставившие описания края.

МАКРОРЕГИОН «КОМИ–УРАЛ»: ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ

А.А. КАЛИНИНА, В.Н. ЛАЗЖЕНЦЕВ

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар
lazhentsev@iespn.komisc.ru*

Обоснована необходимость макроэкономического подхода к пространственному объединению территорий России, обеспечивающему устойчивость ее экономического развития. Рассмотрен современный уровень межрегиональных связей, выделены факторы, ограничивающие их развитие. Проведена оценка основных предпосылок формирования нового меридионального макрорегиона и возможностей расширения межрегиональной интеграции Республики Коми с сопредельными территориями.

Ключевые слова: межрегиональная интеграция, макрорегион, Республика Коми, СЗФО, УрФО, технологические связи, ресурсный потенциал

**A.A. KALININA, V.N. LAZHENTSEV. MAKROREGION "KOMI-URALS":
ISSUES AND DIRECTIONS OF ECONOMIC INTEGRATION**

The article motivates macro-economic approach to spatial consolidation of the Russian territories that secures stability of their economic development. Contemporary level of inter-regional links is considered and factors that limit development are distinguished. Basic premises of a new meridian macro region formation and possible extension of inter-regional integration of the Komi Republic with neighboring territories is estimated.

Key words: Interregional integration, macro region, Komi Republic, NWFO, UrFO, technological links, resource potential

Макрорегионы – фактор устойчивости экономического развития России

Территория России многообразна по климату, природно-ресурсным потенциалам, уровням экономического и социального развития, геополитическому положению. Именно поэтому межрегиональная интеграция рассматривается в России как одно из важнейших направлений государственной политики. Ее особенность заключается в сложности сопряжения производственных, научно-технических и экологических характеристик различных регионов, огромных расстояниях и недостаточной развитости транспортных коммуникаций. От того, как будут развиваться межрегиональные связи, зависят пропорции и устойчивость экономического развития всей страны.

По определению [1, 2] межрегиональные экономические связи являются составной частью общественных отношений и отражают интересы населения конкретных регионов. Межрегиональная интеграция способствует формированию крупных (макро) регионов и, соответственно, транспортного каркаса и производственно-технологических кластеров, конкурентоспособных в общей системе ры-

ночного пространства. Без этого нельзя реализовать обозначенную политическую доктрину модернизации экономики России и перевода ее на путь инновационного развития. Межрегиональное взаимодействие представляется актуальным еще и потому, что в России сокращается численность населения и трудовых ресурсов. По прогнозу Росстата до 2025 г. численность населения трудоспособного возраста уменьшится на 15-20%. Компенсировать это частично можно лишь повышением квалификации работников и их мобильностью.

Неслучайно проблемам развития межрегионального экономического сотрудничества в последние годы уделяется все больше внимания [3-5]. В научных работах отмечается, что вопросы управления процессами взаимодействия регионов исследованы явно недостаточно. Система управления этими связями в стране еще не сформировалась. Авторы исходят из того, что ключевые проблемы регионального развития связаны с макрорегионами как главными объектами долгосрочного планирования.

Усиление макроструктурных тенденций в российском экономическом пространстве обуславливает необходимость их всестороннего научного изучения. Особое значение имеет оценка потенци-

альных возможностей межрегиональной интеграции по линии «Север – Юг». Север – это 80% запасов твердых полезных ископаемых России, 80% нефти, почти весь добываемый газ, 50% всей деловой древесины, 20% национального дохода, более 60% валютных поступлений и всего 9,8% проживающего населения. Именно ресурсные возможности северных территорий России определяют необходимость формирования меридиональных связей и соответствующих транспортных коридоров, например, уральских – восточного и западного.

Новое положение Урала по линии «Север – Юг»

Исторически Уральский экономический район формировался главным образом как мост между европейскими и восточными территориями России, как опорная база индустриализации и оборонной промышленности. Он имел соответствующую структуру производства, которая со временем вступила в противоречие с внутренними потребностями самого Урала, с социальными и экологическими параметрами жизни его населения.

В настоящее время Уралу предстоит определить свое новое положение в географическом разделении труда и учесть возможности движения не только по линии «Запад – Восток», но и по линии «Север – Юг». Здесь интересы Урала и в целом России совпадают, поскольку северный вектор развития становится все более актуальным для всей национальной экономики. Ясно, что без продукции уральских машиностроительных, металлургических и химических предприятий северные ресурсы не освоить, а Урал без северного сырья не может развиваться масштабно, как прежде. Именно в этом направлении формируется федеральная целевая программа «Урал промышленный – Урал Полярный» (от Салехарда до Екатеринбурга и Челябинска). Не менее важное значение имеет укрепление связей с европейским Северо-Востоком, что открывает новые перспективы диверсификации производства по всей меридиональной полосе от Нарьян-Мара и Архангельска до Уфы и Оренбурга.

Создание новых меридиональных мегаструктур нельзя ограничивать лишь передачей сырья и полуфабрикатов с севера для дальнейшей переработки на юг. Недостаточно и создание производственных баз на юге для нужд севера. Все это должно быть дополнено научно-технической и производственной кооперацией, созданием транспортной и информационной инфраструктур, а также совместных корпоративных институтов.

Характер современных межрегиональных связей Республики Коми с сопредельными территориями

Географическое положение Республики Коми на границе – между Уральским, Северо-Западным и Поволжским федеральными округами – дает возможность рассматривать ее минерально-сырьевую базу в качестве основы для развития разнонаправленных межрегиональных связей. При условии эквивалентности товарообмена они будут взаимно выгодны и нацелены на совершенствование структуры как добывающих, так и обрабатывающих отраслей промышленности.

Межрегиональные товарные потоки Республики Коми изначально уходили в основном в западном направлении. Этому в немалой степени способствовало наличие железной дороги, обеспечивающей перевозки грузов из республики по всем областям и республикам Северо-Запада, поставки нефти по магистральному нефтепроводу Харьяга–Ухта–Балтийская система и транзитного газа из западно-сибирских районов УрФО через Республику Коми и далее по районам Северо-Запада в общее газовое кольцо европейской части России. Соотношения поставок из республики в указанные регионы рассмотрено на примере топливно-энергетических ресурсов (табл. 1).

Таблица 1

Вывоз основных ТЭР из Республики Коми, % от объемов добычи, 2008 г.

Виды ТЭР	Вывоз из республики, всего	В том числе			Экспорт
		СЗФО	УрФО	Другие районы России	
Нефть	71,0	–	–	–	71,0
Нефтепродукты:					
бензин	49,0	41,0	0,2	7,2	0,6
дизтопливо	59,0	14,3	1,5	5,2	38,0
мазут	71,0	10,0	2,0	6,0	53,0
Уголь					
коксующийся	61,0	43,0	–	8,0	10,0
энергетический	57,0	46,7	1,6	8,7	–
Технический углерод	100,0	–	–	27,0	73,0
Сжиженный газ	100,0	–	–	28,0	72,0

Рассчитано с использованием данных [6].

Нефтяная отрасль ориентирована преимущественно на экспорт. То же относится и к таким продуктам газопереработки, как сжиженный газ и технический углерод. Четко прослеживается преобладание поставок ТЭР из республики в районы СЗФО и незначительные – в районы УрФО. Межрегиональные связи по линии «Коми–Урал» имеют устойчивую тенденцию роста в части ввоза уральской продукции в республику, в которой отражается индустриальный профиль Урала: прокат и оборудование (55%), т.е. товары с относительно высокой добавленной стоимостью. Из республики на Урал вывоз на 50% обеспечивается бокситами – первичным сырьем для алюминиевой промышленности. При развитии в республике глиноземного производства добавленная стоимость ее экономики, несомненно, повысится, что выгодно и уральским регионам, заинтересованным в улучшении своей экологии за счет индустриальной разгрузки.

Добыча и переработка минеральных ресурсов (собственных и привозных) и особенно машиностроение являются основой специализации Урала. Однако нельзя не отметить диспропорцию между снижающимися возможностями добычи рудного и энергетического сырья и ростом спроса на него со стороны перерабатывающих производств. Это одна из основных причин, сдерживающих развитие про-

изводительных сил Урала. По данным Института экономики УрО РАН обеспеченность местным железорудным сырьем заводов Урала составляет 35%, медным концентратом – 50, цинковым – 70, энергетическими углями – 17%. Здесь отсутствуют коксующиеся угли, практически нет хрома, марганца и других видов сырья. В районы Урала завозится более 60 млн. т различных видов полезных ископаемых, в т.ч. 20-22 млн. т энергетических углей, 7 млн. т хромитовых, 0,9 млн. т медных, 1,7 млн. т марганцевых руд [4,7].

Основными поставщиками сырья на Урал являются: Кузнецкий бассейн (уголь), Мурманская и Иркутская области (железная руда), а также страны ближнего и дальнего зарубежья (уголь, бокситы, марганец, хром и др.). При этом перевозки осуществляют на расстояние до 3 тыс. км и более. Высокие транспортные расходы приводят к существенному повышению себестоимости уральской продукции.

В стратегических планах развития регионов Урала правомерно предусмотрена интенсификация освоения собственной минерально-сырьевой базы. Вместе с тем, обозначены ее пределы. Поэтому актуальной считается задача привлечения сырья и топлива со стороны северных регионов, в том числе из Республики Коми. Ее решение имеет не только благоприятные ресурсные и технологические предпосылки, но и факторы, ограничивающие развитие межрегиональных связей Коми–Урал. К ним относятся:

- неудовлетворительное техническое состояние железной дороги Котлас–Киров–Пермь, к тому же этот «окольный» путь приводит к существенному удорожанию продукции для уральских потребителей;

- медленное строительство железнодорожной магистрали Архангельск–Сыктывкар–Соликамск («Белкомур»);

- отсутствие путей сообщения между пос.Троицко-Печорск и городами Соликамск и Березники, а также станцией Полуночное, что существенно сдерживает кооперацию по линии комплексного использования древесины, а в перспективе и магниевых солей;

- вялая реализация намерений объединить интересы Республики Коми и регионов Урала, важным инструментом которой при согласовании корпоративных и территориальных интересов могли бы быть специальные договора региональных правительств и лицензионные соглашения, определяющие участие вертикально-интегрированных компаний (ВИК) в освоении и комплексном использовании минерально-сырьевых ресурсов;

- недостаточная товарная эффективность межрегионального обмена для Республики Коми, что может быть изменено за счет перехода ее экономики от преимущественной ориентации сырьевых ресурсов на экспорт к ресурсно-инновационной модели развития в основном в рамках внутрироссийского рынка.

Предпосылки формирования макрорегиона Коми–Урал

К основным предпосылкам, которые способствуют макрорегиональной интеграции Коми–Урал, относятся: ресурсные, инновационные, транспортные, институциональные.

Ресурсы

Перспективными в Республике Коми являются те виды сырья и топлива, в которых нуждается промышленность Урала, – бокситы и глинозем, коксующийся и энергетический угли, марганцевые руды, бариты, хромиты, медные руды. Общую характеристику топливного и рудного потенциала Республики Коми относительно потребностей Урала можно представить следующим образом.

Ресурсы, в которых Урал в настоящее время испытывает острый дефицит:

- уголь коксующийся и энергетический, бокситы, глинозем, бариты (проекты их освоения имеют высокую вероятность реализации, утверждены запасы промышленных категорий, намечено строительство новых или расширение действующих предприятий);

- хромиты, марганец, медь (для их освоения необходимы ускоренная оценка, разведка и выявление наиболее эффективных месторождений);

- редкие и редкоземельные металлы (ниобий, тантал Ярегского нефтетитанового и других месторождений, галлий среднетиманских бокситов и др.), для извлечения которых требуются высокие технологии.

Ресурсы, которые могут быть произведены в Республике Коми и вывезены на уральский рынок в перспективе:

- нефтепродукты мирового качества (могут быть получены за счет расширения мощностей Ухтинского НПЗ в 1,5-2 раза и строительства нового Усинского НПЗ мощностью 1,3 млн. т);

- трансформаторные, медицинские и другие масла, а также хрупкие лаковые битумы и арктическое дизтопливо на основе высококачественной бессернистой тяжелой ярегской нефти при увеличении ее добычи с 0,5 до 3,5 млн. т и выделении ее переработки в отдельное производство на Ухтинском НПЗ;

- двуокись титана (строительство Ярегского горнохимического комбината);

- расширение ассортимента деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной продукции (расширение ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» и возможное строительство новых лесоперерабатывающих предприятий).

Инновации

В природно-ресурсных отраслях промышленности Республики Коми для развития межрегиональной интеграции Коми–Урал следует выделить наиболее значимые проекты: развитие добычи усинских и сейдинских углей, боксито-глиноземное производство, глубокая переработка ярегской нефти и титановое производство. Эта продукция может составить до 90% стоимости вывоза из Республики Коми на Урал. При этом необходимо подчеркнуть, что эффективность межрегионального обмена определяется не столько объемами, сколько степенью инновационности добычи и переработки полезных ископаемых.

Отметим инновационный характер некоторых проектов именно под углом зрения интеграции Коми–Урал.

Новые методы добычи и использования сейдинских углей. Сейдинское месторождение содер-

жит высококачественное топливо для энергетики. Оно включено в «Энергетическую стратегию России до 2030 г.». Государственной Комиссией по запасам Роснедра в 2007 г. утверждены запасы энергетических углей для подземной добычи по категориям C_1+C_2 (шахта № 5) в количестве 433 млн. т. Представленные для утверждения под открытую добычу в пределах этой шахты по категориям C_1+C_2 запасы в объеме 92,6 млн. т пока не утверждены в связи с недостаточным горнотехническим и экономическим обоснованием, а также отсутствием оценки возможности применения комплексной открыто-подземной разработки участков месторождения.

Геологические условия месторождения позволяют строить шахты принципиально отличающиеся от действующих с возможным применением инновационных технологических схем «шахта–лава» с одним или двумя очистными забоями, со среднесуточной нагрузкой на лаву 6-7 тыс. т, высокой производительностью труда. Это является гарантией высокой конкурентоспособности этих углей.

Специалисты считают возможным также строительство здесь предприятий открытой добычи с использованием комплексной открыто-подземной технологии.

Реализация данного проекта определяется не потребностями Республики Коми, а топливно-энергетическим балансом России в целом. В этой связи заметим, что повышение спроса на уголь на внутрироссийском рынке непосредственно обусловлено предполагаемым ростом цены на газ в 2-2,5 раза. Прежнее ожидание, что уже к 2010 г. произойдет изменение цен в пользу угля, пока не подтверждается. Наоборот, поставки углей на электростанции снижаются. За шесть первых месяцев 2009 г. сокращение поставок произошло на 10 млн. т (18% от общей потребности) по сравнению с аналогичным периодом 2008 г., что, впрочем, связано и с динамикой финансового кризиса.

Перспективная потребность в сейдинском угле на Урале оценена в объеме 10 млн. т в год. Для уральской угольной генерации с использованием сейдинского угля возможно получение эффекта от консолидации активов угольщиков и энергетиков на основе заключения прямых долгосрочных контрактов.

Другим внутренним рынком для сейдинских углей может стать Северо-Запад, при условии, что при вводе новых энергетических мощностей в этом регионе будут преобладать угольные, а не газовые. Возможным направлением использования сейдинских углей в долгосрочной перспективе, кроме энергетического, может стать нетрадиционное, связанное с углехимией и получением ряда новых инновационных продуктов. Однако для выбора конкретных технологий переработки необходимы детальные исследования их качественного состава и опытно-промышленные испытания с учетом опыта Кузбасса, где предпринимаются попытки организовать масштабную углехимию.

Боксито-глиноземное производство. Добыча бокситов опирается на мощную сырьевую базу месторождений Среднего Тимана (30% запасов России). В настоящее время добыча бокситов составляет около 2 млн. т в год, которые в полном объеме поступают на уральские глиноземные заво-

ды. В перспективе намечалось довести добычу до 6,4 млн. т бокситов в год, что позволило бы поднять сырьевую обеспеченность алюминиевой промышленности России с 40 до 90%. При этом 65 % бокситов будет перерабатываться в Республике Коми на новом глиноземном заводе, а остальная часть – по-прежнему на действующих заводах Урала. Начатое строительство в Республике Коми Сосногорского глиноземного завода производительностью 1,4 млн. т глинозема в год остановлено из-за отказа предприятию в выделении ОАО «Газпром» 500 млн. м³ в год природного газа для энергетических и технологических нужд. С началом строительства магистрального газопровода «Ямал–Европа» в Республике Коми между Правительством республики и ОАО «Газпром» подписано соглашение о выделении необходимых объемов газа глиноземному заводу в 2012 г. Предполагается построить отвод от магистрального газопровода «Ямал–Европа».

Наиболее эффективным был бы вариант межрегиональной интеграции Коми –Урал при условии переработки всего объема бокситов в республике. Этот вариант обеспечил бы повышение стоимости произведенной товарной продукции по сравнению с вывозом сырья в 10 раз, а следовательно, и соответствующий рост налоговой базы [5], а также позволил бы закрыть устаревшие заводы на Урале.

Ярегский нефтетитановый проект. Ярегское нефтетитановое месторождение является потенциальной сырьевой базой для обеспечения рынка России продуктами переработки титановой руды и тяжелой высококачественной нефти. Уникальность данного месторождения заключается в том, что наряду с большими запасами тяжелой нефти оно содержит 40% запасов титанового сырья России.

На месторождении ведется добыча шахтным способом только нефти в объеме 0,5 млн. т в год. Существующая технология переработки ярегской нефти по топливному циклу приводит к потере ее ценных качеств. Проблема переработки титановой руды не продвинулась дальше попыток организовать опытно-промышленное производство. Новейшая технология производства из ярегской руды диоксида титана позволяет получать продукты мирового стандарта. Заметим, что на российском рынке пока имеется только импортный диоксид титана.

Проводимая в настоящее время политика владельцев лицензии на разработку Ярегского месторождения (ОАО «Ярегская нефтетитановая компания» совместно с управляющей компанией ООО «Лукойл-Коми») не соответствует требованиям государства в области комплексного освоения недр. Если производство диоксида титана – это непрофильные активы нефтяной компании, что вызывает определенные проблемы его развития, то эффективная переработка уникальной ярегской нефти – это профильное направление компании, но требующее специальных способов переработки для извлечения уникальных продуктов – трансформаторных, белых технических и медицинских масел, хрупких и лаковых битумов, арктического дизтоплива и других. Организовать производство такой в значительной степени инновационной продукции возможно на Ухтинском НПЗ при условии дооснащения его необходимым оборудованием и

роста добычи ярегской нефти до 1,7 млн. т, а в дальнейшем до 3-3,5 млн.т в год, что потребует освоения технологии добычи с поверхности за счет внедрения горизонтального бурения скважин.

Ярегский нефтетитановый проект может получить новые аспекты реализации, если его рассматривать в совокупности с титано-магниевым и калийно-магниевым производствами. Это направление пока не имеет технико-экономического обоснования, достаточного для формирования соответствующих инвестиционных программ. Однако гипотетически его можно обозначить как перспективное, нацеленное на кооперацию с Березниковским титано-магниевым комбинатом, Соликамским магниевым заводом, а также на увязку с возможным освоением Верхнепечорского месторождения калийно-магневых солей. Здесь просматриваются как технологические, так и социально-экологические предпосылки укрепления экономических связей юго-востока Республики Коми и севера Пермского края.

Оценка важнейших элементов ресурсной базы республики – угля, бокситов, глиноземного и титанового производств, новой товарной группы продуктов на базе переработки ярегской нефти – позволяет сделать вывод о возможностях значительного прироста вывоза продукции из республики на Урал и Северо-Запад.

Транспорт

Намечена реализация двух мегапроектов:

– железнодорожной магистрали «Белкомур» (от границы Финляндии через Карелию, Архангельскую область, Республику Коми до Соликамска на Урале) , сокращающей доставку продукции из Республики Коми на Урал на 500 км, к Белому морю – на 800 км;

– транспортной магистрали вдоль восточного склона Урала (Полуночное – Обская – Салехард – Надым) в рамках мегапроекта «Урал промышленный – Урал Полярный», основная задача которого – освоение рудных и топливных ресурсов.

Важно отметить, что первый проект является не только транспортным, но и общехозяйственным. ООО Межрегиональная компания «Белкомур» получила права на формирование и реализацию любых инвестиционных программ, связанных с экономическим развитием зоны тяготения новой железной дороги. Это, в первую очередь, касается освоения лесных и минерально-сырьевых ресурсов, строительства автоторог и энергетических объектов.

Оба проекта включены в Транспортную стратегию Российской Федерации до 2030 г. При определенных условиях в соответствии с транспортной стратегией могут получить развитие железнодорожные ответвления Ухта–Индига и Воркута–Усть-Кара, обеспечивающие выход к Северному морскому пути. Сохраняется актуальность строительства железных дорог от Троицко-Печорска на Соликамск и Полуночное. Это еще в большей мере укрепит макрорегион Коми–Урал.

Северо-восточная часть Республики Коми, где разведаны месторождения угля, баритов, марганца, меди, хромитов и других полезных ископаемых, непосредственно примыкает к будущей железнодорожной магистрали вдоль восточного склона Урала. Строительство северной части этой дороги уже нача-

лось. Ситуация складывается так, что оно будет осуществляться опережающими темпами по сравнению с подготовкой здесь ресурсной базы. Первостепенными для загрузки данной железной дороги становятся перечисленные ресурсы Республики Коми. Следует также принять во внимание качество ресурсов. Сравним для примера некоторые показатели добычи сейдинских и северо-сосьвинских углей (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительные показатели разработки Сейдинского месторождения (подземным способом) и Северо-Сосьвинского месторождения (открытым способом) (данные 2006 г.)

Показатели	Сейдинское месторождение	Северо-Сосьвинское месторождение	
	Шахта № 5	Оторьинские разрезы	Тольинские разрезы
Производственные мощности шахты (разрезов), млн. т	8,0	8,0	8,5
Низшая теплотворная способность рядового угля, ккал/кг	4800	4240	3005-3786
Капитальные вложения, млрд. руб.	26,9	31,6	21,7
Численность персонала, чел.	1763	2750	1620
Себестоимость 1 т рядового угля, руб./т	400	1127	737

Составлено по данным [8].

Сейдинские угли имеют явное преимущество именно как энергетическое топливо для Урала. Кроме того, по «Сейде» уже имеются утвержденные промышленные запасы для строительства первой шахты мощностью 8 млн. т в год в отличие от Северо-Сосьвинского месторождения, где нет пока утвержденных запасов.

Транспортный полигон макрорегиона Коми–Урал целесообразно рассматривать в границах Ханты-Мансийского, Ямало-Ненецкого округов, Республики Коми, Пермской и Свердловской областей. В таком случае магистраль, проходящая по восточному склону, становится стержневой для освоения ресурсов как Западной Сибири, так и европейского Северо-Востока. С учетом такого подхода на федеральном уровне необходимо рассматривать не только проект «Урал промышленный – Урал Полярный», но и «Коми–Урал».

Институциональные предпосылки

Межрегиональное сотрудничество предполагает стабильность баланса интересов предприятий и территорий. Наиболее устойчивую межрегиональную интеграцию обеспечивают ВИК, как корпоративные структуры межрегионального уровня. Участие корпораций в межрегиональных связях

требует корректировки их пространственного поведения. Важно не допустить снижения региональных доходов. Известно, что зачастую интересы сырьевых регионов ущемляются при использовании внутри корпораций трансфертных цен. Кроме того, корпорации недооценивают сырьевые регионы как базу размещения перерабатывающих производств. Это хорошо видно на примере бокситов, добываемых в Республике Коми компанией РУСАЛ. По нашим расчетам, цена реализации бокситов 13-14 дол./т, транспорт его до уральских глиноземных заводов 14,5 дол./т, цена получаемого на Урале глинозема 250 дол./т. Стремление Республики Коми вывозить не только сырье, но и продукты промежуточных технологических переделов, соответствует общей федеральной линии совершенствования территориальной структуры народного хозяйства. Полагаем, что такого рода интересы должны быть защищены в рамках лицензионных и специальных соглашений.

Таким образом, формирование макрорегиона Коми–Урал обусловлено:

– реализацией двух транспортных мегапроектов – «Белкомур» и «Урал промышленный – Урал Полярный»;

– качественным разнообразием и возможностями топливного и минерально-сырьевого потенциала Республики Коми при дефиците минерально-сырья и топлива на Урале;

– ожидаемым переходом сырьевой экономики Республики Коми на ресурсно-инновационный путь развития.

Работа выполнена в рамках Программы РАН «Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез».

Литература

1. *Лажнецов В.Н.* Пространственное развитие (примеры Севера и Арктики)// Известия Коми НЦ УрО РАН, 2010. №1. С. 97-104.
2. *Лажнецов В.Н.* Теория пространственной интеграции и практика межрегионального взаимодействия // Горизонты экономического и культурного развития: материалы пленарного заседания Второго северного социально-экономического конгресса/ Отв. ред. В.А.Черешнев. М.: Наука, 2007. С. 64-68.
3. *Экономическая интеграция: пространственный аспект* / Отв. ред. П.А. Минакер. РАН, Дальневосточное отделение. Ин-т эконом. исслед. М.: ЗАО Изд-во «Экономика», 2004. 352 с.
4. *Проблемные регионы* ресурсного типа: экономическая интеграция европейского Северо-Востока, Урала и Сибири /Под ред. В.В.Алексеева, М.К.Бадмана, В.В.Кулешова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2002. 356 с.
5. *Дмитриева Т.Е., Калинина А.А., Лажнецов В.Н.* Основания и условия межрегиональной интеграции Коми–Урал // Экономика региона. Тематическое приложение к №2 (10), 2007. С. 106-118.
6. *Использование топливно-энергетических ресурсов в Республике Коми: стат.сб./* Комитат. Сыктывкар, 2009. 62 с.
7. *Концептуальные основы формирования и реализации проекта «Урал промышленный – Урал Полярный»* / Под общ. ред. акад. РАН А.И.Татаркина. М.: Экономика, 2007. С. 127-130.
8. *Федоров С.В., Шарин В.В.* Техничко-экономическая оценка разработки Северо-Сосьвинских бурогольных месторождений// Экономика региона. Тематическое приложение к №2 (10), 2007. С. 60-64.

К.Ф.ЖАКОВ – УЧЕНЫЙ, ФИЛОСОФ, ПРОПАГАНДИСТ

Выдающийся коми ученый-энциклопедист, писатель, просветитель и общественный деятель Каллистрат Фалалеевич Жаков (1866–1926) внес значительный вклад в российскую фольклористику, этнографию, логику, педагогику, философию, в общую теорию и историю искусства. В российской лингвистической науке и европейском финно-угроведении того времени К.Ф.Жаков получил особую известность как исследователь родства коми языка с языками других народов. Он один из первых коми литературоведов и литературных критиков, исследователей коми и мировой литературы, он первым обратил внимание на произведения основоположника коми литературы И.А.Куратова, открыл его рукописи. Как писатель, К.Ф.Жаков первым из коми добился широкого признания в России; его произведения издавались и вызвали интерес за рубежом.

В последнее десятилетие своей жизни К.Ф.Жаков уделял главное внимание созданному им оригинальному философскому учению «лимитизму» (от латинского слова «limes» – «предел»). Согласно этой теории, человеческие ощущения, представления и понятия совпадают с самими вещами, т.е. материальным миром, как переменная величина и предел при условии, если иметь в виду познание общих свойств мира, а не его частных. Познание есть переменная величина, идущая к своему пределу, к бытию; в основе всего «Первопотенциал или Бог», который «беспределен во всех направлениях и во всех смыслах и познать его нельзя. Действует он бесконечно разнообразно, но отношение его к космосу познаваемо».

Лимитизму посвящена большая серия его трудов; одни из них изданы, часть сохранилась в рукописях, а о многих есть только упоминания. Впервые публикуемая здесь работа «Добро и зло в религиях народов и в жизни» представляет собой текст одной из наиболее интересных его лекций, подготовленных и прочитанных в г. Риге в 1922–1925 гг.

К.Ф.Жаков провел в Риге последние годы своей жизни. Он впервые побывал там в июне 1920 г., рассчитывая получить преподавательскую работу на кафедре философии в только что открывшемся университете. 16 июля К.Ф.Жаков прочитал в университете так называемую «пробную» лекцию о разработанном им оригинальном философском учении – лимитизме, на которой присутствовали представители историко-филологического факультета, множество студентов и прочей публики. В конечном итоге руководство факультета отказало ему в приеме на работу. Однако философские идеи ученого произвели немалое впечатление на жителей Риги, и высказанная им в том же месяце мысль о необходимости объединения сторонников лимитизма, была поддержана. В сентябре при участии Жакова состоялось организационное собрание общества, получившего несколько позднее наименование «Общество лимитивной философии в Латвии» (или «Латвийское общество лимитивной философии»). В сентябре – начале октября Жаков прочитал в Риге несколько публичных лекций, а затем вынужден был уехать из Риги, куда вернулся только в декабре 1921 г. 7 декабря 1921 г. общество лимитивной философии было официально зарегистрировано.

До мая 1922 г. ученый жил в Риге, читая публичные лекции, гонорар за которые являлся единственным источником существования. Затем жил на хуторе «Муценки», куда его пригласил один из его слушателей и организатор «Академии философии лимитизма» Эрнест Барон. Жаков написал там «Методологию наук» и другие труды, а в ноябре 1922 г. вновь вернулся в Ригу и решил продолжить чтение лекций, организацией которых занялся Э.Барон. Первая лекция на тему «Что существует?» состоялась 16 января 1923 г. и имела большой успех. С того времени до самой смерти К.Ф.Жаков два-три раза в неделю читал в Риге двухчасовые лекции, организацией которых вскоре стало заниматься общество лимитистов. С февраля 1923 г. все лекции проходили в латышской основной школе № 27 (сначала на Башенной улице, дом 4, с сентября 1925 г. – на улице Свободы, дом 15), бесплатно предоставившей Жакову аудиторию. Лекции, посвященные самым разным проблемам философии, других наук, религии, этики, эстетики, литературы, рассматривавшимся Жаковым сквозь призму лимитизма, читались на русском языке, и их приходило слушать самые разные люди – имевшие высшее образование и полуграмотные, русскоязычные и даже не вполне понимавшие по-русски. Здесь побывали такие выдающиеся личности, как Ян Райнис и Николай Рерих. Несомненно, всех завораживал талант лектора, блестяще умевшего популярно и чрезвычайно живо и образно говорить о самых сложных вещах. Большинство лекций было построено в форме беседы с неким «духом предков, сказочником севера», пространно отвечающим на задаваемые ему кем-то неназванным вопросы. Последнюю лекцию на тему «Учение о прекрасном» философ прочитал 17 декабря 1925 г., будучи уже смертельно больным. Жить ему оставалось чуть больше месяца...

Все свои лекции К.Ф.Жаков перед выступлением записывал на бумаге – вначале в виде кратких тезисов, затем готовил более подробный текст, над которым позднее еще продолжал работать. По некоторым данным, во время чтения лекции ее текст также записывала секретарь «Общества лимитивной философии» Мария Яковлевна Заринь – последняя спутница жизни Жакова, оказывавшая

ему огромную и бескорыстную помощь. Она переводила лекции на латышский, печатала перевод на машинке, потом его размножали и раздавали желающим.

Окончательные варианты перепечатывались на пишущей машинке. Вероятно, Жаков не успел завершить работу над окончательными вариантами всех лекций. Во всяком случае, далеко не все сохранившиеся тексты лекций представлены в машинописи, значительная часть – рукописи, написанные, очевидно, рукой самого К.Ф.Жакова, с его многочисленными исправлениями и добавлениями. Всего, по данным общества лимитистов, подводивших после смерти К.Ф.Жакова некоторые итоги его просветительской деятельности в Латвии, ученый написал в Риге около 350 работ. Опираясь на труды К.Ф.Жакова, рижские лимитисты продолжали читать лекции по лимитизму и после его смерти (во всяком случае, это происходило в зимние сезоны 1926-1927 и 1927-1928 гг.), в 1929 г. издали его работу «Лимитизм. Единство наук, философий и религий» (правда, относительно ее аутентичности высказывались сомнения; существует предположение, что лимитисты Латвии могли внести в оригинальный жаковский текст какие-то существенные изменения).

Часть своих рукописей К.Ф.Жаков передал М.Я.Заринь; многие лекции посвящены ей. Некоторые труды хранились у его второй жены А.И.Приеде. Какие-то работы оказались в руках Э.Барона, пути которого решительно разошлись с Жаковым и большинством других лимитистов Латвии. О том, что, по крайней мере, часть рукописей сохранилась, узнали во время своих поездок в Прибалтику энтузиасты исследования творческого наследия Жакова ученые А.К.Микушев и В.Н.Демин и журналист Л.А.Лыткин. Но прошло не одно десятилетие, прежде чем несколько бесценных рукописей было доставлено на родину философа.

Произошло это в 2005 г. благодаря усилиям работников Национальной библиотеки Республики Коми, журналиста Артура Артеева и финансовой поддержке группы СУАЛ. 22 мая в Риге для Национальной библиотеки были приобретены и доставлены в Сыктывкар 32 не издававшиеся ранее работы К.Ф.Жакова – 16 рукописных (Бог и природа в воззрениях народов и судьбы человека, Вопросы о соотношении души и тела, Идеалы человека: Земное и небесное, История биологии и лимитизм, Мировые женские типы, Наука о государстве в свете лимитивной философии, Научно-философские доказательства бытия Божия, О философском камне, Промысел божий, Смерть и бессмертие, Страдания человека и спасение его, Судьба в жизни народов и в жизни отдельного человека, Таинства жизни и сокровенные науки о человеке, Темперамент и характер: как они проявились в философии, Человек как продукт природы и как творец ценностей, Чудеса спиритизма в научно-философском освещении) и 16 машинописных (Болезни современной философии Запада, Возможны ли чудеса, Добро и зло в религиях народов и в жизни, Древняя философия в сказках, Задачи культуры, Идеи и формулы индуктивной обобщающей философии лимитизма, Мировая скорбь и пути спасения человека, Мировые загадки и пути их разрешения, Происхождение человека, Пути к самопознанию, Пути мысли и жизни, Священные писания народов и пути самовоспитания и самопознания, Состав космоса и строение человека, Столп и утверждение Истины, Таинство загробной жизни и перевоплощение, Утро, полдень и вечер в жизни человека).

9 декабря того же года они были представлены общественности на презентации в Национальной библиотеке Республики Коми. Через некоторое время Национальная библиотека Республики Коми выпустила диск «Наследие Каллистрата Жакова», на котором, в частности, помещены копии этих рукописей.

Введение в исследовательский и более широкий читательский оборот научного, литературного, эпистолярного наследия таких выдающихся деятелей коми культуры, литературы, науки, как И.А.Куратов, Г.С.Лыткин, К.Ф.Жаков, В.Т.Чисталев и др., является очень важной задачей гуманитарной науки. Изданием не публиковавшихся ранее различных трудов К.Ф.Жакова ученые занимаются уже давно. Так, в конце 1980-х – 1990-е гг. в Сыктывкаре были напечатаны поэма К.Ф.Жакова «Биармия», его работы «Положения лимитизма», «Отрывки философской автобиографии», письма и др.

Совместными усилиями Национальной библиотеки Республики Коми и Института языка, литературы и истории Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук завершается работа по подготовке к публикации рукописей, привезенных из Риги. Предполагается, что они выйдут отдельной книгой, а затем, возможно, составят один из томов собрания сочинений К.Ф.Жакова, вопрос об издании которого давно уже назрел. Надо надеяться, что к 150-летию ученого и писателя, которое будет отмечаться в 2016 г., такое собрание будет выпущено. Нужда в нем тем более велика, что большинство опубликованных произведений Жакова давно стали библиографической редкостью. В процессе подготовки к книжному изданию Национальная библиотека Республики Коми и ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН планируют осуществить публикацию отдельных рукописей, чтобы оперативнее ввести их в научный и литературный оборот. Настоящая публикация («Добро и зло в религиях народов и в жизни») – первая из этой серии.

Публикация подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Историко-культурное наследие и духовные ценности России», проект «Новые источники по истории и культуре финно-угорских народов Среднего Поволжья и Приуралья».

*И.Л.Жеребцов, д.и.н, зам. директора ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН,
О.Р.Мифтахова, директор Национальной библиотеки Республики Коми*

ДОБРО И ЗЛО В РЕЛИГИЯХ НАРОДОВ И В ЖИЗНИ*

К.Ф.ЖАКОВ

Впервые публикуется текст лекции выдающегося коми ученого и писателя Каллистрата Фалалеевича Жакова (1866–1926), прочитанной им в г. Риге в 1924 г. и посвященной взглядам различных религий на добро и зло.

Ключевые слова: язычество, христианство, буддизм, лимитизм

K.F. ZHAKOV. GOOD AND EVIL IN RELIGION OF PEOPLE AND THEIR LIFE

It is first published lecture Komi outstanding scientist and writer Callistratus Falaleevicha Zhakov (1866-1926), delivered to them in Riga in 1924, devoted to the views of various religions into good and evil.

Key words: Paganism, Christianity, Buddhism, limitizm

ДОБРО И ЗЛО В РЕЛИГИЯХ НАРОДОВ И В ЖИЗНИ*

К.Ф.Жаков

*Эта лекция посвящается
Марии Яковлевне**,
ангелу-хранителю моему.
Эта лекция ее собственность.
24-го февраля 1924 г.
К.Жаков*

– О, сказочник севера, дух предков моих, ты разъясни, как понять эти слова: «добро и зло в религиях народов и в жизни их»?

– Это можно, только ты не волнуйся. Из всех твоих волнений ничего не выйдет, ибо ты не там живешь, где следовало бы.

– Почему так?

– Почему? Вот открой книгу Иова, и увидишь правду. «Был человек в земле Уц, имя его Иов. И был человек этот непорочен, справедлив, и богобоязнен, и удалялся от зла». У него были сыновья и дочери. И он был богат. Но вот по воле злого духа и с дозволения Бога, он все потерял. Тогда он сказал: «Наг я вышел из чрева матери моей, наг и возвращусь в землю. Господь дал, Господь и взял». И вот сатана, злой дух, с дозволения Бога, поразил Иова проказой лютою от подошвы ноги по самое темя его, и взял себе черепицу, чтобы скоблить себя ею, и сел в пепел вне селения. Вот сын мой, какой образ дала нам Азия.

– Кто этот Иов многострадальный?

– Это ты, сын мой, ты – Иов многострадальный. Ты изучил науки, философии, религии, дошел ты до познания Бога, и проповедовал ты двадцать лет, и более. И что же вышло? Покрыт ты проказой в глазах умных людей, и сидишь ты на пепле вне

селения людского, вне радости жизни, в презрении у ученых мужей, в качестве сумасшедшего в глазах дельцов. Да, ты – Иов многострадальный.

Да, сын мой, не там ты живешь, где следовало бы. Ты должен быть в Азии, а не в Европе. Европе Бога не надо, религии не надо.

– А что надо?

– Золото, благополучие, горючие газы, колониальная политика... И Европа обречена на гибель, как древние греки и римляне. Люди останутся в Азии. Поэтому беги, беги отовсюду, до гор Уральских, и далее в Азию... Беги, беги, пока еще жив... Здесь бесполезны посевы дум великих, ничего не вырастает... Но ты не волнуйся, только беги, беги отовсюду до гор Уральских, и еще далее в Азию...

Исполняя долг перед Богом, сегодня расскажу я тебе о добре и зле в религиях народов и жизни. Только слов моих не забывай...

Европа Бога никогда не любила и законов твердых не имела. Вот почему азиаты иудеи берут вверх повсюду, руководя социалистами, коммунистами, разбойниками, хищниками. У иудеев есть закон. Есть солидарность. Иудей-банкир, и иудей-коммунист, и иудей-буржуй, и иудей-социалист, и иудей-черносотенец, и иудей-анархист – все подчиняются закону Моисея и заветам его.

Теперь перейдем мы к рассказу нашему о добре и зле.

Открой книгу Бытия (глава 1). «В начале сотворил Бог небо и землю. Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездной, и Дух Божий носился над водою». Тьма над бездной – это зло. Безвидная и пустая земля – это зло. Дух Божий привел все в порядок – это добро. Дух Божий, свет, порядок в космосе и жизнь – это добро. Тьма и беспорядок – это зло. Бог же Первопричина – выше добра и зла. От него добро и зло (свет и темнота).

Эти слова книги Бытия списаны с мудрости аккадийцев. А как у них говорится?

Высшее существо, от кого произошли все боги, был Илу (в Ассирии – Ильма, Ен), он носил национальное имя, и Ма-ассури значит земля Ассирии. Этому таинственному Богу храмов не воздвигали.

* На титульном листе напечатано: «Добро и зло в религиях народов и в жизни». На первой странице в правом верхнем углу напечатано: «Перепечатка воспрещается».

** Мария Яковлевна Заринь – секретарь Общества лимитивной философии Латвии, ближайший помощник и спутница жизни К.Ф.Жакова в последние годы его жизни.

Из него произошла божественная триада:

1. Ану (Оаннес у греков) – первобытный хаос, первое истечение из бот. субот*.

2. Бэл – демиург, организатор мира.

3. Ао (Бин) – бог-сын, разум управляющий и оживляющий мир Ану от Ила.

Ао – от Ану.

Бэл – [от] Ао.

Каждому божеству соответствовало отражение (женское божество):

Анаитие – Ану,

Билита – мать богов – Бэл,

Таоуфа – великая госпожа – Ао.

Второе истечение (эманация):

1. Самас – солнце.

2. Синг – луна.

3. Новая форма Ао или** Бино – бог неба и атмосферы.

Далее боги планет.

1. Адар (Сатурн).

2. Меродах (Юпитер).

3. Непал (Марс).

4. Юстар (Венера).

5. Небо (Меркурий).

Меродах (Юпитер) – проявление Бэл.

Адор – огонь – Геркулес, сын Зодиака.

Небо – Бог разума.

От Иштар – Астарта***.

Вначале был беспорядок, Бэл привел в порядок.

Заханг (Сана) – Ану, приняв вид рыбоподобного вещества, научил людей письму и наукам. (Берос).

Бог ветра и бури Адад и бог солнца Шамаш поведали тайну Ану, Энлиля и Эа людям.

Значит, с людьми имели дело первобытный хаос (дух зла) (змей в раю) и Адад – бог огня.

Хаос – зло.

Бэл – добро.

И все произошло от Первопричины Илу. Значит, добро и зло от Бога-Первопричины.

Были боги добрые и злые. Но они – от Первопричины. Откуда зло? От Бога-Первопричины. Такой ответ дают аккадийцы и кушиты. Значит, первичное понятие зла – это темнота. И Бог-первопричина при помощи света озаряет темноту. Очевидно, зло – проблема Бога-Первопричины. Мировое, космическое зло – это его проблема.

Второе понятие. Во время солнечных затмений солнце борется с темнотой, с темным чудовищем. Очевидно, Бог добра [и] света борется с Богом зла. Лето борется с зимой, с холодом. Отсюда миф о борьбе Ормузда (света) с Ариманом (с темнотой). Но и Ормузд, и Ариман – оба от Бога-первопричины.

Второе понятие о зле – астрологическое. «И был день, когда пришли сыны Божии предстать пред Господом. Между ними пришел и сатана, злой

дух*... И сказал Господь сатане, злomu духу: откуда ты пришел? И ответил сатана, злой дух* Господу и сказал: я ходил по земле и обошел ее». (Книга Иова).

Кто здесь Господь?

«Слушайте, слушайте голос его, и гром исходящий из уст Его. Под всем небом раскат Его, и блистание его – до краев земли».

Господь – Бог грома и молнии.

Кто сыны Божии?

Планеты и звезды... Между ними сатана, злой дух. Очевидно, это одна из планет, может быть, Сатурн, бог смерти. Красный дракон в Апокалипсисе – это Марс, бог войны.

Евангелие от Луки глава 10. 18.

Он же сказал им: «Я видел сатану, дьявола** спадающего с неба как молнию».

Значит, и падающие небесные тела могли быть злыми духами, но в этом случае зло было проблемой*** для добрых богов, и они побеждали.

Третье понятие о зле. Злые боги – это боги других народов или боги прошлых времен.

С принятием христианства народы стали считать своих былых богов бесами. Змей, соблазвивший Еву, был бог минувших времен, побежденный богом солнца и огня. И в этом случае Зло было проблемой*** для преодоления.

Четвертое понимание зла – это искушение, привязанность к земной жизни. «Иисус, исполненный Духа Святого, возвратился от Иордана, и поведен был Духом в пустыню. Там сорок дней Он был искушаем от дьявола. Дьявол предлагал ему камни сделать хлебами. С высокой горы показал ему дьявол все царства Вселенной во мгновение времени: «Тебе дам власть над всеми сими царствами и славу их, ибо она предана мне и я, кому хочу, даю ее»****.

Значит, слава мира в руках дьявола, только надо поклониться ему. Поставил Иисуса на крышу храма и предлагал броситься вниз и этим фокусом удивить мир. Богочеловек отверг все эти блага. Если бы был просто человек, пожелал бы и славу, и величие, и хлебы, чтобы подкупить людей, и тайны фокусов, чтобы ослепить народы... Но он отверг.

Так же Мара, бог чувственной любви, искушал Будду.

Зло – болезни.

Затем зло понимали как причину болезней. В древности болезни объяснялись как следствие дел злых духов... Дух входил в человека и поработал его...

Как одна самоедка говорила тебе: «У меня, – говорит, – два хозяина... Один хозяин любит табачный дым, а другой не выносит...». И голос менялся у самоедки. При нормальном хозяине голос

* Так в тексте.

** В тексте – «лии».

*** В тексте «Истар – Астарата».

* В книге Иова, которую цитирует К.Ф.Жаков, нет слов «злой дух», «злomu духу», это добавление самого Жакова.

** В цитируемом фрагменте Евангелия слово «дьявола» отсутствует, это добавление К.Ф.Жакова.

*** В тексте – «была проблема».

**** Евангелие от Луки, глава 4. 1–6.

был низкий, а при новом хозяине голос писклявый. Это раздвоение личности.

Все Бытие – зло.

Наконец за 6 веков до рожд[ения] Христа Гаутама-Будда объявил, что всё Бытие, и всякое Бытие, и земное и небесное, действительное и загробное – всякое Бытие – зло и страдание. И стал учить, что надо не-быть, выйти из цепи Бытия, при познании того, что все иллюзии, сон, обман, и при помощи аскетизма, уничтожая в себе всякое желание. Значит, и в этом случае зло было проблемой*.

Добро.

И как понятие зла менялось у народов, так изменялось и понятие добра.

Добро:

1. свет,
2. Бог солнца,
3. жизнь,
4. душа,
5. бессмертие,
6. всякое преодоление,
7. истина,
8. ощущение Божественного,
9. познание.

И, наконец, для Будды добро – небытие. И все эти виды добра – решение проблемы жизни, проблемы* Божественной или человеческой.

Буддийское понимание добра.

(Христианское, философское, этическое, научное).

Буддизм есть северный и южный. Северный в Китае, в Тибете, в Японии. Южный – на Цейлоне. Северный буддизм считает Будду Богом-спасителем и повествует о его бесчисленных перевоплощениях. Особенно любопытны рассказы о предсуществованиях Будды.

1. У великого охотника, царя Бенаресского, был парк, переполненный газелями, вождем которых в своем тогдашнем «рождении» был бодхисатва (грядущий Будда). Ежедневно для стола царского полагалось убивать по одной газели. Как-то раз очередь дошла до одной из них, беременной. Пожалевши ее, бодхистава взамен ее склоняет свою голову на плаху.

Умиляется царь невиданным зрелищем и, выслушавши объяснение мудрого животного, освобождает его от смерти и затем отказывается от истребления каких бы то ни было живых тварей.

2. Другой раз грядущий Будда, бодхисатва, был Богом Индрою. Напали асуры на богов. Неожиданно было нападение, стремителен натиск, боги бежали. Бежал и Индра. Но вот он замечает, что от сотрясения его колесницы падают с деревьев гнезда лесных пташек, и убиваются малые птенцы. Жалко их стало и, чтобы не губить их, рискуя сам погибнуть от наступающих врагов, Индра колесницу останавливает. Спешились и спутники, ободрившись. Грянул новый бой, и победа увенчала подвиг сострадания к меньшим братьям**.

3. В другой раз бодхисатва-отшельник отдает себя на съедение тигрицы, готовой с голода растерзать новорожденных детенышей.

Так, северный буддизм добром считает страдание, милосердие, великодушие, милостыни. Обратные явления – зло. И за добро есть награда, и за зло – наказание.

4. Повесть о мудром зайце Шаше.

В глухом лесу жили-были четыре друга: обезьяна, шакал, речная выдра и заяц. Днем каждый промышлял по-своему. Но по вечерам сходились на беседу. Шаша, мудрый заяц, поучал товарищей добродетели: «Надо давать милостыню, хранить заповеди, соблюдать обряды, упасать» (праздники*).

И вот однажды в день упосаты, Бог Сакка, чтобы испытать мудреца, явился сам к лесным мудрецам в виде кочующего брамина и стал просить пищи.

Выдра отдала ему семь рыбок, забытых кем-то на берегу и подобранных ею. Шакал уступил пару кусков вяленого мяса ящерицы** да кринку кислого молока, которые он хитроумно стащил в шалаше полевого стража, а обезьяна угостила странника связкою манговых плодов. У одного зайца не было ничего пригодного для путника: сено не про него, а рису, сезама и бобов – где их взять в пустыне? И вот заяц решает накормить гостя своим мясом. Он просит развести костер и, отряхнувшись, чтобы, не ровен час, не погубить мелкую тварь в шерсти своей, прыгает в огонь, приглашая гостя изжарить его и съесть. Бог отказывается от жертвы и повелевает, чтобы луна отныне и до века носила на челе своем изображение мудрого зайца.

Эти буддийские нравственные сказания повлияли на все народы. Сказки народные о правде и кривде, о трех братьях, о мачехе и падчерице, о морозке, стариках мудрых, живущих в лесу, о женщинах хитроумных, тоже проживающих в дремучих борах. Это все переделки и заимствования из буддийских источников, повествующих о перевоплощениях Будды.

О непротивлении злу.

(учение сев[ерного] буддизма)

Однажды бодхисатва был царем Бенаресским. Министр, которому он безгранично верил, совершил тяжкий поступок в царском тереме. Простил виновного царь, но просил удалиться. Нераскаянный же подбил атамана шайки разбойников напасть врасплох на своего благодетеля. Уже пылали села, потоптаны были нивы, воины молили царя наказать грабителей, но миролюбец отвечал: «Не хочу царства, удерживаемого путем вреда ближнему! Не делайте ничего!»

Враг осадил столицу – опять требуют защиты. «Не можете, – ответил царь, – откройте настежь ворота». И воссел царь на престол [в] своей палате, окруженный сановниками. Через минуту он схвачен, закован в цепи, ввергнут в тюрьму. «Здесь вызвал он в сердце своем новые чувства любви к

* В тексте – «проблема».

** Строчкой ниже напечатано в скобках – «(по общему времени Бытия)».

* В тексте – «праздников».

** В тексте – «ящерицу».

злодею и достиг экстаза любви». И чистый пламень этот объял, наконец, закоснелую душу: полный раскаяния, преступник спешит к миролюбцу, молит о прощении: «Бери назад свое царство. Твои враги – отныне мои враги». А миролюбец, обратясь к народу говорит: «Кто в мире с целым миром пребывает, тому не быть и в небе одиноким». Разослал затем во все стороны вотчины белый зонтик, символ любви – обильной власти, способный среди сынов мира заменить самого властителя, охранника мира. А сам направил свои стопы к священной горной пустыне Гималаи*.

Таков принцип буддийский непротивления злу. Отсюда всевозможные повести и сказки у разных народов о мудрых царях.

Добро и путь спасения доступны для каждого.

(по сев[ерному] буддизму)

Путь Будды труден... Трудно преодолеть Бытие и природу... Но последователи облегчали этот путь. Бодхисатва говорит: «Милый! Если намерение чисто, нет малых даров. Кусок черствого кислого теста, охотно поданный страннику бедняком, дорожке многих слонов, табунов коней, стад и сокровищ, даруемых богами. Смотрите, сколько счастья достигается малыми добрыми делами, и отныне стремитесь только к добрым делам, только к благородным подвигам».

Добро по учению Христа.

«Ищите же прежде всего Царства Божия и правды Его, и это все приложится...»

Не судите, да не судимы будете.

Любите врагов ваших. И так во всем, как хотите, чтобы с вами поступили люди, так поступайте и вы с ними, ибо в этом закон и пророки. Входите тесными вратами. Берегитесь лжепророков... Проповедуйте, что Царство Небесное приблизилось. Больных исцеляйте, прокаженных очищайте, мертвых воскрешайте, бесов изгоняйте, даром получили, даром отдайте...

Ведь я посылаю вас как овец среди волков. Остерегайтесь же людей: ибо они будут отдавать в судилища, и в синагогах своих будут бить вас. И поведут вас к правителям и царям за Меня, для свидетельства перед ними и язычниками. Не бойтесь убивающих тело, души же не могущих убить, а бойтесь более того, кто может душу и тело погубить в геенне».

Вот такая жизнь – добро, противоположная – зло.

Апостол Павел [обращался] к римлянам: Бог свою любовь к нам доказывает тем, что Христос умер за нас, когда мы еще были грешниками. Через Христа верую и получили мы доступ к той благодати, в которой стоим и хвалимся надеждою славы Божией.

И не сим только, но хвалимся и скорбями, зная, что от скорби происходит терпение, от терпения опытность, от опытности надежда, а надежда не постигает потому, что любовь Божия излилась в сердца наши Духом Святым, данным нам.

Добро и зло по лимитизму.

Лимитизм.

1. Лимитизм есть кристаллизованный опыт человечества.

2. Лимитизм есть связь всех мнений, всех наук, всех опытов, всех философий, всех религий.

3. Лимитизм ни с кем и ни с чем не спорит.

4. То что есть, то есть, но есть возможное и первопричинное.

5. Лимитизм каждому говорит: «Почтенный! Верно все, что думаете вы. Но есть и противоположное мнение. Как согласить вас?»

6. Есть то, на что указываете вы, но есть еще и другое... И многое иное...

7. Можно смотреть на предмет с разных сторон, и вести бесконечные споры... Но что такое сам-то предмет, взятый в целом?

8. Что существует истинно, и что существует субъективно?

9. Что существует для тела, и что для души, и что для разума, и что для сказки, и что для добро-го...

10. Где вселенское миропонимание, где вселенское мироощущение?

11. Где слезы, где радость, где проза, где поэзия, где насыщение всех и каждого, и всех категорий...?

И отвечает:

Первоначальный, и выше всех условий и форм, и выше Бытия и всех возможностей – Перво-возможный и Первопотенциальный, Единый во всех смыслах, Бесконечный, благий, премудрый, всемогущий, всепроникающий, источник всех проблем и ответов. Он, Он! К Нему идите, Им питайтесь, Он – начало субъекта и объекта...

И полон его амбар, и много всего у него. И садов, и жилищ, и планет, и солнц, и пространств, и бесконечностей... Зовите Его, маните Его к себе чистотой помыслов, и делами добрыми надеждой, верой, и любовью... И Он придет, и спросите Его, кто Он такой... И ответит Он. И услышав ответ его, вы обезумеете как цапля при виде луны, и не захотите ничего более...

Вы попробовали Его, на язык положили Бога, и нашли, что он слаще всего... И скажите: О! Он! Он!* И захотите быть в единстве с Ним. Это Бог, и Нирвана, и Христос, и спасение, и насыщение духа, и причина жизни, и цель ее...

Здесь абсолютное добро. Бесконечное во всех смыслах нельзя узнать исчерпывающе... Но и абсолютного незнания тоже нет. Есть приближение, есть касание, есть познание влияния Бесконечного на конечное.



* В тексте – «Гамалаи».

* В тексте – «Ом! Ом!»

Сумму углов треугольника* я не могу доказать без допущения бесконечных параллельных линий. Влияние их я знаю. Так и Его. Дела Его мы видим повсюду. Без Него не было бы [ни] единства природы, ни единства человека, ни единства жизни, ни закономерности, ни взаимного влияния конечных вещей...

Он существует, и мы познаем и ощущаем. И познание есть знание отношений по всем категориям, и познание есть как откровение (для внешних чувств и для внутреннего глаза). Мудрость есть синтез познаний и откровений. И это все добро. Мы касаемся к Бытию телом и душой, и разумом, и сказкой-мечтой, и любовью. И только ли это? В человеке, кроме этих категорий есть первопотенциальное ядро. И оно, семя первичное касается к Первопричине Бытия... (Это экстаз религиозный). Так. Все узлы Гордиевы из него и в нем. Узлы Гордиевы неразрешенные – зло, но решение в нем, и это – добро. Зло загадка, и ее решение – добро.

Лимитизм есть философия любви Вселенской, любви и дружбы национальной и международной, философия и мудрость дружбы между людьми. Нужно взять тяготы друг друга и дружно нести, стремясь к Богоощущению, к Богопознанию, к Богооправданию, к Боговыявлению, к Богомыслию...

И изучая священное писание Вселенной, и мудрость звезд, планет, живых тел, созидать жизнь людей согласно тексту Бытия и возможного, и Первовозможного. И это добро.

Лимитизм есть библия человечества, открывая нам Богом для утешения от скорби Вселенской, от скорби национальной, от скорби семейной, от скорби индивидуальной.

Для этого открыт Богом лимитизм. Он указывает на ступени лестницы восхода...

Ступени лестницы восхода.

1. Система наук.
2. Система философий.
3. Система религий.
4. Утоление души.
5. Утоление разума.
6. Исполнение сказки.
7. Утоление любви чистой, потенциальной.
8. насыщение духа в Боге.
 - а. Дружба.
 - в. Соглашение.
 - с. Совместная деятельность, кооперация, самосознание национальное, самосознание общечеловеческое, самосознание Единства с Богом.

И это добро и преодолет зло.

Внутренняя жизнь космоса.

(Индивидуализация, карма разных видов силы общества).

Из Первопотенциала (из его тенденций разного вида) возникли разные космические состояния (планы).

1. Космическая, потенциальная любовь к другому, и жажда ее* (доброе).

2. Жажда потенциальная творчества** (план прекрасного).

3. Закономерность внутренняя и знание ее*** (план разума).

4. Воля к жизни (план психического).

Материализация внутренних состояний космоса.

Из тенденции всемогущества – элементы материи, и точки пространства и моменты времени.

Индивидуализация.

1. Первый синтез материи с волей – живое индивидуальное.

2. Второй синтез – связь разума с волей и с материей – разумное живое существо.

3. Третий синтез – связь сказки с разумом, с душевным, с телесным, и возникает искусство.

4. Четвертый синтез – связь любви чистой со всеми категориями, возникает нравственное, животное, нрав человека.

5. Пятый акт проявление через все эти состояния индивида – Первопотенциального, и это Богочеловек.

Так человек во плоти может жить в разных состояниях на земле (в разных планах, в разных небесах). И это добро... Власть низших сторон над высшими (сумасшествие). Безнравственность – это зло). И это наша задача воспитания.

Общество.

Так и в обществе надо будить разумное из его потенциала, и прекрасное, и божественное. Общество должно быть Богочеловеческим. В обществе поэтому надо различать – силы реальные, потенциальные, Первопотенциальные. Проявление высших сторон – добро. Уход их – зло. Общество надо воспитывать. Современное зло бесконечно велико.

1. Хаос умов.
2. Незнание системы наук.
3. Односторонность взглядов.
4. Безбожие, невежество в области религиозного сознания.
5. Беспредельное честолюбие и славолубие современников.
6. Мания величия и болезнь души и нервов.
7. Иудейский всемирный капитал,
8. И его орудие – социализм и коммунизм.
9. Их съезды и шумиха.
10. Крики и лозунги демагогов.
11. Хаос парламентской жизни, уменьшение авторитета государственной власти.
12. Потеря чувства законности.

Средства от зол.

1. Распространение системы наук, системы философий и системы религий, т.е. лимитизма.

2. Необходим подъем религиозного чувства и познания.

* В тексте вместо слова «треугольника» – нарисованный треугольник.

* В тексте – «его».

** В тексте – «творчество».

*** В тексте – «его».

3. Всякая религия (даже шаманизм) лучше безбожия.

4. Необходим национализм углубление национального самосознания.

5. Союз народов на равных правах.

6. Увеличение кооперативности.

7. Учреждение школы политической деятельности с тем, чтобы не получившие аттестата политической зрелости, не могли быть избираемы в парламент.

8. Политическая мудрость должна быть основана на сокровенной истории народов, на священных писаниях народов, на их тайных желаниях.

9. Государственная власть должна увеличить свои прерогативы.

10. Правовое сознание должно быть увеличено у граждан.

11. Необходимо разрушение иллюзии социалистов.

12. Необходима ревизия общественных теорий.

13. Печать должна быть обуздана просвещенной цензурой.

14. Необходимо воспитание журналистов...

ОДНОЙ СУДЬБОЙ С ЦЕНТРОМ

Академик Михаил Павлович Рощевский полвека посвятил Республике Коми и Коми научному центру. Именно в стенах нашего учреждения ученым были заложены основы нового научного направления в области физиологии – эволюционной электрокардиологии. С 1970 г. М.П.Рощевский занимал должность заместителя председателя, а в 1983-2006 гг. председателя Президиума Коми НЦ УрО РАН. 29 декабря 2010 г. исполнилось 50 лет научной деятельности М.П.Рощевского в Коми научном центре УрО РАН. Этому событию посвящен автобиографический очерк.

28 декабря 1960 г. самолетом из Кирова (тогда такие рейсы еще летали!) наша семья прилетела в Сыктывкар. Это удивительно, но, не имея ни малейшего представления о городе, моя супруга Руфь Александровна и я приняли это решение достаточно быстро и оперативно. Этому предшествовало много разного рода событий.

Мы окончили биологический факультет Уральского государственного университета им. А.М. Горького в 1955 г. Руфь Александровна по кафедре физиологии растений у профессора Г.И. Заблуды, а я по кафедре физиологии человека и животных у профессора В.И. Патрушева.

После окончания университета Руфь Александровна работала в филиале Всесоюзного института растениеводства, а я лекционным ассистентом на кафедре физиологии человека и животных Уральского государственного университета в Свердловске. Дела с занятиями наукой у нас шли неплохо, поскольку оба стали заниматься активно исследовательской работой буквально еще с первого курса университета. В 1956-1957 гг. по всей стране начали создаваться огромные сельскохозяйственные научно-исследовательские институты, в которые вливались и ранее существовавшие НИИ, филиалы и станции, работавшие в этом направлении. Такой институт – Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – и был создан в Свердловске. Поскольку его директором стал мой учитель проф. В.И.Патрушев, то с этого времени наша судьба оказалась тесно связанной с этим институтом. В 1958 г. у меня фактически была готова кандидатская, но профессор Патрушев поспорил с Н.С. Хрущевым во время его визита в УралНИИСХоз по проблемам ведения сельского хозяйства на Урале, далее последовала быстрая расправа с директором, а лабораторию, в которой я работал, расформировали и сотрудников уволили. Мне предложили работать в РИЗО того же института, и я был вынужден заняться редакторской работой, что впоследствии, конечно же, очень мне помогло в жизни. В 1959 г. последовала моя защита кандидатской диссертации. Дальше – больше, я стал заведовать большим отделом (РИЗО) и меня избрали ученым секретарем УралНИИСХ. Но колесо нашей семейной истории сделало еще один существенный оборот.

Проф. В.И. Патрушев был очень уважаем в Академии наук СССР. Он работал до войны в Институте генетики под руководством академика Н.И.Вавилова, который с молодых лет яростно сражался с Т.Д. Лысенко. Академия наук во все времена ценила таких людей и никогда не прощала предательство в любой форме. В 1960 г. проф. В.И. Патрушев получил предложение от Совета по координации возглавить вновь создаваемый (но еще не созданный) Институт биологии Коми филиала АН СССР. Василий Иванович предложил нам перебраться в Сыктывкар. Самому Василию Ивановичу осуществить эти планы не удалось. Через полтора года он заболел и скончался в возрасте чуть больше 50 лет.

В конце 1960 г. наша семья получила предложение от Совета по координации АН СССР переехать в Сыктывкар и поступить на работу в Коми филиал АН СССР. Меня к тому времени стала невероятно тяготить чисто административная работа в УралНИИСХозе и невозможность заниматься



М.П.Рощевский с дочерью Ольгой возле жилого дома во дворе филиального квартала. Октябрь 1961 г.



В лаборатории биологии животных. Статистика только на счетах. Арифмометр «Феликс» один на лабораторию. Апрель 1961 г.

Княжпогост (железной дороги до Сыктывкара еще не было) контейнеры с библиотекой и накопленным скарбом, сели в вагон и отправились в Киров, чтобы оттуда перелететь самолетом в Сыктывкар.

В Сыктывкар мы прилетели 28 декабря 1960 г., поселились в гостинице «Север» – напротив пожарной каланчи – и отправились гулять поздно вечером по городу. В Большой советской энциклопедии еще в Свердловске мы прочитали все о Сыктывкаре и Коми филиале АН СССР и внимательно разглядели фотографию здания Коми филиала АН СССР. Не было предела нашему изумлению, когда недалеко от гостиницы мы увидели здание, полный аналог здания Коми филиала АН СССР, но обозначенное как школа № 14. И только поднявшись в горку по улице Коммунистической, мы увидели здание Коми филиала АН СССР. По тем временам внешне оба эти здания были идентичны.

29 декабря 1960 г. мы были зачислены на соответствующие должности в штат Коми филиала АН СССР – я в лабораторию биологии животных, а Руфь Александровна в группу физиологии растений. Вечером этого же дня мы приняли участие во встрече нового 1961 г. в холле академического здания по ул. Коммунистическая, 24.

Вся наша лаборатория биологии животных размещалась в той комнате, где сейчас приемная председателя Президиума. Там одновременно работало около 25 человек. Рабочими помещениями были и коридоры первого и второго этажей. Все они были как бы огромными удлинненными кабинетами.

Для нас началась интересная, увлекательная и плодотворная работа, которой мы отдались полностью и всецело. У меня не сразу получалось продолжить то направление, которое я для себя уже давно определил по электрофизиологии сердца.

Для начала Петр Петрович Вавилов предложил мне заняться радиобиологией. Надо было ознакомиться с накопленными к тому времени фондовыми материалами и разработать свой план работы. Мне показалось это весьма интересным, тем более, что в Свердловске и на кафедре физиологии человека и животных и в УралНИИСХозе многие из моих коллег работали

экспериментальной физиологической работой; Руфь Александровна дала согласие на переезд. Совет по координации выделил две ставки научных сотрудников, и нам было сказано – не позже декабря 1960 г. уже быть в Сыктывкаре, иначе ставки пропадут. Созвонился я с председателем Президиума Коми филиала АН СССР Петром Петровичем Вавиловым, и задал ему несколько, как я теперь понимаю, глупейших вопросов о климате, снабжении и т.д. в Сыктывкаре. По тем временам это были совсем не праздные вопросы, учитывая уж очень скудное снабжение в Свердловске. Петр Петрович меня успокоил, и мы, предварительно посплав



Научный доклад по векторкардиологии на семинаре в лабораторном помещении (в здании старого еще деревянного скотного двора) на Вильгортской экспериментальной биологической станции. Фото 10 октября 1961 г.

в этом направлении по изучению метаболизма у животных с использованием «меченых» изотопов. В течение месяца я трудился в этом направлении. Был разработан некий документ, который, к сожалению, у меня не сохранился. Мои предложения показались руководству явно не осуществимыми.

Эти годы для Коми филиала АН СССР были «звездными» в плане развития работ по интродукции новых кормовых растений. Поэтому первые несколько лет мне пришлось трудиться много и в этом направлении, не забывая, конечно, и электрофизиологию сердца. Мой интерес к новым кормовым растениям был руководством как-то само собой остановлен, когда нам удалось показать, что фурукумариноность борщевика Сосновского сохраняется и после его силосования, т.е. ожоги от борщевика человек на свету может получить и через силос.

В 1965 г. мне удалось опубликовать в издательстве «Наука» первую (в мире!) коллективную монографию по физиологическим основам электрокардиологии животных (успели на несколько месяцев опередить США и моего будущего друга американца Детвайлера).

При получении полной поддержки академика В.В.Парина в 1971 г. была создана Лаборатория сравнительной кардиологии в Институте биологии Коми филиала АН СССР.

Лаборатория успешно работала. В 1972 г. во время визита в Коми филиал АН СССР лабораторию посетил Президент АН СССР академик М.В.Келдыш и оставил теплую запись на память с пожеланиями успехов Лаборатории сравнительной кардиологии. К тому времени у меня уже состоялись устные доклады на международных конгрессах физиологических наук в Мюнхене и Нью-Дели. Лаборатория прочно завоевала свое международное положение в физиологическом мире, 13 (!) лет мне пришлось быть исполняющим обязанности заведующего созданной лабораторией, и только на 14 году был объявлен конкурс и меня избрали на эту должность официально.

Академия наук дала возможность почувствовать свои силы в науке, позволила работать с людьми, которые дорожили честью работы в Академии, добросовестно относились к своему делу, к коллегам, к традициям. Современные возможности Коми научного центра УрО РАН во многие десятки раз превосходят возможности 50-летней давности, но упорство, труд и самозабвенная отдача в работе и глубочайшая ответственность за все сделанное остается незыблемым правилом всех тех, кто решил посвятить себя НАУКЕ!

Академик АН СССР М.П. Роцевский



Панорама площади около Коми филиала АН СССР. Декабрь 1961 г.

МИХАИЛ АНАТОЛЬЕВИЧ РЯЗАНОВ



7 декабря 2010 г. исполнилось 75 лет известному ученому, специалисту в области физической химии и химии растворов, доктору химических наук, профессору, заслуженному работнику РК, главному научному сотруднику лаборатории «Ультрадисперсных систем» отдела химии и

физики материалов Института химии Коми научного центра УрО РАН **Рязанову Михаилу Анатольевичу.**

Михаил Анатольевич родился в 1935 г. в г. Ленинграде. С начала Великой Отечественной войны и до июня 1942 г. находился в блокадном Ленинграде, ему присвоен знак «Житель блокадного Ленинграда». После окончания Ленинградского государственного университета, получив квалификацию – радиохимик, был принят на работу в Радиевый институт им. В.Г. Хлопина, в котором проработал с 1959 по 1970 г. старшим лаборантом, а затем младшим научным сотрудником, там же закончил аспирантуру. Михаил Анатольевич большую часть своей жизни посвятил преподавательской деятельности, вел большую педагогическую работу со студентами. С 1970 по 1973 г. работал старшим преподавателем и доцентом в Ухтинском промышленном институте, а с 1973 по 2006 г. – доцентом и профессором в Сыктывкарском государственном университете, где читал основной курс «Физической химии» для студентов-химиков химико-биологического факультета, ряд спецкурсов, вел лабораторные и практические занятия, являлся руководителем курсовых и дипломных работ. Многие выпускники помнят его как требовательного и умелого наставника, талантливого, интересного педагога, неординарного человека. С 2006 г. по сегодняшний день Михаил Анатольевич является главным научным сотрудником Института химии Коми НЦ УрО РАН.

Михаил Анатольевич талантливый и активный ученый, ведущий специалист по физической химии в Республике Коми. К его научным интересам можно отнести химическую термодинамику, физическую химию растворов, физико-химический

анализ растворов, структуру воды и водных растворов, разработку научных основ переработки водных растворов, природных и сбросных вод и естественных рассолов, радиохимию.

Важнейшими заслугами Михаила Анатольевича являются: развитие модели изоактивных растворов, позволяющей на основании свойств бинарных растворов предсказывать термодинамические свойства многокомпонентных растворов без химических взаимодействий растворенных веществ. Полученные в этих исследованиях результаты используются при расчете свойств многокомпонентных растворов (коэффициенты активности, плотность растворов, энтропия, теплота образования и др.). Им сформулирована и обоснована методология изучения состава и устойчивости образующихся в растворе комплексных соединений (изоопиестический метод физико-химического анализа растворов), предложено обоснование и развитие модели двух состояний молекул в жидкой воде и водных растворах. М.А.Рязановым совместно с член-корр. А.М.Асхабовым разработана кватеронная концепция возникновения новой фазы в гомогенной системе; эта концепция использована для предсказания эволюции морских и озерных вод, и процессов кристаллообразования в них.

Ученый внес существенный вклад в математическое обоснование и разработал программное обеспечение метода РК-спектроскопии, применяемого для анализа свойств поверхности дисперсных систем и растворов биополимеров. Его работы хорошо известны и востребованы среди специалистов. Михаил Анатольевич регулярно участвует с докладами в конференциях различного уровня и поддерживает тесные научные контакты с коллегами, работающими в области термодинамики и теории растворов. Он – автор более 160 научных статей и трудов, пяти учебных пособий по физической химии.

Михаил Анатольевич – эрудит, многогранный по своим интересам, любознательный человек, с активной жизненной позицией. Всегда интересен в общении, авторитетен для коллег. Он полон энергии, оптимизма, жизнелюбия, всегда готов оказать помощь аспирантам, студентам, сотрудникам Института химии и Сыктывкарского университета и является примером профессионального отношения к делу.

редколлегия

ПОТЕРИ



6 декабря 2010 г. на 62-м году жизни скоропостижно скончался заслуженный работник Республики Коми, лауреат премии Правительства Республики Коми, кавалер ордена «Дружбы», академик Академии военно-исторических наук, талантливый ученый, крупный организатор науки, общественный деятель, директор Института языка, литературы и истории Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

АЛЕКСАНДР ФРАНОВИЧ СМЕТАНИН

А.Ф.Сметанин родился 24 апреля 1949 г. в с. Кельчиюр Ижемского района Коми АССР. В 1971 г. окончил исторический факультет Коми государственного педагогического института, после чего поступил в Институт языка, литературы и истории Коми филиала Академии наук СССР. С тех пор вся жизнь Александра Франсовича была связана с этим научным учреждением. Он прошел путь от старшего лаборанта, аспиранта до заместителя председателя Президиума Коми научного центра УрО РАН, директора Института языка, литературы и истории.

А.Ф.Сметанин был ведущим специалистом в области аграрной истории Коми края XX в. Из-под его пера вышли научные работы, посвященные изменениям социально-классовой структуры сельского населения Коми АССР, развитию коми деревни, социально-политическим, экономическим и социально-культурным аспектам истории крестьянства республики 1930–1980-х гг. Фактически А.Ф.Сметанин первым приступил к специальному углубленному исследованию процессов развития колхозного строя и колхозного крестьянства, его численности, состава, места в социально-классовой структуре населения Коми АССР, основных отраслей колхозного производства и др. Ученый привлек богатый исторический материал по аграрной истории других регионов, показал сходство и региональные различия в истории крестьянства европейского Севера России. Основные результаты многолетних исследований А.Ф.Сметанина были обобщены в монографии «Советская северная деревня в 60-е – первой половине 80-х гг.» (1995).

Во второй половине 1980-х гг. ученый начал активно исследовать проблемы развития национальной государственности народа коми. Он разработал периодизацию истории национально-государственного строительства в Республике Коми, экономические аспекты формирования национальной государственности на первых этапах становления.

А.Ф.Сметанин проявил себя как выдающийся организатор науки. С 1995 по 2008 г. он являлся заместителем председателя Президиума Коми научного центра УрО РАН, а с 1996-го одновременно возглавлял Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, был членом Президиума Коми научного центра и Общего собрания Уральского отделения Российской академии наук. А.Ф.Сметанин внес большой вклад в развитие академической науки в Республике Коми, координацию научных исследований, организацию гуманитарной науки на европейском Севере России. Институт под его руководством добился значительных успехов в изучении истории, археологии, проблем языка, фольклора, этнографии народов Европейского Северо-Востока и Зауралья. Опубликовано ряд фундаментальных обобщающих работ по историческим и филологическим наукам (среди них двухтомная «История Коми с древнейших времен до наших дней», А.Ф.Сметанин был одним из основных авторов и провел общую редакцию двухтомника), проведено несколько крупных международных и региональных конференций, защищены докторские и кандидатские диссертации.

Александра Франсовича хорошо знали не только в Республике Коми, но и в других регионах России и за рубежом. Он участвовал в ряде совместных исследовательских проектов с финскими учеными, выступал с докладами на международных конгрессах финно-угроведов в Финляндии и Эстонии. Был избран членом правления международного общества историков «Fennougrica», членом Российского комитета историков-финноугроведов.

Александра Франсовича отличали исключительная порядочность и доброжелательность, внимательное отношение к сотрудникам, людям. Он навсегда останется в памяти как прекрасный человек, ученый, истинный патриот и интернационалист.

редколлегия

НАГРАДЫ

Сотрудники Коми НЦ УрО РАН, получившие государственные награды в 2010 г.



Орденом «Дружбы» награждены: директор Института химии Коми НЦ УрО РАН, член-корреспондент РАН **Александр Васильевич Кучин**; ведущий научный сотрудник Института языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, к.и.н. **Анатолий Дмитриевич Напалков** за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю плодотворную работу.



Медалью ордена «За заслуги перед Отечеством II степени» награждены: заместитель директора Института физиологии Коми НЦ УрО РАН, д.б.н. **Дмитрий Николаевич Шмаков**; главный научный сотрудник отдела «Научный архив и энциклопедия», д.и.н. **Лариса Павловна Рощевская**, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН, к.с.-х.н. **Галина Арсентьевна Волкова**; заведующий отделом математики Коми НЦ УрО РАН, д.ф.-м.н. **Николай Алексеевич Громов**; старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН, к.геогр.н. **Эльмира Пантелеймоновна Галенко**, главный научный сотрудник Института языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, д.филол.н. **Анатолий Николаевич Ракин** за достигнутые трудовые успехи и многолетнюю плодотворную научную деятельность.



Почетного звания «**Заслуженный деятель науки Российской Федерации**» удостоены заведующая лабораторией Института биологии Коми НЦ УрО РАН, д.б.н. **Тамара Константиновна Головки**, заведующий отделом Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН, д.э.н. **Виктор Вильгельмович Фаузер** за большие заслуги в научной деятельности.

Почетного звания «**Заслуженный работник Республики Коми**» удостоены к.б.н. **Нина Геннадьевна Варламова** (Институт физиологии), д.филол.н. **Евгений Александрович Цыпанов** (Институт языка, литературы и истории), д.б.н. **Светлана Витальевна Загирова** (Институт биологии) за заслуги перед республикой в научно-исследовательской деятельности.

Почетной грамотой Республики Коми награжден к.и.н. **Михаил Владимирович Таскаев** (Институт языка, литературы и истории).

Премия Правительства Республики Коми в области научных исследований вручена: **Александру Васильевичу Кучину**, **Ирине Юрьевне Чукичевой**, **Евгению Владимировичу Буравлеву**, **Ирине Витальевне Федоровой** (Институт химии) за серию научных работ по теме: «Создание высокоэффективных терпенофенольных антиоксидантов широкого спектра назначения»; **Виктору Вильгельмовичу Фаузеру** (Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера) за серию монографических научных работ в области экономики.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ журнала «Известия Коми НЦ УрО РАН»

Журнал публикует научно-аналитические обзоры (объем до 25 м.с.), оригинальные статьи (до 15 м.с.) и краткие сообщения (до 6 м.с.) теоретического и экспериментального характера по проблемам естественных, технических, общественных и гуманитарных наук, в том числе региональной направленности. К публикации также принимаются комментарии к ранее опубликованным работам, информация о научных конференциях, рецензии на книги, хроника событий научной жизни. Статьи должны отражать результаты законченных и методически правильно выполненных работ.

Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала после рецензирования, учитывая новизну, научную значимость и актуальность представленных материалов. Статьи, отклоненные редакционной коллегией, повторно не рассматриваются.

Общие требования к оформлению рукописей

Статьи должны сопровождаться направлением научного учреждения, где была выполнена работа. В необходимых случаях должно быть приложено экспертное заключение. Организация, направляющая статью, как и автор(ы), несет ответственность за её научное содержание, достоверность и оригинальность приводимых данных. Изложение материала статьи должно быть ясным, лаконичным и последовательным. Статья должна быть хорошо отредактирована, тщательно проверена и подписана всеми авторами (автором) с указанием (полностью) фамилии, имени, отчества, домашнего адреса, места работы, служебного и сотового телефонов и e-mail.

В редакцию подается рукопись статьи в двух экземплярах – на бумаге и на диске в редакторе WinWord под Windows. Математические статьи могут подаваться в редакторе TEX. Электронная и бумажная версии статьи должны быть идентичны. Электронный вариант рукописи может быть прислан по электронной почте на адрес редакционной коллегии: journal@presidium.komisc.ru. Текст должен быть набран на компьютере (шрифт Times New Roman, кегль 14) в одну колонку через 1,5 интервала на бумаге форматом А4. По всей статье шрифт должен быть одинаковым. Поля страниц оригинала должны быть не менее: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 10 мм, нижнее – 25 мм. Объем иллюстраций (таблицы, рисунки, фото) в статье не должен превышать 8-10, а список литературы – 15 наименований. Количество иллюстраций в кратких сообщениях не должно превышать, соответственно, 5.

Первая страница рукописи оформляется следующим образом: в начале статьи указывается индекс Универсальной десятичной классификации (УДК); затем прописными буквами печатается название статьи, которое должно быть максимально кратким (информированным) и не содержать сокращений; далее следуют инициалы и фамилии авторов. Отдельной строкой дается название учреждения и города (для иностранных авторов – также страны). Ниже печатается электронный адрес для переписки. При наличии авторов из нескольких организаций необходимо арабскими цифрами указать их принадлежность. Через один полуторный интервал следует краткая аннотация (8-10 строк), в которой сжато и ясно описываются основные результаты работы. После аннотации через полуторный интервал приводятся ключевые слова (не более 6-8). Далее идут название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.

Текст статьи состоит, как правило, из введения, основного текста, заключения (резюме) и списка литературы. В статье, описывающей результаты экспериментальных исследований, рекомендуется выделить разделы: «Материал и методы», «Результаты и обсуждение». Отдельно прилагаются подрисовочные подписи.

Во введении (заголовком не выделяется) в максимально лаконичной форме должны быть изложены цель, существо и новизна рассматриваемой задачи с обязательным кратким анализом данных наиболее важных и близких по смыслу работ других авторов. Однако введение не должно быть обзором литературы. В разделе «Материал и методы» должны быть четко и кратко описаны методы и объекты исследования. Единицы измерения следует приводить в Международной системе СИ. Подробно описываются только оригинальные методы исследования, в других случаях указывают только суть метода и дают обязательно ссылку на источник заимствования, а в случае модификации – указывают, в чем конкретно она заключается.

При первом упоминании терминов, неоднократно используемых в статье (однако не в заголовке статьи и не в аннотации), необходимо давать их полное наименование, и сокращение в скобках, в последующем применяя только сокращение. Сокращение проводить по ключевым буквам слов в русском написании. Все используемые, включая общепринятые, аббревиатуры должны быть расшифрованы при первом упоминании. Все названия видов флоры и фауны при первом упоминании в тексте обязательно даются на латыни с указанием авторов.

В разделе «Результаты и обсуждение» полученные данные приводят либо в табличной форме, либо на рисунках, без дублирования одной формы другой, и краткого описания результатов с обсуждением в сопоставлении с данными литературы.

Таблицы должны быть составлены в соответствии с принятым стандартом, без включения в них легко вычисляемых величин. Все результаты измерений должны быть обработаны и оценены с применением методов вариационной статистики. Таблицы нумеруются по мере упоминания в статье, каждой дается тематический заголовок, и размещаются на отдельной странице. Таблицы призваны иллюстрировать текстовый материал, поэтому описывать их содержание в тексте не следует. Ширина таблицы должна быть либо 90 мм (на одну колонку), либо 185 мм (на две колонки). Текст в таблице

набирается шрифтом Times New Roman, кегль 9-10, через два интервала. Сокращение слов в шапке таблиц не допускается. Пустые графы в таблицах не допускаются. Они должны быть заменены условными знаками, которые объясняются в примечании. Единицы измерения даются через запятую, а не в скобках: масса, г. Если таблица в статье одна, то ее порядковый номер не ставится и слово «Таблица» не пишется.

Рисунки представляются пригодными для непосредственного воспроизведения, пояснения к ним выносятся в подрисуночные подписи (за исключением кратких цифровых или буквенных обозначений), отдельные фрагменты обозначаются арабскими цифрами или буквами русского алфавита, которые расшифровываются в подрисуночных подписях. На рисунках, выполненных на компьютере, линии должны быть яркими (4-5 рix).

Ширина рисунков должна быть либо 90 мм, либо 185 мм, а высота – не более 240 мм. Шрифт буквенных и цифровых обозначений на рисунках – Times New Roman, кегль –9-10. На рисунках следует использовать разные типы штриховок с размером шага, допускающим уменьшение, а не оттенки заливки серого и черного цветов. Каждый рисунок должен быть выполнен на отдельной странице. На обратной стороне рисунка простым карандашом или ручкой указывается фамилия первого автора статьи и номер рисунка.

Карты должны быть выполнены на географической основе ГУГК (контурные или бланковые карты). Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания.

Фотографии представляют нескрепленными на белой глянцевой бумаге в двух экземплярах (один из них чистый, без каких-либо надписей) в конверте. Желательно обрезать их до необходимого размера репродукции, чтобы они попадали в размеры страницы. На обратной стороне (на полях) фотографий простым карандашом указываются фамилии первого автора, название статьи, порядковый номер рисунка, его верх или низ. Подрисуночные подписи оформляются на отдельной странице. В подписях к микрофотографиям указываются увеличение объектива и окуляра, метод окраски.

Местоположение каждой таблицы, рисунка, карты, фотографии при первом упоминании их в тексте отмечается на полях рукописи в квадратных рамках простым карандашом.

Математические и химические обозначения и формулы печатаются или вписываются с соблюдением размеров прописных и строчных букв. Во избежание неясности прописные и строчные буквы, имеющие одинаковое начертание (с, k, j, p, u, v, w, x, y, ψ), следует подчеркнуть двумя черточками: прописные – снизу (S), а строчные – сверху (p). Необходимо тщательно вписывать такие буквы, как j («йот») и l («эль»). Греческие буквы обводятся кружком красного цвета. Знак суммы (Σ) красным не обводится. Название неясных букв желательно написать карандашом на полях (например, «эль», «кси», «дзета», «не эль», «и», «йот»).

Математические символы, которые набираются прямым, а не курсивным шрифтом, типа log, lim, max, min, sin, tg, Ri, Im, числа Релея (Re), Россби (Ro), Кибеля (Ki) и другие, а также химические символы, отмечаются снизу квадратной скобкой. Необходимо также дать расшифровку всех используемых в статье параметров, включая подстрочные и надстрочные индексы, а также всех аббревиатур (условные сокращения слов). Следует соблюдать единообразие терминов. Нумерация формул (только тех, на которые есть ссылка в тексте) дается в круглых скобках с правой стороны арабскими цифрами.

В тексте цитированную литературу приводить только цифрами в квадратных скобках. Список литературы должен быть представлен на отдельной странице и составлен в порядке упоминания источников в тексте в соответствии со следующими правилами описания. Журнальные публикации: фамилии и инициалы всех авторов, полное название статьи журнала, название журнала (в соответствии с рекомендованным ВИНТИ списком сокращений), год, том, выпуск (номер), страницы (первая и последняя). Книги: фамилии и инициалы всех авторов, полное название книги, инициалы и фамилии редакторов, город, год, страницы (если ссылка не на всю книгу) или число страниц в книге. Сборники: фамилия и инициалы авторов, полные названия статьи и сборника, первая и последние страницы. Если сборник содержит материалы конференций, необходимо указать их форму (труды, доклады, материалы) и название конференции. Диссертации: фамилия и инициалы автора, полное название диссертации, на соискание какой степени, каких наук, город, институт, в котором выполнена работа, год. Ссылки на авторефераты допускаются в исключительных случаях с указанием фамилии и инициалов автора, полного названия работы, места и года защиты, общего количества страниц. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Список литературы оформляется по нижеприведенным примерам (следует обратить особое внимание на знаки препинания):

1. *Иванов И.И.* Название статьи // Название журнала. 2005. Т.41. № 4. С. 18-26.
2. *Петров П.П.* Название книги. М.: Наука, 2007. Общее число страниц в книге (например, 180 с.) или конкретная страница (например, С. 75.).
3. *Казаков К.К.* Название диссертации: Дис. «...». канд. биол. наук. М.: Название института, 2002. 164 с.
4. *Мартынюк З. П.* Патент RU № 92963 на полезную модель "Фотограмметрическое средство измерений объемов круглых лесоматериалов при проведении погрузо-разгрузочных работ". Патенто-обладатель(и): Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН.

При наличии четырех авторов в списке литературы указываются все, а более четырех – только первые три, а далее пишется «и др.».

Для статей журналов, имеющих русскую и английскую версию, необходимо давать в списке литературы двойную ссылку (под одним номером), например:

1. *Иванов И.И., Петров П.П.* Название статьи // Название журнала. 2008. Т. 47. № 1. (8-18). *Ivanov I., Petrov P.* Article name // Magazine name. 2008. Т. 47. № 1. (4-15).

При несоблюдении этих перечисленных правил статья не рассматривается редакционной коллегией, а возвращается авторам на доработку.

Все статьи проходят рецензирование и в случае необходимости возвращаются авторам на доработку. Рецензирование статьи закрытое. Возможно повторное и параллельное рецензирование. Редакционная коллегия оставляет за собой право редактирования статьи. Статьи публикуются в порядке очередности, но при этом учитывается их тематика и актуальность. Редакционная коллегия сохраняет первоначальную дату поступления статьи, а, следовательно, и очередность публикации, при условии возвращения ее в редакционную коллегия не позднее, чем через 1 месяц. Корректуру принятой в печать статьи редакционная коллегия иногородним авторам рассылает по e-mail. Автор в течение 7-10 дней должен вернуть ее в редакционную коллегия или передать правку по указанному телефону или электронному адресу (e-mail) редакционной коллегии. В случае отклонения материала рукописи, приложения и дискета не возвращаются.

Требования к электронной версии статьи

При подготовке материалов для журнала с использованием компьютера рекомендуются следующие программы и форматы файлов.

Текстовые редакторы: Microsoft Word for Windows. Текст статьи набирается с соблюдением следующих правил:

- набирать текст без принудительных переносов;
- разрядки слов не допускаются;

- уравнения, схемы, таблицы, рисунки и ссылки на литературу нумеруются **в порядке их упоминания в тексте**; нумеровать следует лишь те формулы и уравнения, на которые даются ссылки в тексте;

- в числовых значениях **десятичные разряды отделяются запятой**;
- вставка символов **Symbol**.

Графические материалы: *Растровые рисунки* должны сохраняться только в формате TIFF с разрешением 300 dpi (точек на дюйм) для фотографий и не менее 600 dpi (точек на дюйм) для остальных рисунков (черно-белый). Использование других форматов нежелательно.

Векторные рисунки (не диаграммы) должны предоставляться в формате программы, в которой они созданы: CorelDraw, Adobe Illustrator. Если использованная программа не является распространенной, необходимо сохранить файлы рисунков в формате Enhanced Windows Metafile (EMF) или Windows Metafile (WMF).

Диаграммы: Рекомендуется использовать Microsoft Excel, Origin для Windows (до версии 6.0).

Не рекомендуется пользоваться при работе программой Microsoft Graph и программами Paint из Windows 95, Microsoft Draw.

Рукописи статей **только простым письмом** направлять по адресу:

Ответственному секретарю редакционной коллегии
журнала «Известия Коми НЦ УрО РАН»
Надежде Валериановне Ладаковой
167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 24,
Президиум Коми НЦ УрО РАН, каб. 209
Тел. (8212) 24-47-79; тел, факс (8212) 24-17-46
E-mail: journal@presidium.komisc.ru.

Научный журнал

ИЗВЕСТИЯ

Коми научного центра
Уральского отделения РАН

Вып.4

Редактор Т.В.Цветкова
Компьютерный дизайн и стилистика Р.А.Микушев
Компьютерное макетирование Н.А.Сулейманова

Лицензия № 0047 от 10.01.1999.
Компьютерный набор. Подписано в печать 29.12.2010.
Формат бумаги 60x84¹/₈. Печать офсетная.
Усл.-печ.л. 15,5. Уч.-изд.л. 15. Тираж 300. Заказ № 50.

Информационно-издательский отдел
Коми научного центра УрО РАН.
167982, ГСП, г.Сыктывкар, ул.Первомайская, 48.