

Научный журнал

Основан в 2010 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр УрО РАН»

ИЗВЕСТИЯ

КОМИ НАУЧНОГО ЦЕНТРА
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№4(36)

2018

Главный редактор:

академик *А.М. Асхабов*

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н. *А.И. Антошкина*, д.м.н. *Е.Р. Бойко*, д.э.н. *Н.М. Большаков*,
д.б.н. *В.В. Володин*, д.б.н. *М.В. Гецен* (зам. главного редактора), д.ф.-м.н. *Н.А. Громов*,
д.б.н. *С.В. Дёгтева*, к.геогр.н. *Т.Е. Дмитриева*, д.и.н. *И.Л. Жеребцов*,
д.и.н. *А.Е. Загребин*, д.и.н. *Е.Ф. Кринко*, чл.-корр. РАН *А.В. Кучин*,
д.г.-м.н. *О.Б. Котова*, чл.-корр. РАН *В.Н. Лаженцев* (зам. главного редактора),
д.г.-м.н. *Н.А. Малышев*, д.и.н. *В.И. Меньковский*, чл.-корр. РАН *А.А. Москалев*,
д.и.н. *П.Ю. Павлов*, к.г.-м.н. *А.М. Плякин*, к.х.н. *А.Я. Полле* (отв. секретарь),
чл.-корр. РАН *И.М. Роцевская*, д.х.н. *С.А. Рубцова*,
к.и.н. *А.В. Самарин* (помощник главного редактора), д.филол.н. *Г.В. Федюнева*,
д.т.н. *Ю.Я. Чукуреев*, д.б.н. *Е.В. Шамрикова*,
д.г.-м.н. *В.С. Шатский*, д.б.н. *Д.Н. Шамаков*

Редакционный совет:

акад. *В.В. Алексеев*, чл.-корр. РАН *В.Н. Анфилогов*, д.и.н. *Е.Т. Артемов*,
чл.-корр. РАН *А.А. Барях*, акад. *В.И. Бердышев*, акад. *В.Н. Большаков*,
проф. *Т.М. Бречко*, акад. *Л.А. Вайсберг*, акад. *А.Д. Гвишиани*,
д.э.н. *В.А. Ильин*, акад. *В.А. Коротеев*, чл.-корр. РАН *С.В. Кривовичев*,
к.т.н. *Н.А. Манов*, чл.-корр. РАН *Ю.Б. Марин*, акад. *В.П. Матвеев*,
акад. *Г.А. Месяц*, чл.-корр. РАН *Е.В. Пименов*, чл.-корр. РАН *В.Н. Пучков*,
проф. *Д. Росина*, акад. *М.П. Роцевский*, д.и.н. *Э.А. Савельева*,
чл.-корр. РАН *А.Ф. Титов*, д.и.н. *И. Фодор*, акад. *В.Н. Чарушин*,
д.т.н. *Н.Д. Цхадая*

Адрес редакции:

167982, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 24
Коми научный центр УрО РАН, каб. 317.
Тел. (8212) 24-47-79, факс (8212) 24-22-64
E-mail: journal@frc.komisc.ru
www.izvestia.komisc.ru

Подписной индекс в каталоге «Почта России» 52047

ISSN 1994-5655

Журнал включен в перечень рецензируемых
научных изданий ВАК

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.

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр УрО РАН», 2018

Science Journal
Founded in 2010
Published 4 times a year

Established by
Federal State Budgetary
Institution of Science
Federal Research Centre
«Komi Science Centre, Ural Branch, RAS»

PROCEEDINGS

OF THE KOMI SCIENCE CENTRE
URAL BRANCH
RUSSIAN ACADEMY OF
SCIENCES

№4(36)

2018

Editor-in-chief:

academician *A.M. Askhabov*

Editorial Board:

Dr. Sci. (Geol.&Mineral.) *A.I.Antoshkina*, Dr. Sci. (Med.) *E.R.Boyko*,
Dr. Sci. (Econ.) *N.M.Bolshakov*, Dr. Sci. (Biol.) *V.V.Volodin*,
Dr. Sci. (Biol.) *M.V.Getsen* (Deputy Chief Editor), Dr. Sci. (Phys.&Math.) *N.A.Gromov*,
Dr. Sci. (Biol.) *S.V.Degteva*, Cand. Sci. (Geogr.) *T.E.Dmitrieva*,
Dr. Sci. (Hist.) *I.L.Zherebtsov*, Dr. Sci. (Hist.) *A.E.Zagrebin*, Dr. Sci. (Hist.) *E.F.Krinko*,
RAS corresp. member *A.V.Kuchin*, Dr. Sci. (Geol.&Mineral.) *O.B.Kotova*,
RAS corresp. member *V.N.Lazhentsev* (Deputy Chief Editor),
Dr. Sci. (Geol.&Mineral.) *N.A.Malyshev*, Dr. Sci. (Hist.) *V.I.Men'kovsky*,
RAS corresp. member *A.A.Moskalev*, Dr. Sci. (Hist.) *P.Yu.Pavlov*,
Cand. Sci. (Geol.&Mineral.) *A.M.Plyakin*,
Cand. Sci. (Chem.) *A.Ya.Polle* (Executive Secretary),
RAS corresp. member *I.M.Roshchevskaya*, Dr. Sci. (Chem.) *S.A.Rubtsova*,
Cand. Sci. (Hist.) *A.V.Samarin* (Assistant Editor-in-Chief), Dr. Sci. (Philol.) *G.V.Fedyuneva*,
Dr. Sci. (Tech.) *Yu.Ya.Chukreev*, Dr. Sci. (Biol.) *E.V.Shamrikova*,
Dr. Sci. (Geol.&Mineral.) *V.S.Shatsky*, Dr. Sci. (Biol.) *D.N.Shmakov*

Editorial Council:

acad. *V.V.Alekseev*, RAS corresp. member *V.N.Anfilogov*, Dr. Sci. (Hist.) *E.T.Artemov*,
RAS corresp. member *A.A.Baryakh*, acad. *V.I.Berdyshev*, acad. *V.N.Bolshakov*,
Prof. *T.M.Brechko*, acad. *L.A.Vaisberg*, acad. *A.D.Gvishiani*, Dr. Sci. (Econ.) *V.A.Ilyin*,
acad. *V.A.Koroteev*, RAS corresp. member *S.V.Krivovichev*, Cand. Sci. (Tech.) *N.A.Manov*,
RAS corresp. member *Yu.B.Marin*, acad. *V.P.Matveenko*, acad. *G.A.Mesyats*,
RAS corresp. member *E.V.Pimenov*, RAS corresp. member *V.N.Puchkov*,
Prof. *D.Rosina*, acad. *M.P.Roshchevsky*, Dr. Sci. (Hist.) *E.A.Savelyeva*,
RAS corresp. member *A.F.Titov*, Dr. Sci. (Hist.) *I.Fodor*,
acad. *V.N.Charushin*, Dr. Sci. (Tech.) *N.D.Tskhadaya*

Editorial Office:

Office 317, Komi Science Centre,
Ural Branch, RAS
24, Kommunisticheskaya st., Syktyvkar 167982
Tel. +7 8212 244779 Fax +7 8212 242264
E-mail: journal@frc.komisc.ru
www.izvestia.komisc.ru

The "Russian Post" catalogue subscription index 52047

ISSN 1994-5655

Registered by the Russian Federal Surveillance Service
for Compliance with the Law in Mass Communications
and Cultural Heritage Protection. The certificate of mass
media registration – ПИ № ФС 77-26969 dated 11 January,
2007.

*The journal is included in the list of peer-reviewed
scientific publications
of the Higher Attestation Commission
of the Russian Federation*

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

А.М. Асхабов.	5
--------------------	---

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Н.А. Чермных, Д.Н. Шмаков. История развития физиологии в Коми научном центре УрО РАН: научные идеи и открытия	6
Ю.Г. Солонин, Т.П. Логинова, А.А.Черных, И.О. Гарнов, А.Л. Марков, О.И. Паршукова, В.И. Прошева, Н.Н. Потолицына, Е.Р. Бойко. Влияние широтного фактора на организм лыжников Республики Коми	19
Т.В. Есева, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, Н.Н. Потолицына, Е.Р. Бойко. Компьютерная модель представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков.....	25
М.А. Вайкшнорайте, В.А. Витязев, А.Э. Азаров. Последовательность активации миокарда желудочка атлантической трески (<i>Gadus morhua marisalbi</i>).....	31
В.В. Смирнов, А.С. Полугрудов, С.В. Попов. Определение interoцептивного ощущения сытости	36
Е.А. Политова, С.М.Шаньгина, О.А. Патова, В.В. Головченко. Влияние низкотемпературного хранения на полисахариды клеточной стенки сливы домашней <i>Prunus domestica L.</i>	42

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

И.Н. Бурцев. Институт геологии: 60 лет поисков и открытий	50
А.М. Пыстин, В.Л. Андреичев, Н.В. Конанова, Ю.И. Пыстина, А.А. Соболева, В.В. Удоратин, О.В. Удоратина. Тимано-Североуральский регион: глубинное строение, вещественно-структурная эволюция, возрастные рубежи.....	59
Н.Н. Тимонина, Т.В. Майдль, Н.Н. Рябинкина, И.С. Котик, О.С. Котик, И.И. Даньщикова. Перспективы развития сырьевой базы нефтегазовой отрасли Тимано-Печорской провинции....	68
С.К. Кузнецов, Т.П. Майорова, Н.В. Сокерина, Ю.В. Глухов. Золотоносные районы западного склона Урала и Тимана	81
Н.Н. Пискунова. Возможности атомно-силовой микроскопии в исследовании кристаллов и процессов их роста	95

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

В.Н. Лаженцев. Направления научных исследований в Институте социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН.....	102
В.В. Фаузер, Т.С. Лыткина, Г.Н. Фаузер, А.В. Смирнов. Влияние миграций на численность и трансформацию социально-демографических структур населения Российского Севера.....	111
Т.В. Тихонова. Современные методы оценки экосистемных услуг и потенциал их применения на практике	122
О.В. Бурый. Оценка системы управления энергосбережением в экономике северных регионов	136
Ю.Я. Чукарев, М.Ю. Чукарев. Обоснование балансовой надежности ЕЭС применительно к современным условиям развития электроэнергетики	144
Ю.Я. Гаджиев, М.М. Стыров. Финансовые ресурсы Республики Коми: тенденции и перспективы	152

НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

Шестая Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием) «Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018».	161
К.Г. Лисовская, Е.А. Цыпанов. Исследователь коми поэзии и коми литературы (к 80-летию со дня рождения В.Н.Дёмина)	164

ЮБИЛЕИ	171
--------------	-----

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2018 Г.....	173
---	-----

CONTENTS

INTRODUCTORY WORD

A.M.Askhabov.	5
--------------------	---

BIOLOGICAL SCIENCES

N.A.Chermnykh, D.N.Shmakov. History of development of Physiology in the Komi Science Centre, Ural Branch, RAS: scientific ideas and discoveries	6
Yu.G.Solonin, T.P.Loginova, A.A.Chernykh, I.O.Garnov, A.L.Markov, O.I.Parshukova, V.I.Prosheva, N.N.Potolitsyna, E.R.Bojko. Influence of latitudinal factor on ski runners of the Komi Republic	19
T.V.Eseva, N.G.Varlamova, T.P.Loginova, N.N.Potolitsyna, E.R.Bojko. Computer model of presentation of the medical examination results on the trading zones of skiers-racers.....	25
M.A.Vaykshnorayte, V.A.Vityazev, A.E.Azarov. The sequence of activation of ventricular myocardium in atlantic cod (<i>Gadus morhua marisalbi</i>)	31
V.V.Smirnov, A.S.Polugrudov, S.V.Popov. Determination of the interceptive feeling of satiety	36
E.A.Politova, S.M.Shangina, O.A.Patova, V.V.Golovchenko. Influence of low-temperature storage on the cell wall polysaccharides of plum fruit <i>Prunus domestica</i> L.	42

GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES

I.N.Burtsev. Institute of Geology: 60 years of research and discovery	50
A.M.Pystin, V.L.Andreichev, N.V.Konanova, Yu.I.Pystina, A.A.Soboleva, V.V.Udoratin, O.V.Udoratina. The Timan-North Urals region: deep structure, substantive-structural evolution, age boundaries.....	59
N.N.Timonina, T.V.Maidl, N.N.Ryabinkina, I.S.Kotik, O.S.Kotil, I.I.Danshikova. Prospects for the resource base development of the oil and gas industry of the Timan-Pechora province	68
S.K.Kuznetsov, T.P.Mayorova, N.V.Sokerina, Yu.V.Glukhov. Gold-bearing areas of the western slope of Northern Urals and Timan	81
N.N.Piskunova. The possibilities of atomic force microscopy in the study of crystals and the processes of their growth	95

SOCIAL SCIENCES

V.N.Lazhentsev. Directions of research at the Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North of the Komi Science Centre, Ural Branch, RAS.....	102
V.V.Fauzer, T.S.Lytkina, G.N.Fauzer, A.V.Smirnov. The impact of migration on the number and transformation of socio-demographic structures of the population in the Russian North	111
T.V.Tikhonova. Modern methods of assessment of ecosystem services and the potential for their practical application.....	122
O.V.Buriy. Assessment of energy saving management system in the economy of the northern regions.....	136
Yu.Ya.Chukreyev, M.Yu.Chukreyev. Justification of balance reliability of the UPS of Russia in modern conditions of electric power industry development.....	144
Yu.A.Gadzhiev, M.M.Styrov. Financial resources of the Komi Republic: tendencies and prospects	152

SCIENCE NEWS

VI all-Russian scientific and practical conference (with international participation) "Actual problems, directions and mechanisms of development of productive forces of the North - 2018"	161
K.G.Lisovskaya, E.A.Tsypanov. Researcher of Komi poetry and Komi literature (to the 80-th birth anniversary of V.N. Demin).....	164

ANNIVERSARIES.....	171
--------------------	-----

MATERIALS PUBLISHED IN 2018	173
-----------------------------------	-----

Дорогие читатели!

Уходящий 2018 год для Коми научного центра и, следовательно, для его главного научного журнала «Известия Коми научного центра УрО РАН» был особенным. Завершен не простой период реструктуризации научных организаций и формирования на их базе Федерального исследовательского центра. Мы вступили в ответственный период своего развития, осмысления нашего существования в новых условиях, обсуждения стратегических задач дальнейшего развития, составления общей исследовательской программы. В этих условиях роль и значение нашего журнала, как открытой площадки представления результатов исследований, обсуждения планов и перспектив развития, координации междисциплинарных исследований, несомненно, будет возрастать. В связи с этим все чаще вспоминаем опыт и достижения прошедших лет, особенно периода нашего совместного и, безусловно, успешного развития. У нас богатое наследие в научном и практическом плане. Мы гордимся сформировавшимися широко известными научными школами практически по всем важнейшим направлениям проводимых исследований. Академическая наука, открытия ученых коренным образом преобразили Коми край, оставив неизгладимый след в социально-экономическом развитии Республики Коми.



Наш журнал неоднократно обращался к научному наследию институтов. Была серия тематических выпусков с публикациями по истории институтов и развитию академических исследований на Европейском Севере [«Известия Коми НЦ УрО РАН»: вып. 2(10),2012; 2(14),2013; 3(19),2014; 3(23),2015; 2(30),2017]. На этот год выпали юбилеи трех институтов Коми научного центра: 60 лет исполнилось Институту геологии, 30-летие отметили Институт физиологии и Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера. Это тоже повод проанализировать накопленный богатый опыт, сделать выводы для настоящего и будущего, отдать долг предшественникам, жизнь и деятельность которых привели к нынешнему состоянию исследований в этих областях. Все это побудило нас сделать очередной выпуск «Известий» тематическим, посвятив его знаменательным датам трех названных институтов.

Соответственно в фокусе этого выпуска статьи, подготовленные сотрудниками этих институтов. Член-корр. РАН В.Н.Лаженцев к юбилею Института социально-экономических и энергетических проблем Севера составил аналитический обзор развития в институте исследований по актуальной в настоящее время северной тематике. Впервые обсуждаются характерные черты северных территорий, которые необходимо учитывать при выработке правил хозяйствования в экстремальных и сложных климатических условиях. Изложенные в этой работе идеи выходят за пределы проблем традиционно североведения и указывают на необходимость рассмотрения Севера и Арктики как особых объектов материального и духовного мира.

Основные этапы развития физиологии в Коми научном центре изложены в статье к.б.н. Н.А.Чермных и д.б.н. Д.Н.Шмакова. Физиологические исследования, которые начались еще в Институте биологии, очень быстро получили мировую известность. Феноменальным следует признать то, что именно в Сыктывкаре удалось организовать специализированный Институт физиологии. Его исследования охватывают практически все важнейшие направления физиологической науки: от эволюционной и сравнительной физиологии до физиологии природных адаптаций и молекулярной иммунологии. Особенно актуальны сегодня исследования по проблеме «Человек на Севере».

Старейший в Коми научном центре Институт геологии был организован в 1958 г. по инициативе проф. А.А.Чернова и сейчас носит имя акад. Н.П.Юшкина. История института, результаты академических геологических исследований, их современное состояние и перспективы развития рассматривает к.г.-м.н. И.Н.Бурцев. Институт геологии широко известен в стране и мире не только исследованиями в области собственно геологии и минерально-сырьевых ресурсов региона, но и своими оригинальными разработками в смежных, пограничных областях, где сотрудникам института удалось сформировать ряд новых научных направлений.

Надеюсь, что этот выпуск нашего журнала будет интересен для Вас. Мы вместе с Вами будем и далее следить за успехами новой организации – Федерального исследовательского центра «Коми научный центр УрО РАН» – нашего учредителя. Будем прилагать усилия к тому, чтобы публикуемые в «Известиях» материалы были актуальными и интересными.

*Научный руководитель
ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН»,
академик А.М. Асхабов
Главный редактор*

УДК 612.001.89(09)(470.13-25)
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-6-18

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИИ В КОМИ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ УрО РАН: НАУЧНЫЕ ИДЕИ И ОТКРЫТИЯ

Н.А. ЧЕРМНЫХ*, Д.Н.ШМАКОВ**

**ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

***Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар*
chernnad@mail.ru, shmakov@physiol.komisc.ru

Основные этапы развития физиологической науки в Коми научном центре УрО РАН изложены в хронологическом порядке по мере развития физиологических направлений: физиология продуктивных животных, эволюционная и сравнительная физиология, возрастная и экологическая физиология, физиология природных адаптаций, молекулярная и клеточная иммунология и биотехнология. Физиологические исследования содержат традиционные направления интегративной физиологии: клеточный, органнй, системный и организменный уровни.

Ключевые слова: физиология человека и животных, сравнительная эволюционная экологическая физиология, электрокардиология, адаптация к условиям Севера

**N.A. CHERMNYKH, D.N. SHMAKOV. HISTORY OF DEVELOPMENT OF
PHYSIOLOGY IN THE KOMI SCIENCE CENTRE, URAL BRANCH, RAS:
SCIENTIFIC IDEAS AND DISCOVERIES**

The main stages of physiology development are presented in chronological order with the development of physiological directions: physiology of productive animals, evolutionary and comparative physiology, age and ecological physiology, physiology of natural adaptations, molecular and cellular immunology and biotechnology. Physiological studies include traditional directions of integrative physiology: cellular, organ, systemic, and organismal. The results of research in physiology of ruminant productive animals are summarized: digestion, metabolism and energy, and reproductive function. The specificity of physiological and biochemical adaptations of wild animals to the extreme conditions of the North is shown. The adaptive mechanisms are based on the principle of minimizing energy costs for maintaining temperature homeostasis.

The regularities of functioning of the myocardium and cardiac electrical activity in the process of evolution in different classes of animals and humans are discovered. Four types of myocardial activation in vertebrates were discovered and described for the first time in the world practice.

The general adaptation strategy of man in the North consists in the formation of a functional response of the cardiovascular system in the form of physiological variant of hypertrophy of the heart, increase in blood pressure, earlier age-related changes in the characteristics of the electrocardiogram and hemodynamics. The concept of tissue metabolism associated with the complex restructuring of the hormonal-metabolic profile in humans in the North, which is proposed to be called the "polar adaptive metabolic type", has been formed.

The comprehensive physiological, sociological and demographic study of the health of the population of the northern ethno-areal Komi population revealed that in some family groups longevity in five to six generations is determined by heredity. It was shown that, against the background of physiological aging processes, in most of the long-livers the normal steady rhythm of heart rate is maintained. The role of extracardiac mechanisms of the vegetative regulation of heart rhythm, which is the physiological basis of human health and northern longevity, has been established.

The results of physiological research and presented in this issue of the journal new research directions of the Institute of Physiology are its further prospects in solving actual problems of modern physiology.

Keywords: human and animal physiology, comparative evolutionary ecological physiology, electrocardiology, adaptation to the conditions of the North

Введение

Для решения основной проблемы изучения биологических ресурсов Европейского Севера Постановлением Президиума Академии наук СССР от 30 июня 1962 г. в составе Коми филиала АН СССР создан Институт биологии, в который вошла лаборатория экологии и физиологии животных, позже переименованная в лабораторию физиологии и генетики животных (Приказ по Институту биологии от 1 ноября 1968 г.). История развития физиологических исследований в Коми филиале АН СССР имеет два равнозначных по времени периода: до создания института и 30-летие Института физиологии. Исторический период со дня основания института до 2004 г. освещен в издании, посвященном 60-летию Коми научного центра [1].

В лаборатории физиологии и генетики животных Института биологии проводились исследования по изучению обмена веществ в организме продуктивных животных (Н.Е. Кочанов), биоэлектрической активности сердца у разных видов животных (М.П. Рощевский), генетические закономерности формирования, эволюции пород и породных групп продуктивных животных в условиях Севера (П.Н.Шубин), дыхательной функции крови (Л.И. Иржак). Это был период структурных преобразований, мощного расцвета экологической физиологии природных адаптаций диких животных, время разработки и освоения новых методов получения, регистрации и анализа физиологической информации, многочисленных экспедиций, проведения экспериментов на «открытом сердце». Проходила подготовка научных кадров, защищены 18 кандидатских и две докторские диссертации, молодые ученые с докладами участвовали во всесоюзных и международных научных мероприятиях. Библиографические указатели пополнились публикациями по материалам физиологических исследований в центральных и местных изданиях [2]. Был подготовлен мощный фундамент для создания Института физиологии, и все это вошло в историю развития физиологии в Коми филиале АН СССР. В 1971 г. при поддержке акад. В.В. Парина (Письмо зам. академика-секретаря Отделения физиологии АН СССР от 18.03. 1971 г.) в Институте биологии была создана лаборатория сравнительной кардиологии (зав. д.б.н. М.П.Рощевский), которая в марте 1987 г. вошла в организованный Отдел физиологии и биохимии жвачных животных.

Институт физиологии Коми НЦ УрО АН СССР создан на базе Отдела экологической физиологии Института биологии Коми научного центра АН СССР (Постановления Академии наук СССР от 22.01.1988 г. и Президиума УрО АН СССР от 1 февраля 1988 г.). Организатором и первым директором Института физиологии стал д.б.н., член-корр. АН СССР М.П.Рощевский. Функции заместителя по науке были возложены на д.б.н., проф. Н.Е.Кочанова. В структуру института Постановлением Президиума УрО АН СССР от 30.05.1988 г. включены Отдел экологической эндокринологии в г. Архангельске (зав. д.м.н., проф. А.В.Ткачев), созданный на базе фи-

лиала Института морфологии человека АМН СССР, и Отдел биофизики под руководством д.м.н. В.Я.Изакова (г.Свердловск) с последующей реструктуризацией отделов в Архангельский и Екатеринбургский (директор д.б.н., проф. В.С.Мархасин) филиалы Института физиологии УрО РАН. С мая 2004 г. институт возглавлял акад. Ю.С.Оводов, специалист в области иммунобиологии, биоорганической химии и биотехнологии. В декабре 2014 г. директором института назначен д.м.н., проф. Е.Р.Бойко. С 1999 г. в институте развиваются направления по криофизиологии крови (д.б.н. Т.В.Полежаева) и физиологии микроорганизмов (д.м.н. А.А.Бывалов), представленные соответствующими лабораториями института в г.Кирове.

В созданном Институте физиологии Коми НЦ УрО АН СССР были определены основные направления научных исследований: экологическая физиология человека и животных на Севере; физиология питания и репродукции продуктивных животных в условиях Севера; анализ физиологической информативности электромагнитных и других физических полей функциональных систем организма; биотехнология биоконверсии целлюлозосодержащего сырья и физиологически активных соединений.

Институт признан научным центром эколого-физиологических исследований человека и животных в регионе, координатором направления по физиологии висцеральных систем. Академическая наука при поддержке Правительства Республики Коми была организатором многих научных мероприятий: VI Всесоюзная конференция по экологической физиологии (1982 г.), Международные симпозиумы по сравнительной электрокардиологии (Сыктывкар, 1979, 1983, 1993, 1997), Третий Международный симпозиум по лосю (Сыктывкар, 1990). В институте проведены XXVI Международный конгресс по электрокардиологии (1999), конференции с международным участием «Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям Севера» (2001, 2004, 2007), организованы секции, проходивших в рамках съездов физиологического общества им. И.Л. Павлова. В 2003 г. в рамках Совещания по физиологии висцеральных систем совместно с Отделением физиологии РАН был организован круглый стол «Физиология: вспоминая XX век и мечтая о будущем», в работе которого приняли участие ведущие ученые в области физиологических наук. В 2004 г. в институте прошло заседание выездной сессии Президиума Отделения биологических наук. С 2000 г. институт ежегодно проводит молодежные научные конференции «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике». Сотрудники института активно участвуют в международных и всероссийских симпозиумах и конференциях с докладами, отражающими основные результаты научных исследований. С 2000 по 2007 гг. сотрудниками Института физиологии Коми НЦ УрО РАН получено 26 патентов и подано более 20 заявок на изобретения.

Научные достижения сотрудников института были высоко оценены. Академик Ю.С. Оводов в 2003 г. удостоен премии Президиума РАН им. Ю.А.Ов-

чинникова за работу «Онкофетальные антигены и онкопреципитины». В 2004 г. коллективу ученых под руководством акад. М.П.Рощевского в составе: д.б.н. В.А.Головки, д.б.н. В.И.Прошевой, д.б.н. И.М.Рощевской, д.б.н. Д.Н.Шмакова присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники за работу «Эволюционная электрокардиология: хронотопография возбуждения сердца позвоночных». Доктора наук Д.Н.Шмаков, Я.Э.Азаров, С.Н.Харин за работу «Функциональное значение гетерогенной реполяризации миокарда» в 2013 г. удостоены премии в области медицины им. акад. В.В.Парины (Уральское отделение РАН).

Подготовка профессиональных научных кадров в институте осуществляется через аспирантуру Коми научного центра и соискательство. Первым аспирантом (1955–1958 гг.) в Коми филиале АН СССР по специальности «физиология человека и животных» был Л.И. Иржак. В 1988 г. открыт прием в аспирантуру при Институте физиологии по специальности 03.00.13 – «физиология человека и животных». Приказом ВАК России 24 ноября 1992 г. в Институте физиологии утвержден состав специализированного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук по специальности «физиология человека и животных». В сентябре 2012 г. Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН получил Лицензию на осуществление образовательной деятельности по подготовке научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 06.06.01 – «биологические науки». На заседаниях диссовета института в период 1993–2017 гг. защищено 52 диссертации, из них восемь докторских.

Важнейшие достижения по научным направлениям

Физиология продуктивных животных.

Сельскохозяйственное освоение и экономика северных территорий ставили задачу планирования приоритетных направлений в научных программах академических учреждений. Развитие северного животноводства предусматривало повышение требований к сельскохозяйственным наукам, которые совместно с практикой должны находить новые методы изучения функций организма продуктивных животных для решения задач животноводства, ветеринарии и зоотехнии [3]. В условиях ограничивающих возможности создания кормовой базы для животных, продовольственное обеспечение населения Севера традиционно было основано на развитии молочного животноводства, овцеводства и оленеводства.

В 60-е гг. XX столетия в Отделе животноводства Коми филиала АН СССР в рамках темы «Изменчивость и развитие животноводства под влиянием наследственности и внешней среды в условиях Севера и Крайнего Севера» проведены исследования по влиянию кормовых рационов на продуктивность и качество молока различных пород крупного рогатого скота. Были сделаны выводы об основных составляющих получения высокой продуктивности коров: совершенствование приемов пле-

менной работы, сбалансированные по качеству кормов рационы и создание оптимальных зоогигиенических условий содержания животных. Вопросы племенного дела в животноводстве республики находились под контролем академической науки [4]. В эти годы были определены пути племенной работы в развитии породных и продуктивных качеств молочного скота: удоев и качества молока (Рокицкий, 1953–1969 гг.). Исследованиями проблем генетики продуктивных животных на уровне биохимических адаптаций занимались В.С. Матюков, М.Н. Турубанов. Показана роль генеалогического линейного разведения в племенном улучшении печоро-холмогорского скота, адаптированного к условиям Севера. Изучены характеристики родственных групп молочных коров, полиморфные и генетические системы крови крупного рогатого скота.

В 1962 г. в Институте биологии Коми филиала АН СССР под руководством Н.Е. Кочанова была создана лаборатория экологии и физиологии животных. Предметом физиологических исследований стали обмен веществ в организме животных и сложная пищеварительная система жвачных с многокамерной структурой желудка для переваривания больших объемов корма, энергия которого необходима для жизнеобеспечения, воспроизводства и получения молочной продукции. Сотрудниками лаборатории были проведены исследования особенностей пищеварения, обмена веществ при использовании разных кормов в составе рациона молочных коров. Балансовые опыты проводились в стойловый и пастбищный периоды в хозяйствах всех климатических зон республики. В каждом эксперименте изучался полный цикл биохимической трансформации корма в организме животных, начиная с определения количества и состава корма, его переваримости и усвояемости, анализа крови и продуктов выделения. В ходе проведения многолетних сезонных исследований изучены энергетическая ценность различных кормов, включая корма из местных интродуцированных растений, их переваримость и усвояемость для поддержания необходимого уровня энергетического обмена продуктивных животных [5]. А.Ф.Симаковым и А.Э.Вебером разработаны хирургические методики временной изоляции рубцово-сетковой полости и двойных анастомозов на различных участках кишечника овец и северных оленей. Использование этих уникальных методов позволило установить пути всасывания питательных веществ в пищеварительном тракте с участием сопряженного транспорта и эквивалентного ионообмена [6]. Результаты фундаментальных исследований по физиологии пищеварения продуктивных животных были включены в Отчет важнейших достижений Академии наук СССР в области естественных и общественных наук за 1985 г.

Динамика биохимического состава содержимого всех отделов желудочно-кишечного тракта коров показала ведущую роль микробиальной ферментации в рубце, где происходит расщепление большей части питательных веществ корма до летучих жирных кислот (ЛЖК), углекислоты и метана, всасывание метаболитов, а также синтез белка [7,

8]. Полученные подробные характеристики белкового, углеводного и минерального обменов при различных по структуре рационах кормления жвачных животных имеют большое значение для разработки физиологических норм оптимальной обеспеченности и эффективного использования энергии корма в плане решения основной проблемы северного животноводства – получения высокой продуктивности. Изучение ассимиляции питательных веществ и межклеточного метаболизма в эндотрофических цепях пищеварительной системы полигастрических животных позволили вскрыть глубинные механизмы энергетической обеспеченности организма.

Изучение физиолого-биохимических закономерностей процессов переваривания и усвоения питательных веществ корма открывало возможность коррекции и управления этими процессами для поддержания гомеостаза внутренней среды организма – основного механизма адаптации к сезонной северной специфике кормления продуктивных животных. Разработаны типы рационов биологически полноценного кормления для получения высокой продуктивности и высокого качества молока. Установлено, что в условиях Севера полуконцентратный тип кормления с высокой долей грубых и сочных кормов в стойловый период, и естественные для крупного рогатого скота и овец корма во время короткого пастбищного периода являются наиболее оптимальными и полноценными для усвоения питательных веществ в организме жвачных животных.

Репродуктивная функция коров, которая является определяющей в получении молочной продукции, эволюционировала под влиянием создаваемых стационарных условий содержания скота, кормления, использования искусственного осеменения одомашненных животных. Установленные физиолого-биохимические закономерности трансформации питательных веществ корма в организме жвачных животных позволили разработать оптимальную структуру рациона в определенные стадии репродуктивного цикла коров в зависимости от уровня их молочной продуктивности. Для коррекции эстральной цикличности, восстановления полноценных циклов и сокращения периода от родов до оплодотворения получены и апробированы естественные биостимуляторы из животных тканей и растений, обеспечивающие повышение эффективности воспроизводительной функции [9].

Отрицательное влияние гиподинамии на здоровье и продуктивность животных [10] в условиях северных животноводческих комплексов принималось во внимание при разработке новой технологии конвейерного обслуживания молочных коров, которое позволяло проводить физиологически обоснованный моцион в пределах скотного двора.

Северное оленеводство являлось одной из основных отраслей сельскохозяйственного производства и было источником диетической мясной продукции для населения северных районов Коми АССР. Общее поголовье северных оленей в хозяйствах республики в 1951–1956 гг. составляло около 140 тыс. голов, в 1970–1972 гг. – 120–160 тыс., за-

тем к 1976 г. оно снизилось до 80 тыс. Основными лимитирующими факторами продуктивности в оленеводстве являются уменьшение кормовых запасов естественных тундровых пастбищ и при определенных погодных условиях затрудненная доступность корма из-за обледенения снежного покрова. Кроме того, потери продуктивной биомассы северных оленей зависели от протяженности перегона стада с пастбищных маршрутов до убойного пункта. В экспериментах с использованием методик выведения системы внешних анастомозов и фистул на разных участках желудочно-кишечного тракта для анализа химуса проведено изучение биохимических процессов обмена веществ в организме диких жвачных животных. Установлены сезонные изменения интенсивности процессов пищеварения и всасывания в многокамерном желудке в процессе специфических сезонных перестроек межклеточного обмена веществ [11, 12]. Механизм энергетической адаптации диких жвачных к холодному фактору на уровне метаболизма сводится к экономному расходованию резервных материалов организма, изменению водно-солевого обмена и снижению образования воды – основного конечного продукта аэробного окисления веществ [13]. Это способствует ограничению теплоотдачи и поддержанию температурного гомеостаза в организме северных оленей. Впервые показано, что в зимний период восполнение лимитированных в кормах азотистых и минеральных веществ происходит посредством усиления их рециркуляции в органах пищеварительного тракта северного оленя. Низкий уровень протеина в ягельном корме оленей компенсируется за счет усиленного притока в рубец эндогенного азота посредством увеличения румено-гепатической циркуляции азота и резервных белков организма [12]. В экспериментальных исследованиях раскрыты механизмы физиологических адаптаций и биохимического гомеостатирования внутренней среды организма диких жвачных животных в условиях неравномерного сезонного поступления питательных веществ и энергии корма [8]. Под руководством П.Н.Шубина получены важные для эволюционной теории сведения о генетической изменчивости популяции диких и домашних животных. Выявлены неизвестные ранее факты о скорости и характере преобразования генетической структуры популяции северного оленя в случае их изоляции и локальной адаптации.

Представитель дикой фауны Севера Евразии – лось – также был объектом одомашнивания. Лосеводство в то время имело народнохозяйственное значение и требовало серьезной научной проработки. Результаты 10-летнего уникального научного эксперимента по одомашниванию лося были заслушаны на Ученом совете Президиума Коми филиала АН СССР в докладе с.н.с. Печоро-Ильчского государственного заповедника Е.П.Кнорре в июне 1959 г. (НА КНЦ Ф.1. Оп. 6. Д. 134). В докладе показано практическое значение лосеводства: мясное, молочное и транспортное. Опыт работы на лосеферме, организованной в апреле 1949 г., благодаря самоотверженной работе сотрудников под руководством М.В.Кожухова (1962–2000 гг.), использован

для сохранения статуса научно-экспериментальной базы [14]. Ежегодно на лосеферме проводили исследования сотрудники Института физиологии и других академических институтов. Трудно переоценить помощь и участие сотрудников лосефермы в проведении экспериментальных исследований по возрастной физиологии лося. Результаты исследований физиологии и экологии лося были включены в доклады участников III Международного симпозиума по лосю, который проходил в Сыктывкаре в 1990 г. Была организована экскурсия иностранных участников симпозиума в Печоро-Ильчский заповедник для знакомства с уникальной единственной в мире лосефермой. Список работ, опубликованных в отечественных и иностранных изданиях по биологии, экологии и физиологии лося на основании исследований, выполненных на лосеферме, содержит около 300 публикаций.

Физиология природных адаптаций диких животных на Севере. Изучение физиологических адаптаций к естественным природным факторам среды обитания животных на Севере – одно из научных направлений в области экологической физиологии, которое получило свое развитие в Институте биологии Коми филиала АН СССР с использованием «полевых» и экспериментальных методов исследований. Особую научную ценность представляют полученные результаты исследований физиологии диких животных, которые находятся под непосредственным воздействием факторов Севера. Своеобразие среды обитания северных оленей характеризуется сочетанием скудных кормовых ресурсов и суровости погодных условий в период длительного холодного сезона года (низкие температуры, осадки, ветер, влажность), а также резкой смены погоды. В ходе эволюции у диких животных сформировались адаптивные механизмы, в основе которых лежит принцип минимизации энергетических затрат на поддержание температурного гомеостаза в экстремальных условиях Севера.

При исследовании биоэлектрической активности сердца северных оленей и лосей в естественных условиях их проживания на пастбищных маршрутах в тундре использовалась радиотелеметрическая регистрация электрокардиограмм – метода, который значительно уменьшает трудности эколого-физиологического эксперимента, обеспечивая большую достоверность получаемой информации. Установлена высокая лабильность сердечной деятельности северных оленей в зависимости от двигательной активности и влияния низких температур среды.

В результате многолетних исследований сотрудников лаборатории экологической физиологии животных (Н.А.Черных, М.Е.Вишневецкая, А.С.Овсов, Н.Н.Мочалов) установлено, что в экстремальных условиях «жесткости» погоды и дефиците кормов совершенство эволюционно сформировавшихся морфофизиологических приспособлений теплоизоляции северных оленей обеспечивает высокую эффективность адаптации без дополнительного расхода энергии для увеличения внутренней теплопродукции. Низкий уровень обмена веществ и теп-

лопродукции северного оленя в этих условиях свидетельствуют о переходе организма на режим энергетически экономного функционирования всех физиологических систем, поддерживающих жизнедеятельность и воспроизводство популяции в условиях Крайнего Севера [15, 16].

В ходе экспериментального исследования температуры глубоких воздушных потоков в носовой полости северных оленей позволили обнаружить морфофизиологические особенности верхних дыхательных путей, обеспечивающие при отрицательных температурах среды экономию энергии теплосодержания организма. Механизм теплообменника (обогрев холодного вдыхаемого воздуха и обратный возврат тепла на выдохе) за счет развитой сети кровеносных сосудов в носовой полости является одним из звеньев единой системы поддержания температурного гомеостаза в жестких условиях теплового и энергетического дефицита у животных-аборигенов Севера.

На научно-экспериментальной базе лосефермы Печоро-Ильчского государственного заповедника проводились исследования сердечной, дыхательной систем, энергетического обмена терморегуляции молодых лосят в динамике их онтогенеза. Обнаруженный феномен «ускоренного» развития организма и формирования всех функциональных систем свидетельствует о реализации необходимой подготовки животных к предстоящему зимнему периоду напряженности адаптивных механизмов [17].

Возрастная, экологическая и социальная физиология человека

Возрастная физиология. Важное значение имеют исследования специфики адаптивных реакций в детском возрасте, поскольку интенсивные процессы роста, дифференцировки тканей и формирования функциональных систем обуславливают высокую чувствительность организма к изменениям средовых воздействий. В лаборатории экологической физиологии человека (зав. д.б.н. В.Г. Евдокимов) создан комплекс приборного и программного обеспечения (СОФИД), включающий автоматизированную систему для сбора и анализа физиологических данных, экспресс-диагностики состояния кровообращения и дыхательной системы. Использование методик нагрузочного тестирования и синхронного анализа модулируется ежегодными циклами естественной сезонной адаптации, степень влияния которой определяется соотношением теплого и холодного периодов года, жесткостью погоды с низкой температурой [18]. Для детей, проживающих в северных городах (Печора, Воркута, Сыктывкар), в сравнении с их сверстниками из средней полосы, характерны с возрастом более существенный прирост артериального давления, вентиляции легких, потребления кислорода и более выраженное снижение функциональных резервов системы кровообращения, чем дыхательной системы. При повышенной двигательной активности, включенной в процесс воспитания детей, в начальный холодный период адаптивные сезонные изменения уско-

рены. В детском возрасте важно знать функциональные возможности своего организма, чтобы в будущем их улучшать, совершенствовать и тренировать.

Выявлены региональные, возрастные, сезонные и гендерные особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у жителей Севера на основе метода электрокардиографии. Общая стратегия адаптации организма человека на Севере заключается в формировании функционального ответа сердечно-сосудистой системы в виде физиологического варианта гипертрофии отделов сердца, увеличении артериального давления, более ранних возрастных изменений характеристик электрокардиограммы и гемодинамики. Впервые с использованием разработанного экспресс-метода ЭКГ-диагностики «легочного сердца» определено, что на основе степени выраженности адаптивных изменений в сердечно-сосудистой системе жители Севера могут быть отнесены к группе риска по синдрому «легочное сердце». Разработана компьютерная тест-программа диагностики «легочного сердца», использующаяся в отделении ультразвуковой и функциональной диагностики Республиканского медицинского объединения (В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова, А.Е. Попов).

Физиология труда изучает особенности функциональных систем и организма как единого целого в специфических условиях жизнедеятельности на основе установления связей с трудовой деятельностью человека. Физиологические исследования трудового процесса при сочетанном воздействии комплекса факторов среды имеют большое значение в изучении сопряженных адаптаций человека – фундаментальной проблемы экологической физиологии. Это направление в физиологии получило свое развитие во многих исследованиях адаптации человека к комплексу многофакторного воздействия окружающей среды. В республике исследование труда лесозаготовителей было обусловлено задачами экономического освоения богатейших природных ресурсов Севера. Сотрудниками группы физиологии труда [19] проведено физиологическое обследование болгарских рабочих, приехавших на лесозаготовительное предприятие в Удорский район Коми АССР. Перед физиологами были поставлены задачи: изучение напряженности процесса адаптации рабочих к тяжелой физической нагрузке, выявление ведущих факторов влияния условий труда и разработка критериев функциональных перестроек организма человека. С использованием разработанного в лаборатории радиотелеметрического метода дистанционной регистрации частоты пульса во время выполнения трудовых операций проведены исследования кардиореспираторной системы, энергетического обмена и механизмов терморегуляции. Установлена роль уровня общей физической работоспособности человека в производственной эффективности труда лесозаготовителей. Оценка степени напряжения организма на лесосечных работах и при разделке древесины позволили подойти к решению проблемы оптимальной величины трудовой нагрузки без истощения жизненных ресурсов человека. Показано влияние экологических

условий Севера на формирование у рабочих-лесозаготовителей циклов естественной сезонной акклиматизации, выражающейся в изменении состояния кардиореспираторной системы в переходный зимне-весенний период [20]. Установлено, что при выполнении физической работы у мигрантов в течение первых двух лет повышаются показатели физической работоспособности. По результатам обследования разработаны практические рекомендации по ускорению процесса адаптации вновь прибывшего контингента к новым климатическим, производственным и социальным условиям и поддержанию высокой работоспособности каждого человека. Полученные данные послужили основой для разработки критериев профессионального отбора рабочих лесозаготовительной промышленности для выполнения тяжелой физической работы в условиях Севера.

Основными направлениями исследований Архангельского филиала Института физиологии (директор – д.м.н. А.В.Ткачев) явились экологическая эндокринология человека и животных на Севере и комплексное изучение гормонально-метаболического и иммунологического статуса человека в связи с длительностью северного стажа, принадлежностью к социальной группе населения (мигранты, постоянные жители, представители коренных народностей). Комплексные исследования в Ненецком и Чукотском АО, на арктических островах Шпицберген и Новая Земля позволили сформулировать представление о специфическом «полярном адаптивном метаболическом типе», присущем аборигенам Севера. Впервые выявлено влияние констрастной фотопериодики высоких широт на гормонально-метаболические показатели человека, установлено рассогласование функций гипофизарно-тиреоидного и гипофизарно-адреналового фрагментов эндокринной системы. При обследовании различных этнических и социальных групп населения севера установлено своеобразие метаболического профиля у коренных жителей (ненцев), выражающееся в интенсификации процессов белкового обмена и сбалансированности липидного обмена [21]. Особенности метаболического профиля обусловлены временным фактором и связаны с длительностью исторического проживания коренного населения в Заполярье. У жителей Европейского Севера России выявлена цирканнуальная динамика эндокринного фона: минимизация эндокринной функции (лето-осень, полярный день-сокращение светового дня), смещение эндокринного профиля в сторону преобладания секреции инсулина (зима, полярная ночь) или кортизона – при увеличении продолжительности светового дня (А.В.Ткачев, Л.К.Добродева, Е.Р.Бойко, З.Д.Губкина, Е.В.Типисова, И.М.Кляркина, Л.С.Щеголева). Установлено, что сокращение функциональных резервов иммунно-гормональной регуляции у человека в дискомфортных климатических условиях Севера коррелирует со снижением содержания фосфолипидов высокой плотности в сыворотке крови, нарушением рецепторной активности иммунокомпетентных клеток и дисбалансом содержания в крови свободных фракций тиреоид-

ных гормонов. Выявлены ассоциативные связи между атерогенными изменениями липидного состава крови и показателями иммуно-реактивности организма [22].

Под руководством д.м.н. Ю.Г. Солонина проведены многолетние исследования по физиологии трудовой деятельности различных профессиональных групп ведущих отраслей промышленности Республики Коми. Научные разработки и рекомендации были использованы в подразделениях ООО «Севергазпром», в Вуктыльском газопромысловом управлении, на Сыктывкарской фабрике нетканых материалов, в АО «СПОГАТ», в подразделениях пожарной службы Республики Коми. Достигнутые успехи в области изучения влияния комплекса природно-климатических факторов Севера, физиологической оценки условий труда разных профессий внесли существенный вклад в раскрытие механизмов функционирования организма человека в условиях Севера. Подготовлены обоснования южной границы дискомфорта и включения территории Республики Коми в зону с тяжелыми климатическими условиями для получения северных льгот. Сотрудниками отдела (д.м.н. Ю.Г. Солонин и к.б.н. А.Л. Марков) в рамках Международного проекта «Марс-500» по имитации пилотируемого полета на Марс проведена физиологическая оценка состояния здоровья и работоспособности человека в смоделированных условиях межпланетного полета. Обнаружено негативное влияние повышенной геомагнитной активности на состояние центральной гемодинамики и вегетативной регуляции кровообращения в группе участников эксперимента, проводимого в условиях Европейского Севера России.

В отделе экологической и медицинской физиологии проводятся исследования метаболических процессов у человека в условиях Севера. Сформирована концепция тканевого метаболизма, связанного с комплексной перестройкой гормонально-метаболического профиля у человека на Севере, который предложено называть «полярный адаптивный метаболический тип» [23]. В рамках темы «Метаболическое обеспечение физической работоспособности у человека в условиях Севера и разработка способов ее повышения» изучены функциональные свойства сердечно-сосудистой системы и стабильных метаболитов оксида азота при максимально достижимой частоте сердечных сокращений у лыжников-гонщиков. Установлено, что повышенные значения NO, главным образом за счет нитратов, в крови высококвалифицированных лыжников-гонщиков в условиях интенсивных анаэробных нагрузок приводят к более успешным результатам спортсменов. На основе полученных данных представлены практические рекомендации, способствующие повышению и сохранению физической работоспособности при выполнении тренировочно-соревновательного процесса лыжников-гонщиков членов сборных команд Республики Коми и Российской Федерации.

Сотрудниками лаборатории социальной физиологии и здоровья (Н.А.Чермных, Т.И.Логина, Т.В.Есева) проведено комплексное физиологиче-

ское, социологическое и демографическое изучение здоровья населения северной этноареальной популяции коми. Создан банк данных долгожителей старше 80 лет (более тысячи человек). Установлено, что в некоторых семейных группах долголетие в пяти-шести поколениях определяется наследственностью. Электрокардиографическими исследованиями показано, что на фоне физиологических процессов старения у большинства долгожителей сохраняется нормальный устойчивый ритм частоты сердечных сокращений. На основании математического и спектрального анализа динамических электрокардиограмм долгожителей установлена стабильность волновой структуры сердечного ритма, что является характеристикой функционального гомеостаза сердечной деятельности. Стабильность сердечного ритма свидетельствует о сохранении автоматизма функционирования синусного узла сердца, системы кровообращения, способствующей долголетию. Показана роль внекардиальных механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма, что является физиологической основой здоровья и северного долголетия человека [24].

Результаты исследований в области экологической и социальной физиологии человека являются основой для решения конкретных прикладных задач. Это накладывает особую ответственность за интерпретацию полученной информации о функционировании систем организма человека, состоянии здоровья населения в различных природно-климатических и социальных условиях.

Эволюционная и сравнительная электрокардиология. Биофизика миокарда. Начальным этапом исследования функции сердца животных была разработка физиологически обоснованных фронтальных и сагитальных систем отведений при регистрации ЭКГ с учетом анатомо-морфологических особенностей сердца и проекции его потенциалов на поверхность тела [25]. Содержащаяся в обширном обзоре М.П.Рощевского (более тысячи источников) информация о деятельности сердца различных классов животных свидетельствует о наличии нескольких типов активации миокарда, которые выработались в процессе эволюции [26]. Для сравнительно-физиологического анализа проведено исследование активации миокарда хищных и парнокопытных животных путем регистрации электрограмм из полостей сердца и магистральных сосудов. Уникальные данные по изучению биоэлектрической активности сердца животных (коров, овец, северных оленей, лосей), живущих в отличающихся экологических условиях, представлены М.П. Рощевским (1968 г.) в диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук «Сравнительно-физиологический анализ биоэлектрической активности сердца млекопитающих (парнокопытных и хищных)» [27].

В 1971 г. в Институте биологии была создана лаборатория сравнительной кардиологии (зав. д.б.н. М.П. Рощевский) с утвержденной темой исследований «Эволюционная электрокардиология в связи с проблемами адаптации к экологическим условиям Севера». Для проведения исследований электро-

физиологических процессов в сердце Д.Н. Шмаковым были изготовлены биоусилители и на базе шлейфного осциллографа создана восьмиканальная электрофизиологическая установка, а также модернизирован приобретенный шестиканальный электрофизиограф; сконструированы и изготовлены множественные интрамуральные игольчатые электроды, новизна способа изготовления которых подтверждена авторским свидетельством (1975). Разработанные впервые в СССР методы одномоментной регистрации и анализа внеклеточных потенциалов в интрамуральных слоях сердца (1974) позволили установить основные закономерности структурно-функциональной организации возбуждения интрамуральных слоев сердца у рыб, амфибий, рептилий, птиц и нескольких видов млекопитающих. Открыты и впервые в мировой практике описаны четыре типа активации миокарда у позвоночных животных.

Полученный большой объем информации вызвал необходимость автоматизации исследований кардиоэлектрических полей на поверхности тела методом синхронного измерения значений биопотенциалов во многих точках тела, построения эквипотенциальных моментных карт и их экспресс-анализа средствами вычислительной техники. Эта задача была включена в программу сотрудничества стран-членов СЭВ и СФРЮ по проблеме «Исследования в области биологической физики» на 1978–1983 гг. В Коми филиале АН СССР разработана электрокардиопографическая система, обеспечивающая синхронное многоканальное измерение параметров электрического поля на поверхности тела человека и животных, а также непосредственно на сердце и в интрамуральных слоях для решения диагностических и исследовательских задач. Система явилась основой для реализации модели эквивалентного мультиполярного генератора сердца, исполнители: В.Н. Прохоров, Н.Г. Гагиев, В.П. Кузнецов, Б.Г. Новаковский, Е.Н. Карпушов, Н.М. Самородницкая, Н.В. Одинцова.

Разработанная в Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН автоматизированная система позволила синхронно измерять кардиоэлектрические сигналы по 128 каналам на поверхности тела, сердца и в интрамуральных слоях. В настоящее время в Институте физиологии создана 144-канальная система Cardio Mapping System для синхронной регистрации потенциалов электрического поля сердца на базе сетевых технологий управления и передачи данных. Система позволяет мониторировать в режиме реального времени и регистрировать потенциалы с поверхности тела и непосредственно с «открытого сердца» запоминать необходимое количество фрагментов записи электрофизиологических показателей. Таким образом, достижение результатов исследований в области электрофизиологии сердца мирового уровня шло по пути постоянного совершенствования приборов и методов идентификации функционального состояния сердца, основанных на многоканальных синхронных измерениях, компьютерном анализе и математиче-

ском моделировании параметров кардиоэлектрического поля человека и животных.

Сравнительно-физиологические исследования позволили выявить несколько способов охвата возбуждением миокарда желудочков: а) последовательный, с одновременным движением волны деполяризации по всей толще стенки миокарда (рыбы); б) последовательный, за счет движения процесса активации от эндокарда к эпикарду (амфибии, рептилии); в) вспышечный, при котором основная масса миокарда желудочков возбуждается путем многофокальной деполяризации в течение короткого промежутка времени (птицы, копытные животные); г) вспышечно-последовательный, при котором субэндокардиальные и интрамуральные слои активируются многофокальным путем, и далее от деполяризованных зон миокарда волна возбуждения последовательно распространяется к эпикарду и по направлению к верхушке и основанию сердца (хищные, ластоногие) [28].

Проведенный сравнительно-физиологический анализ распространения возбуждения в сердце позвоночных животных позволил сделать ряд обобщений: 1) в процессе эволюции морфофункциональная адаптация сердца к среде обитания шла как по пути усложнения строения сердца и появления специфических тканевых структур, так и в направлении характера активации миокарда; 2) развитие у копытных животных «перекрытия» разветвлений проводящей системы в желудочках сердца и полифокального способа охвата возбуждением миокарда сформировались в эволюции как факторы интенсификации сократительной и насосной функций «мощного» сердца и повышения надежности сердечно-сосудистой системы в условиях максимального напряжения организма.

В 1989 г. в Институте физиологии открыта лаборатория физиологической информативности биофизических полей (зав. д.б.н. Д.Н. Шмаков), где были продолжены исследования структурно-функциональной организации возбуждения сердца позвоночных животных, механизмов формирования кардиоэлектрического поля на разных структурных уровнях живого организма. Экспериментально доказано, что электрофизиологически информативными являются все без исключения слои сердца: эндокардиальные, интрамуральные и эпикардиальные. Это позволило существенно изменить сложившиеся в мировой науке теоретические представления, постулирующие, что на электрокардиограмме отображается только лишь биоэлектрическая активность эпикардиального слоя.

Разработаны и проверены теоретические модели генезиса кардиоэлектрического поля в зависимости от вспышечного и последовательного типов активации миокарда. Математическая модель позволяет реконструировать процесс распространения волны возбуждения в желудочках целого сердца и визуализировать хронопографию деполяризации в поперечных и продольных сечениях желудочков сердца. Компьютерная модель активации желудочков сердца основана на реальной геометрии сердца и включает такой фактор анизотро-

пии, как ориентация миокардиальных волокон. Созданы математические модели формирования кардиоэлектрического поля в ST-T период у животных в норме и при нарушениях электрофизиологических свойств миокарда, связанных с изменениями гетерогенности реполяризации (гипотермия, гипоксия, сочетание гипотермии и гипоксии, сахарный диабет) (Н.В.Артеева).

Исследованы закономерности кардиодинамики и насосной функции сердца в зависимости от последовательности активации восстановления возбудимости миокарда (С.Н.Харин, Н.А.Киблер, В.В.Крандычева). Выявлены закономерности изменения функционального состояния желудочков сердца у птиц и млекопитающих в ответ на электрокардиостимуляцию. Установлена большая уязвимость лизитропных свойств желудочков по сравнению с инотропными. Показано, что увеличение длительности возбужденного состояния желудочков сердца ухудшает их инотропное и лизитропное состояния. Сформулирована концепция о детерминирующем влиянии условий гемодинамики, изменяемых для обеспечения потребностей организма, на формирование разных способов активации миокарда желудочков через структурные преобразования сердца в процессе филогенетического развития позвоночных (с.н.с. Харин).

В 2007 г. правопреемницей лаборатории физиологической информативности биофизических полей стала лаборатория физиологии сердца (зав. д.б.н. Я.Э. Азаров). Исследования сотрудников лаборатории (доктора наук Н.В. Артеева, С.Н. Харин, кандидаты наук О.Г. Берникова, М.А. Вайкшнорайте, В.А. Витязев, С.Л. Гошки, А.О. Овечкин, К.А. Седова, А.С. Цветкова) были сосредоточены на изучении механизмов реполяризации сердца. С помощью картографирования электрических потенциалов изучен процесс реполяризации в интрамуральных слоях, на эпикарде и поверхности туловища в норме и при моделировании различных патологических состояний сердца. Предложены способы оценки глобальной дисперсии и апикобазального градиента реполяризации на основе измерений интервалов $T_{peak}-T_{end}$ и амплитуды T волны электрокардиограммы для прогнозирования аритмий у пациентов с острым коронарным синдромом и сахарным диабетом.

Проведено исследование функциональной деятельности сердца пациентов с имплантированными электрокардиостимуляционными системами при предсердно-желудочковой и монополярной стимуляции верхушки правого желудочка (д.м.н. В.П. Нужный). Показано, что длительная электрокардиостимуляция существенно влияет на качество жизни пациентов, ограничивая физическую составляющую и инвертируя вектор качества жизни в социальное ожидание. Обосновано использование параметров кардиоэлектрического поля на поверхности тела пациентов с имплантированной кардиостимуляционной системой в качестве дополнительного метода контроля при динамическом наблюдении за состоянием миокарда и функцией кардиостимуляционной системы. В модельных экспериментах при изучении электрофизиологических про-

цессов в сердце, адекватных человеку по типу активации миокарда модельных животных (собаках), установлено, что последовательность реполяризации в миокарде при эктопическом возбуждении детерминирована последовательностью деполяризации.

При исследовании функции сердца на клеточном уровне (д.б.н. В.А.Головко) изучена роль ионов натрия, кальция и температуры в генерации потенциалов действия клеток синусно-предсердной области сердца позвоночных [29]. Установлены закономерности электрической активности клеток синусно-предсердной области, работающих в режиме истинного и скрытого водителя ритма. Совместно с кандидатами наук М.А. Гонотковым, Е.А. Лебедевой впервые предложена модель генерации потенциалов действия миоэпителиальных клеток трубчатого сердца оболочника (Tunicata). На основании проведенных исследований с помощью микроэлектродной техники и ингибиторного анализа установлено, что ключевую роль в автоматизме сердца асцидии играют калиевые токи. На основании экспериментальных данных д.б.н. В.И.Прошевой предложена концепция существования пейсмекерной системы сердца, которая представляет собой совокупность всех клеточных областей, обладающих пейсмекерной активностью. Основной функцией этой самостоятельной системы является обеспечение генерации ритма [30].

По утверждению акад. М.П.Рощевского (2001), «современные достижения электрокардиологии как части физиологических наук, впитавшие в себя успехи в области автоматики, электроники, вычислительной техники, решения обратных задач, экспериментальной физиологии и изучения структуры сердца, привели к объективно новому представлению об электрогенезе миокарда». В 2004 г. лаборатория сравнительной кардиологии переведена в структуру Коми НЦ УрО РАН (зав. д.б.н. И.М.Рощевская). Основные направления научной деятельности: исследования в области висцеральной физиологии; эволюционной и экологической физиологии сердечно-сосудистой системы; выявление закономерностей функционирования миокарда и электрической активности сердца в процессе эволюции у разных классов животных и человека; установление физиологических основ создания кардиоэлектротомографии [31]. Прогресс эволюционной электрокардиологии, создание базы экспериментальных данных и разработка физиологических основ для решения прямой и обратной задач электрокардиологии ведут к развитию предложенного акад. М.П. Рощевским принципиально нового метода для диагностического исследования сердца – электрокардиотомографии (электрокардиотомоскопии) – синхронного пространственного представления электрической активности сердца.

Выдвинута и экспериментально доказана гипотеза о закономерностях распространения волны возбуждения и восстановления возбудимости в желудочках сердца, формирования кардиоэлектрического поля у животных с разными типами деполяризации при синусно-предсердном ритме и эктопических очагах возбуждения. Исследования проведены

методами многоканальной синхронной кардиоэлектротопографии, ультразвуковой эхокардиографии, гистологическими и анатомическими методами анализа строения сердца, компьютерной визуализацией данных. Для решения прямой и обратной задач электрокардиологии созданы объемные модели торса человека и животных. Установлены закономерности отражения на поверхность тела последовательности деполяризации предсердий животных. Сравнительно-физиологическое ультразвуковое исследование морфометрических и функциональных характеристик левого желудочка у животных выявило неравномерность изменения геометрии и сокращения миокарда в течение сердечного цикла. Определены особенности архитектоники рабочего миокарда желудочков сердца у животных с разными типами активации.

На основе фундаментальных исследований разрабатываются новые технологии кардиологической помощи, заключающиеся в неинвазивной оценке функционального состояния миокарда для сокращения предотвратимой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний за счет ранней дифференциальной кардиодиагностики. Определены критерии неинвазивной оценки функционального состояния миокарда по кардиоэлектрическому полю при гипертензии и гипертрофии левого желудочка сердца, инфарктах миокарда различной локализации. Экспериментально доказана возможность использования кардиоэлектротопографии для выявления механизмов действия лекарственных препаратов и биологически активных веществ на сердечно-сосудистую систему.

На базе Кардиологического центра Республики Коми при обследовании пациентов с инфарктом миокарда передней и переднебоковой стенки левого желудочка, нижней стенки правого желудочка, без зубца Q на ЭКГ в стандартных отведениях, в диагностических характеристиках кардиоэлектрического поля на поверхности тела выявлено формирование дополнительного отрицательного экстремума в период конечной желудочковой активности, локализация и время образования которого зависели от расположения очага повреждения.

В Екатеринбургском филиале Института физиологии (директор д.б.н., проф. В.С. Мархасин) основным направлением исследований явилось изучение молекулярных и клеточных механизмов мышечного сокращения. В качестве основного объекта исследований была положена механика неоднородного миокарда. Сотрудниками Екатеринбургского филиала ИФ В.Я. Изаковым, В.С. Мархасиным, Л.Б. Кацнельсоном, Р.М. Кобелевой, Л.В. Никитиной, Ю.Л. Проценко, С.М. Руткевичем, О.Э. Соловьевой разработана математическая модель сокращения сердечной мышцы, включающая рециркуляцию кальция в саркоплазматическом ретикулуме, которая позволила воспроизводить одиночный цикл сокращение-расслабление миокарда и характеристики сокращений при различных частотах стимуляции. Создана модель мышечных дуплетов, которая дала возможность исследовать влияние механической неоднородности на активацию сокра-

тительных белков. Разработан метод «виртуальной мышцы», в котором одна из составляющих мышечного дуплета заменена ее математической моделью для изучения реакции в реальном масштабе времени на изменение параметров неоднородной миокардиальной системы. Полученные Екатеринбургским филиалом результаты исследований обобщены в монографии «Биомеханика неоднородного миокарда» [32]. Впервые показано, что механическая неоднородность на молекулярном, клеточном и органном уровнях существенно модулирует сократительную функцию миокарда, его энергетику и способность к расслаблению.

Клеточная и молекулярная иммунология. Биотехнология. Одним из научных направлений организованного Института физиологии была «Биотехнология биоконверсии целлюлозосодержащего сырья и физиологически активных соединений». По этой теме сотрудники группы биотехнологии в Институте биологии Коми филиала АН СССР разработали и апробировали схему очистки полиферментных систем из различных промышленных препаратов (целовридин ГХЗ, пектофоеитидин ГХЗ) на мембранных модульных установках (комплекты мембран типа УПМ и Биопор). Использование разработки в крупнотоннажном промышленном производстве давало возможность получать очищенные ферментные препараты целлюлаз, ксиланаз и пектиназ с высокими удельными активностями (А.С. Селиванов).

В июне 1994 г. по инициативе акад. Ю.С. Оводова в Институте физиологии был создан Отдел молекулярной иммунологии и биотехнологии. Сотрудники отдела изучают строение, структурно-химические характеристики, биологические функции и физиологическую активность пектиновых полисахаридов из растительного сырья, собранного на территории Республики Коми. Установлено, что пектиновые полисахариды обладают широким спектром иммуномодулирующей активности, обусловленной строением главной углеводной цепи и разветвленных областей макромолекулы [33]. Существенный вклад в становление и развитие клеточной и молекулярной иммунологии и биотехнологии внесли Р.Г. Оводова, С.В. Попов, В.В. Головченко, О.А. Бушнева, А.А. Шубаков, Е.А. Гюнтер, А.Я. Полле, П.А. Марков и др. Ими выявлено уникальное свойство пектинов – полипотентность структуры в отношении действия на иммунную систему, которое основано наличием в макромолекуле фрагментов, способных снижать или увеличивать иммунную реактивность.

Получен набор пектиновых полисахаридов с различным типом построения углеводной цепи. Обнаружена высокая противовоспалительная активность галактуронана, представляющего собой главную углеводную цепь всех пектинов. Разработан и запатентован способ получения активного галактуронана практически из любого растительного сырья. Показана высокая ценность пектиновых веществ в качестве лечебных пищевых волокон при использовании в пищевой промышленности и медицине.

Создана коллекция каллусных культур смолевки обыкновенной, ряски малой и пижмы обыкновенной.

венной, высокопродуктивных по биомассе и синтезируемым полисахаридам. Оптимизированы и запатентованы питательные среды для получения и культивирования каллусных культур. Впервые изучен качественный и количественный состав полисахаридов клеточных стенок полученных каллусных культур в сравнении с интактными растениями, и выявлена различная биосинтетическая активность клеточных линий.

Издание «Избранных трудов» акад. М.П.Рощевского в соавторстве с сотрудниками явилось логическим обобщением, осмыслением и подведением итогов фундаментальных исследований в области эволюционной электрокардиологии, физиологии сердца и северной экофизиологии [34]. Это послужит основой дальнейшего развития исследований, создания новых методов изучения структуры и функции миокарда в раскрытии основ жизни, адаптации, здоровья и деятельности человека на Севере.

В настоящее время ФИЦ Коми научный центр УрО РАН утвердил планы фундаментальных, поисковых и прикладных исследований в области физиологии сердца, экологической физиологии человека и животных на Севере и молекулярной физиологии и иммунологии, которые успешно развиваются в Институте физиологии:

– применение интегративного подхода в анализе физиологических процессов и их регуляции у живых существ на разных этапах эволюции при адаптации организма человека и животных к меняющимся условиям среды обитания и экстремальным воздействиям. Физиологические механизмы деятельности висцеральных систем. Молекулярные и клеточные основы электрофизиологии и гемодинамики;

– эволюционная, экологическая физиология, системы жизнеобеспечения и защиты человека. Механизмы острой и долговременной адаптации организма и его систем к предельным физическим нагрузкам, действию низких температур, гипоксии и комплексу экстремальных факторов внешней среды. Хронобиология человека на Севере;

– молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза. Физиология и биохимия микроорганизмов;

– молекулярная и клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий, биоинженерия, протеомика. Кривофизиология крови;

– структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, физиологическая активность углеводсодержащих биополимеров.

Таким образом, в период становления и развития физиологических исследований в Коми НЦ УрО РАН внесен существенный вклад в изучение фундаментальных и прикладных проблем физиологии. Достижения в области фундаментальной физиологии известны не только в России, но и получили широкое мировое признание. Достиженные успехи являются основой дальнейших перспективных исследований актуальных проблем современной физиологии.

Литература

1. *Рощевская И.М., Пшунетлева Е.А.* Институт физиологии // Коми научному центру УрО РАН – 60 лет. Сыктывкар, 2004. С. 96–126.
2. *Чермных Н.А.* Библиографический указатель работ по физиологии человека и животных сотрудников Коми филиала АН СССР, Коми научного центра Уральского отделения РАН (1954–2003 гг.). Сыктывкар, 2004. 316 с.
3. *Рощевский М.П.* Электрокардиология копытных животных. Л.: Наука, 1978. 168 с.
4. *Вопросы племенного дела в Коми АССР* / Под ред. П.П.Вавилова и др. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1960. 244 с.
5. *Василенко Т.Ф., Чермных Н.А. и др.* Основные итоги исследований в физиологии и биохимии продуктивных животных Севера (к 25-летию Института физиологии Коми НЦ УрО РАН) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2013. №4(16). С. 47–53.
6. *Кочанов Н.Е.* Кислотно-щелочное равновесие у жвачных животных. Л.: Наука, 1974. 184 с.
7. *Симаков А.Ф.* Обмен аминокислот в преджелудках лактирующих коров // Обмен веществ жвачных животных. Сыктывкар, 1989. С. 5–13. (Тр. Коми НЦ УрО АН СССР; № 105).
8. *Чалышев А.В.* Обмен ионов в преджелудках жвачных животных. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2005. 220 с.
9. *Василенко Т.Ф., Монгалёв Н.П., Чувьурова Н.И.* Физиология эстральной цикличности в репродуктивной функции коров. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 176 с.
10. *Чермных Н.А., Рощевский М.П., Новожилова Э.А.* Копытные животные в условиях Севера. Газоэнергетический обмен и сердечная деятельность. Л.: Наука, 1980. 173 с.
11. *Кочанов Н.Е., Иванова Г.М., Вебер А.Э., Симаков А.Ф.* Обмен веществ у диких жвачных животных (Северные олени и лоси). Л.: Наука, 1981. 192 с.
12. *Симаков А.Ф.* Пищеварение северного оленя. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1993. 104 с.
13. *Кочан Т.И.* Усвоение углеводов в различных отделах пищеварительного тракта коров в зависимости от условий кормления // Физиология пищеварения и репродукция жвачных животных. Сыктывкар, 1994. С. 31–38. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 137).
14. *Лосеферма на Печоре: История первой в мире фермы по одомашниванию лося* / Сост. И.Сивоха. Сыктывкар, 2011. 218 с.
15. *Чермных Н.А.* Энергетические связи – основа адаптационного процесса северного оленя // Влияние экологических факторов на продуктивность диких животных в экосистемах европейского Северо-Востока СССР. Сыктывкар, 1987. С. 115–126. (Тр. Коми НЦ УрО АН СССР; № 89).
16. *Чермных Н.А.* Экологическая физиология северного оленя. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 198 с.

17. *Chermnykh N.A., Roshchevsky M.P., Azarov J.E.* Cardiac reaction in the behavior of young moose // *J. Alces*. 1999. Vol. 35, N 2. P. 143–150.
18. *Евдокимов В.Г., Рогачевская О.В., Варламова Н.Г.* Моделирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 257 с.
19. *Кеткин А.Т., Евдокимов В.Г., Роцевский М.П.* Физиологическая оптимизация труда рабочих-лесозаготовителей. Сыктывкар, 1976. 56 с. (Сер. препринтов «Научные доклады»/ Коми филиал АН СССР; Вып. 23).
20. *Роцевский М.П., Евдокимов В.Г., Варламова Н.Г., Рогачевская О.В.* Сезонные и социальные влияния на кардиореспираторную систему жителей Севера // *Физиология человека*. 1995. Т. 21. № 6. С. 55–69.
21. *Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере/ А.В.Ткачев, Е.Р.Бойко, З.Д.Губкина, Е.Б.Раменская, С.Г.Суханов.* Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1992. 156 с.
22. *Иммунологическая реактивность и сердце/ Л.К.Добродеева, О.А.Миролюбова, И.И.Чернов, А.И.Шонбин.* Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2002. 264 с.
23. *Бойко Е.Р.* Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 191 с.
24. *Чермных Н.А.* Этнодемографическая оценка здоровья ижемских коми в XVIII–XX вв. Сыктывкар, 2002. 88 с.
25. *Роцевский М.П.* Электрическая активность сердца и методы съемки электрокардиограмм у крупного рогатого скота. Свердловск: Урал. НИИСХОЗ, 1958. 79 с.
26. *Роцевский М.П.* Эволюционная электрокардиология. Л.: Наука, 1972. 252 с.
27. *Роцевский М.П.* Физиологические основы электрокардиографии животных. М.; Л., 1965. С. 3–33; С. 51–54; С. 80–84.
28. *Шмаков Д.Н., Роцевский М.П.* Активация миокарда. Сыктывкар: Изд-во ИФ Коми НЦ УрО РАН, 1997. 167 с.
29. *Головко В.А.* Влияние ионов натрия и температуры на генерацию ритма сердца позвоночных. Электрофизиологические исследования. Л.: Наука, 1989. 152 с.
30. *Прошева В.И.* Функциональная специфичность пейсмерной системы сердца // *Успехи физиологических наук*. 1998. Т.29. №3. С.79–91.
31. *Роцевская И.М.* Кардиологическое поле тепловых животных и человека. СПб.: Наука. 2008. 250 с.
32. *Биомеханика неоднородного миокарда / В.С.Мархасин, Л.Б.Кацнельсон, Л.В.Никитина, Ю.Л.Проценко, С.М.Руткевич, О.Э.Соловьева, Г.П.Ясников.* Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 243 с.
33. *Оводов Ю.С., Головченко В.В., Гюнтер Е.А., Попов С.В.* Пектиновые вещества растений европейского Севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 105 с.
34. *Роцевский М.П.* Избранные труды. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2013. Т. I. 862 с.; 2013. Т. II. 864 с.; 2014. Т. III. 868 с.; 2017. Т. IV. 824 с.

References

1. *Roshevskaya I.M., Pshunetleva E.A.* Institute Fiziologii / Komi nauchnomu centru UrO RAN – 60 let [Institute of Physiology // The Komi Science Centre, Ural Branch, RAS is 60]. Syktyvkar. 2004. P. 96–126.
2. *Chermnykh N.A.* Bibliograficheskii ukazatel' rabot po fiziologii cheloveka i zhivotnykh sotrudnikov Komi filiala AN SSSR, Komi nauchnogo centra Uralskogo otdeleniya RAN (1954–2003) [Bibliographic index of works on human and animal physiology of employees of the Komi Branch, USSR Academy of Sciences, Komi Science Centre, Ural Branch, RAS (1954–2003)]. Syktyvkar, 2004. 316 p.
3. *Roshchevsky M.P.* Elektrokardiologiya kopytnykh zhivotnykh [Electrocardiology of ungulates]. Leningrad: Nauka. 1978. 168 p.
4. *Voprosy plemennogo dela v Komi ASSR* [Livestock problems in the Komi ASSR] / Eds. P.P.Vavilov et al. Syktyvkar, 1960. 244 p.
5. *Vasilenko T.F., Chermnykh N.A. et al.* Osnovnie itogi issledovaniy v fiziologii i biokhimmii produktivnykh zhivotnykh Severa [The main results of research in physiology and biochemistry of productive animals of the North (to the 25th anniversary of the Institute of Physiology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS)] // *Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*. 2013. No. 4(16). P. 47–53.
6. *Kochanov N.E.* Kislotno-schelochnoe ravnovesie u zhvachnykh zhivotnykh [Acid-base balance in ruminants]. Leningrad: Nauka, 1974. 184 p.
7. *Simakov A.F.* Obmen aminokislot v predzheludkakh laktiruyuschikh korov [Amino acid metabolism in lactating cows' rumen] // *Ruminant metabolism*. Syktyvkar, 1989. P. 5–13. (Proc. of the Komi Sci. Centre, Ural Branch, USSR Ac. Sci., № 105).
8. *Chalyshov A.V.* Obmen ionov v predzheludkakh zhvachnykh zhivotnykh [Ion exchange in ruminant rumen]. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2005. 220 p.
9. *Vasilenko T.F., Mongalev N.P., Chuvyurova N.I.* Fiziologiya estralnoi ciklichnosti v reproduktivnoi funkcii korov [Physiology of estrous cyclicity in the reproductive function in cows]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2011. 176 p.
10. *Chermnykh N.A., Roshchevsky M.P., Novozhilova E.A.* Kopytnye zhivotnye v usloviyakh Severa. Gazoenergeticheskii obmen i serdechnaya deyatelnost [Ungulates in the North. Gas and energy metabolism and cardiac activity]. Leningrad: Nauka, 1980. 173 p.
11. *Kochanov N.E., Ivanova G.M., Weber A.E., Simakov A.F.* Obmen veschestv u dikikh zhvachnykh zhivotnykh (severnii oleni i losi) [Metabolism in wild ruminants (reindeer and moose)]. Leningrad: Nauka, 1981. 192 p.
12. *Simakov A.F.* Pischevarenie severnogo olenya [Digestion of reindeer]. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 1993. 104 p.

13. *Kochan T.I.* Usvoenie uglevodov v razlichnykh otdelakh pischevaritelnogo trakta korov v zavisimosti ot uslovii kormleniya [Assimilation of carbohydrates in different parts of the digestive tract of cows depending on feeding conditions] // Digestion physiology and ruminant reproduction. Syktyvkar, 1994. P. 31–38. (Proc. of the Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. №. 137).
14. Loseferma na Pechore. Istoriya pervoi v mire fermy po odomashnivaniiu losya [Moose farm in Pechora. The history of the world's first elk domestication farm] / Compiled by I.Sivokha. Syktyvkar, 2011. 218 p.
15. *Chermnykh N.A.* Energeticheskie svyazi – osnova adaptacionnogo processa severnogo olenya // Vliyanie ekologicheskikh faktorov na produktivnost dikikh zivotnykh v ekosistemakh evropeiskogo Severo-Vostoka SSSR [Energy links are the basis of the reindeer adaptation process // Influence of environmental factors on the productivity of wild animals in the ecosystems of the European North-East of the USSR]. Syktyvkar, 1987. P. 115–126. (Proc. of the Komi Sci. Centre, Ural Branch, USSR Ac. Sci., №. 89).
16. *Chermnykh N.A.* Ekologicheskaya fiziologiya severnogo olenya [Ecological physiology of reindeer]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2008. 198 p.
17. *Chermnykh N.A., Roshchevsky M.P., Azarov Ya.E.* Cardiac reaction in the behavior of young moose // J. Alces. 1999. Vol. 35. № 2. P. 143–150.
18. *Evdokimov V.G., Rogachevskaya O.V., Varlamova N.G.* Modeliruyushee vliyanie faktorov Severa na kardiorespiratornyuyu sistemu cheloveka v ontogeneze [Modeling the influence of factors of the North on the cardiorespiratory system of man in ontogenesis]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2007. 257 p.
19. *Ketkin A.T., Evdokimov V.G., Roshchevsky M.P.* Fiziologicheskaya optimizatsiya truda rabochikh-lesozagotovitelei [Physiological optimization of labor of logging workers]. Syktyvkar, 1976. 56 p. (Series of preprints “Scientific reports” / Komi Branch, USSR Ac. Sci. Issue 23).
20. *Roshchevsky M.P., Evdokimov V.G., Varlamova N.G., Rogachevskaya O.V.* Sezonnii i socialnie vliyaniya na kardiorespiratornyuyu sistemu zhitelii Severa [Seasonal and social influences on the cardiorespiratory system of the inhabitants of the North] // Human Physiology. 1995. Vol. 21. № 6. P. 55–69.
21. *Endokrinnaya sistema i obmen veschestv u cheloveka na Severe* [The endocrine system and metabolism in humans in the North] / F.V.Tkachev, E.R.Bojko, Z.D.Gubkina, E.B.Ramenskaya, S.G.Sukhanov. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 1992. 156 p.
22. *Immunologicheskaya reaktivnost' i obmen veschestv* [Immunological reactivity and the heart]/ L.K.Dobrodeeva, O.A.Miroljubova, I.I.Chernov, A.N.Shonbin. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2002. 264 p.
23. *Boyko E.R.* Fiziologo-biohimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe [Physiological and biochemical bases of human activity in the North]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2005. 191 p.
24. *Chermnykh N.A.* Etnodemograficheskaya ocenka zdorov'ya izhems'kikh komi v XVIII-XX vekakh [Ethno-demographic health assessment of Izhma Komi in the XVIII–XX centuries]. Syktyvkar, 2002. 88 p.
25. *Roshchevsky M.P.* Elektricheskaya aktivnost serdca i metody s'emki elektrokardiogramm u krupnogo rogatogo skota [Electrical activity of the heart and methods of shooting of electrocardiograms in cattle]. Sverdlovsk: Ural. Res. Inst. of Agriculture, 1958. 79 p.
26. *Roshchevsky M.P.* Evolucionnaya elektrokardiologiya [Evolutionary electrocardiology]. Leningrad: Nauka. 1972. 252 p.
27. *Roshchevsky M.P.* Fiziologicheskii osnovy elektrokardiografii zivotnykh [Physiological bases of electrocardiography in animals]. Moscow – Leningrad, 1965. P. 3–33; P. 51–54; P. 80–84.
28. *Shmakov D.N., Roshchevsky M.P.* Aktivatsiya miokarda [Myocardial activation]. Syktyvkar: Inst. of Physiology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS Publ., 1997. 167 p.
29. *Golovko V.A.* Vliyanie ionov natriya i temperatury na generatsiyu ritma serdca pozvonochnykh [The influence of sodium ions and temperature on the generation of cardiac rhythm in vertebrates. Electrophysiological studies]. Leningrad: Nauka, 1989. 152 p.
30. *Prosheva V.I.* Funktsionalnaya spetsifichnost peismekernoi sistemy serdca [Functional specificity of cardiac pacemaker system] // Advances in physiological sciences. 1998. Vol.29. № 3. P.79–91.
31. *Roshchevskaya I.M.* Kardiologicheskoe pole serdca teplokrovnykh zivotnykh i cheloveka [Cardiac field of warm-blooded animals and humans]. St.Petersburg: Nauka. 2008. 250 p.
32. *Biomekhanika neodnorodnogo miokarda* [Biomechanics of heterogeneous myocardium] / V.S.Markhasin, L.B.Katsnelson, K.V.Nikitina, Yu.L.Protsenko, S.M.Rutkevich, O.E.Solovyova, G.P.Yasnikov. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 1999. 243 p.
33. *Ovodov Yu.S., Golovchenko V.V., Gunter E.A., Popov S.V.* Pektinovie veschestva rastenii evropeiskogo Severa Rossii [Pectic substances of plants of the European North of Russia]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2009. 105 p.
34. *Roshchevsky M.P.* Izbrannie trudy [Selected works]. Syktyvkar: 2000. Komi Republican printing house, 2013. Vol. I. 862 p.; 2013. Vol. II. 864 p.; 2014. Vol. III. 868 p.; 2017. Vol. IV. 824 p.

УДК 613.72;616.1

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-19-24

ВЛИЯНИЕ ШИРОТНОГО ФАКТОРА НА ОРГАНИЗМ ЛЫЖНИКОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Ю.Г. СОЛОНИН, Т.П. ЛОГИНОВА, А.А. ЧЕРНЫХ, И.О. ГАРНОВ, А.Л. МАРКОВ, О.И. ПАРШУКОВА, В.И. ПРОШЕВА, Н.Н. ПОТОЛИЦЫНА, Е.Р. БОЙКО

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

Обследованы лыжники, проживающие в различных климатических зонах Республики Коми. Между группами сравнения в покое не обнаружено антропометрических и физиологических различий. При велоэргометрической нагрузке 200 Вт у «северян» по сравнению с «южанами» выявлено статистически значимое увеличение «пульсовой» и «прессорной» стоимости нагрузки и сниженная эффективность кардиореспираторной системы по кислородному пульсу. При нагрузке «до отказа» у «северян» обнаружена более высокая «удельная пульсовая» и «прессорная» стоимость единицы мощности нагрузки. При этом они выполнили меньший объем работы и продемонстрировали статистически значимые более низкие уровни максимального потребления кислорода (МПК) и порог анаэробного обмена (ПАНО). Доказано, что широтный фактор проявляет свое влияние и на физически достаточно тренированных спортсменов-северян.

Ключевые слова: широтный фактор, Север, лыжники, велоэргометрические нагрузки, система дыхания, система кровообращения, МПК, ПАНО

YU.G.SOLONIN, T.P.LOGINOVA, A.A.CHERNYKH, I.O.GARNOV, A.L.MARKOV, O.I.PARSHUKOVA, V.I.PROSHEVA, N.N.POTOLITSYNA, E.R.BOJKO.
INFLUENCE OF LATITUDINAL FACTOR ON SKI RUNNERS OF THE KOMI REPUBLIC

To identify the possible influence of the latitudinal factor on the physically sufficiently trained athletes-northerners, we examined the team of ski runners of the Komi Republic living in the Far North regions ("northerners", n=10) and in areas equated to the Far North ("southerners", n=12). The examination was carried out at rest and with increasing "to exhaustion" loads on the Bicycle Ergometer. Parameters of the cardiorespiratory system were recorded using the "Oxycon Pro" system (Germany). No physiological differences were found between the comparison groups at rest. At the load of 200 W, the "northerners", compared to the "southerners", showed a significant increase in heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP) and double product (DP), higher "pulse cost" and "pressure cost" of physical load, and lower cardiorespiratory system performance by oxygen pulse (OP). At maximal load "to exhaustion" in the "southerners" we found greater changes in respiratory rate, respiratory minute volume (RMV), oxygen consumption (OC), energy costs as well as higher "specific respiratory cost per unit of physical load", while the "northerners" showed higher "pulse cost" and "pressure cost" "per unit of physical load". At the same time the "southerners" performed more physical work during the test, reached greater load capacity and demonstrated significantly higher levels of maximum oxygen consumption (MOC), MOC/kg body mass, and anaerobic metabolism threshold (AT). Thus, that in the "southerners" the respiratory type of adaptation prevails with the predominant expenditure of reserves of external respiration, while in the "northerners" – circulatory type of adaptation (with the predominant expenditure of reserves of the circulatory system). We concluded that the latitudinal factor showed its negative impact in highly trained athletes-northerners when, moving to the pole, the difference was only about 4 degrees latitude.

Keywords: latitudinal factor, the North, ski runners, bicycle ergometer test, respiratory system, circulatory system, maximal oxygen consumption, anaerobic threshold

Введение

В последние десятилетия в литературе не угасает интерес к изучению влияния географической широты на организм человека [1–3]. Это на-

правление в физиологии по аналогии с «высотной» физиологией одним из авторов настоящей статьи было предложено назвать как «широтная» физиология [1]. Широтный фактор определяется углом падения солнечных лучей и включает целый ряд

составляющих параметров среды: световой климат (инфракрасная, видимая и ультрафиолетовая радиация), температура почвы и окружающих предметов, температура и влажность воздуха, ветер, атмосферное давление, осадки, растительный покров и др. Широтные влияния на организм заметно проявляются при трансширотных перемещениях людей [4, 5]. Имеются сравнительные данные и об особенностях организма у постоянных жителей разных широт [6–8]. Пока нет исследований, показывающих влияние широтного фактора на организм физически тренированных спортсменов, родившихся и проживающих на разных широтах в пределах северных регионов.

Цель настоящей работы – сравнить физиологические показатели в покое и при ступенчато возрастающих «до отказа» велоэргометрических нагрузках у лыжников, проживающих в разных по степени суровости климатических зонах Республики Коми, для выявления возможного влияния широтного фактора на организм физически тренированных спортсменов, развивающих выносливость организма.

Материал и методы

Нами обследованы лыжники-гонщики мужского пола в возрасте от 15 до 19 лет, имеющие достаточно высокую физическую тренированность (1-й взрослый разряд), члены сборной команды Республики Коми. Для сравнения были выделены две группы: «южане» (12 чел., из них шесть коми и шесть русские) и «северяне» (10 чел., из них пять коми и пять русские). «Северяне» с рождения проживали в районах Крайнего Севера (Ижемский, Усть-Цилемский и другие районы – 65-66° с.ш.), а «южане» с рождения проживали в районах, приравненных к районам Крайнего Севера (г. Сыктывкар, Прилузский и другие районы – 61-62° с.ш.).

Обследование организовано в подготовительно-тренировочный период года у спортсменов в первой половине рабочего дня в условиях лаборатории в г.Сыктывкаре. От каждого было получено письменное информированное согласие на участие в тестировании. Протокол обследования одобрен локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН.

У спортсменов определяли показатели антропометрии (рост и вес), а частоту сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление – систолическое (СД) и диастолическое (ДД) – измеряли автоматическим прибором модели UA-767 (Япония). Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) и «двойное произведение» по Робинсону (ДП).

Участники были протестированы нагрузками «до отказа» на велоэргометре с помощью системы «Охусон Pro» (Германия) с регистрацией и расчетом кардиореспираторных показателей: ЧСС, СД, ДД, частота дыхания – ЧД, дыхательный объем – ДО, минутный объем дыхания – МОД, потребление кислорода – ПК, дыхательный коэффициент – ДК, энерготраты – ЭТ, кислородный пульс – КП, дыхательный эквивалент – ДЭ, коэффициент использования кислорода – КИО₂, коэффициент полезного

действия – КПД, максимальное потребление кислорода – МПК, порог анаэробного обмена – ПАО.

После 5-минутного пребывания в покое на велоэргометре лыжники выполняли 2-минутную работу мощностью 120 Вт с последующим ступенчатым приростом нагрузки на 40 Вт каждые 2 мин. при частоте педалирования 60 об/мин. Тест продолжался «до отказа».

Для сопоставимой оценки реакций организма лыжников на последней минуте нагрузки в пробе «до отказа» (поскольку конечная нагрузка была неодинаковой у разных спортсменов) нами введены понятия «удельной физиологической стоимости физической нагрузки» (пульсовой, прессорной, респираторной, вентиляционной, кислородной, энергетической), показатели которых получают путем деления абсолютных значений разных физиологических параметров при максимальной нагрузке на мощность механической работы. По нашему мнению, они позволяют судить во что обходится организму спортсмена единица мощности работы.

Забор крови для биохимического анализа осуществляли утром натощак из локтевой вены при помощи одноразовых систем фирмы «Greinerbio-one» (Австрия). В сыворотке крови с использованием наборов фирмы «Sentiheal» (Италия) измеряли концентрацию лактата. Уровень стабильных метаболитов оксида азота: нитриты (NO₂), нитраты (NO₃) и их сумму (NOx) определяли колориметрическим методом в реакции с реактивом Грисса [9].

Полученные материалы подвергнуты статистической обработке с помощью программ Statistica 6.0 и Biostat (версия 4.03) с проверкой вариационных рядов на характер распределения (по критерию Шапиро-Уилка). В таблицах (1–4) приведены средние арифметические величины со стандартными отклонениями (M±SD). Статистическую значимость различий между изучаемыми выборками по анализируемым показателям оценивали с помощью критерия Манна-Уитни. Различия между выборками «южан» и «северян» принимали статистически значимыми при P<0,05.

Результаты и обсуждение

Выборки «южан» и «северян» не различаются по возрасту и спортивному стажу, близки по росту, весу и ИМТ (см. табл. 1). По показателям кровообращения и дыхания в покое между группами не найдено заметных различий. Это касается как прямых, так и производных показателей, в том числе и показателей эффективности кардиореспираторной системы (КП и КИО₂).

Показатели в выборках при довольно значительной стандартной нагрузке (200 Вт) сопоставлены в табл. 2. При физической нагрузке выявляются различия между спортсменами, связанные с широтным фактором. У «северян» по сравнению с «южанами» статистически значимо выше ЧСС (в среднем на 19 уд/мин), ДП (в среднем на 40 усл. ед.) и статистически значимо ниже КП (в среднем на 3,0 мл/уд). Таким образом, параметры гемодинамики и КП, очевидно, связаны с широтным фактором. Можно сказать, что «гемодинамическая» («пульсовая» и

Таблица 1
Показатели антропометрии, кровообращения и дыхания в покое у лыжников

Table 1
Parameters of anthropometry, blood circulation and breathing at rest in ski runners (M±SD)

Показатели	«Южане» (n=12)	«Северяне» (n=10)	Уровень различий, P
Возраст, лет	16,4±1,80	16,3±1,80	>0,05
Спортивный стаж, лет	6,0±1,10	6,5±1,16	>0,05
Рост, см	175,9±4,01	172,5±3,66	>0,05
Вес, кг	70,1±4,39	65,9±5,59	>0,05
ИМТ, кг/м ²	22,6±0,90	22,1±1,26	>0,05
ЧСС, уд/мин	58±8,3	58±9,7	>0,05
СД, мм рт.ст.	118±8,6	122±14,2	>0,05
ДД, мм рт.ст.	75±9,3	79±9,1	>0,05
ДП, усл.ед.	68±11,7	71±13,5	>0,05
МОД, л	10,0±1,86	10,8±2,62	>0,05
ЧД в минуту	14,2±3,8	16,8±3,1	>0,05
ДО, мл	723±128	644±123	>0,05
ПК, мл/мин	350±59	364±101	>0,05
КП, мл/уд	6,0±1,69	6,4±2,46	>0,05
ДЭ	28,7±3,4	30,7±4,4	>0,05
КИО ₂ , мл/л	35,5±4,1	33,5±5,0	>0,05

Таблица 2
Показатели кровообращения, дыхания и энергетики у лыжников при нагрузке 200 Вт (M±SD)

Table 2
Parameters of blood circulation, breathing and energy in ski runners at a load of 200 W (M±SD)

Показатели	«Южане» (n=12)	«Северяне» (n=10)	Уровень различий, P
ЧСС, уд/мин	145±14,1	162±17,3	<0,02
СД, мм рт.ст.	167±12,1	174±7,9	>0,05
ДД, мм рт.ст.	70±9,6	65±14,2	>0,05
ДП, усл.ед.	242±17,9	282±19,5	<0,001
МОД, л	68,8±8,9	72,0±9,4	>0,05
ЧД в минуту	30,2±5,2	32,4±5,6	>0,05
ДО, мл	2310±290	2247±300	>0,05
ПК, мл/мин	2936±193	2802±129	>0,05
ДК	0,86±0,06	0,93±0,06	>0,05
ЭТ, кал/мин	14328±927	13885±666	>0,05
КП, мл/уд	20,5±2,28	17,5±2,37	<0,02
ДЭ	23,5±2,7	25,7±3,1	>0,05
КИО ₂ , мл/л	43,1±5,2	39,2±5,0	>0,05
КПД, %	20,1±0,96	20,6±1,04	>0,05

«прессорная») стоимость стандартной физической нагрузки выше у «северян». По остальным показателям кровообращения, дыхания, энергетики и КПД не найдено различий между выборками. При стандартной нагрузке 200 Вт у «южан» значения ПК составляют 61,8% от МПК, а у «северян» 70,2%. Это означает, что у «северян» в гораздо большей степени задействованы резервы кислородтранспортных систем.

Наряду с абсолютными значениями параметров, у спортсменов интересно сравнить и рабочие приросты физиологических показателей при нагрузке 200 Вт, поскольку при этом важна роль исходного состояния физиологических функций [10]. Они составили в среднем соответственно у «южан» и «северян»: ЧСС 150 и 179%, СД 43 и 45%, ДП 255 и 297%, МОД 588 и 566%, ЧД 112 и 93%, ДО 219 и 249%, ПК 739 и 670%, КП 241 и 173%. Следовательно, и по относительному приросту у «северян» по сравнению с «южанами» видна заметная прибавка «пульсовой» и «прессорной стоимости» физической нагрузки. По «респираторной» и «кислородной стоимости» выявляется противоположная тенденция, поскольку у «северян» приросты показателей дыхания (за исключением ДО) и ПК ниже выражены. Менее выраженный прирост КП у «северян» свидетельствует о более существенном снижении у них эффективности кардиореспираторной системы.

Показатели на последней минуте нагрузки «до отказа» и параметры физической работоспособности (МПК и ПАНО) представлены в табл. 3.

Таблица 3
Показатели кровообращения, дыхания и энергетики у лыжников при нагрузке «до отказа» (M±SD)

Table 3
Parameters of blood circulation, breathing and energy in ski runners under load «to exhaustion» (M±SD)

Показатели	«Южане» (n=12)	«Северяне» (n=10)	Уровень различий, P
Время нагрузки, мин	12,4±1,38	10,4±1,42	<0,001
Мощность нагрузки, Вт	353±32,5	312±40,1	<0,01
ЧСС, уд/мин	187±9,6	190±13,5	>0,05
СД, мм рт.ст.	185±10,3	179±20,5	>0,05
ДД, мм рт.ст.	67±16,9	63±18,3	>0,05
МОД, л	155,6±21,4	129,1±29,3	<0,02
ЧД в минуту	53,2±7,9	48,2±9,4	>0,05
ДО, мл	2953±342	2415±436	<0,02
ПК, мл/мин	4668±297	3930±436	<0,001
ДК	1,03±0,044	1,05±0,066	>0,05
ЭТ, кал/мин	23759±1577	20099±2376	<0,001
КП, мл/уд	25,0±2,80	20,8±2,68	<0,02
ДЭ	32,2±4,5	31,5±5,0	>0,05
КИО ₂ , мл/л	30,4±4,1	31,2±5,6	>0,05
КПД, %	21,4±1,3	22,2±1,5	>0,05
МПК, мл/мин	4752±290	3988±391	<0,001
МПК, мл/мин*кг	67,8±3,8	60,7±5,3	<0,001
ЧСС/мощность, уд/Вт	0,53±0,055	0,62±0,079	<0,01
СД/мощность, мм/Вт	0,52±0,055	0,59±0,082	<0,02
МОД/мощность, л/Вт	0,43±0,07	0,41±0,06	>0,05
ЧД/мощность, цикл/Вт	0,15±0,024	0,15±0,025	>0,05
ДО/мощность, мл/Вт	8,4±1,0	8,6±0,9	>0,05
ПК/мощность, мл/Вт	13,2±0,69	12,6±0,94	>0,05
ЭТ/мощность, кал/Вт	67,3±4,5	64,7±5,0	>0,05
ПК при ПАНО, мл/мин	4355±442	3474±420	<0,001
Нагрузка при ПАНО, Вт	316±33,2	275±38,8	<0,01
ЧСС при ПАНО, уд/мин	180±11,0	183±12,9	>0,05

У «северян» по сравнению с «южанами» статистически значимо меньше время выполнения теста на велоэргометре (в среднем на 2,0 мин), достигнутая мощность работы (в среднем на 41 Вт), МОД (в среднем на 26,5 л), ДО (в среднем на 538 мл), ПК (в

среднем на 738 мл/мин), ЭТ (в среднем на 3660 кал/мин), КП (в среднем на 4,2 мл/уд), МПК (в среднем на 764 мл/мин), МПК/кг (в среднем на 7,1 мл/мин*кг), ПК при ПАНО (в среднем на 881 мл/мин), нагрузка при ПАНО (в среднем на 41 Вт). В то же время у них статистически значимо выше отношение ЧСС/мощность (в среднем на 0,09 уд/Вт) и отношение СД/мощность (в среднем на 0,07 мм/Вт). В целом у «северян» на фоне меньшей по объему и мощности выполненной нагрузки ниже аэробный и анаэробный потолки, но выше «пульсовая» и «пресорная стойкость» единицы мощности работы. В большинстве случаев значения ДК у лыжников в тесте «до отказа» превышали единицу, что свидетельствует о преодолении большинством спортсменов респираторного анаэробного порога. Уровень ПАНО достигается у «южан» при ПК 91,6% от МПК, а у «северян» при ПК 87,1% от МПК, т.е. анаэробный порог у них наступает раньше, что говорит о более низком потолке переносимости нагрузки.

Значения КИО₂ и КПД при нагрузке 200 Вт у «южан» и «северян» близки. Однако при работе «до отказа» у всех лыжников КПД несколько увеличивается, а КИО₂ снижается.

Содержание лактата в крови в покое у «южан» и «северян» практически одинаково (табл. 4) и при нагрузке оно статистически значимо выше примерно в 4,3 раза. В покое концентрации метаболитов оксида азота в сыворотке крови у лыжников в сопоставляемых группах также не различались. При нагрузке в группе «южан» статистически значимо возросло содержание NOx и имела тенденция к увеличению NO₂ и NO₃. У «северян» при нагрузке имела лишь тенденция к снижению NOx и NO₃. При этом у «северян» при нагрузке по сравнению с «южанами» статистически значимо ниже содержание NOx и NO₃.

Таблица 4
Содержание лактата и метаболитов оксида азота у лыжников (M±SD)

Table 4
Content of lactate and nitric oxide metabolites in ski runners (M±SD)

Показатели	Состояние	«Южане» (n=12)	«Северяне» (n=10)	Уровень различий, P
Лактат, ммоль/л	Покой	1,6±0,27	1,9±0,60	>0,05
	Нагрузка	7,0±1,28*	8,0±0,94*	>0,05
NOx, ммоль/л	Покой	24,9±4,84	26,2±3,47	>0,05
	Нагрузка	31,2±5,19*	24,9±4,10	<0,002
NO ₂ , ммоль/л	Покой	11,6±4,15	12,8±3,16	>0,05
	Нагрузка	14,1±3,80	14,0±3,47	>0,05
NO ₃ , ммоль/л	Покой	13,4±4,84	13,4±2,65	>0,05
	Нагрузка	17,1±4,42	10,9±3,16	<0,001

Примечание: * – статистически значимые сдвиги показателей от покоя к нагрузке (P<0,01).

Note: * – asterisks indicate statistically significant changes in the parameters from rest to load (P<0,01).

Продоланное нами исследование организма физических достаточно тренированных лыжников (1-й разряд) на Европейском Севере показало, что если в покое две сопоставляемые выборки спортсменов близки друг к другу по антропометрическим и неко-

торым физиологическим показателям кровообращения и дыхания, а также биохимическим параметрам, то большие физические нагрузки как стандартные, так и нагрузки «до отказа» выявляют различия в организме «южан» и «северян», несомненно, связанные с широтным фактором. Интересной, на наш взгляд, находкой является тот факт, что у «южан» при максимальной нагрузке «до отказа» преобладает респираторный тип адаптации, направленный на расходование резервов в системе внешнего дыхания, а у «северян» как при стандартной, так и при максимальной нагрузках на первое место выступает циркуляторный тип адаптации с усиленным расходованием резервов в системе центральной гемодинамики.

Подтверждением влияния широтного фактора на организм спортсменов является тот факт, что у лыжников мужского пола на севере Тюменской области [11] уровень МПК невысок (в среднем 60,8 мл/мин*кг) и совпадает с его значениями у наших лыжников «северян».

Из литературы известно, что в норме при физических нагрузках система обмена оксида азота существенно активизируется [12,13]. Отсутствие такой реакции и даже тенденция к снижению NOx (P=0,08) и NO₃ (P=0,06) при велоэргометрическом тестировании у «северян» свидетельствуют о недостатках в системе продукции оксидов азота и об ухудшении адаптивных процессов организма при тренировке в условиях высоких широт.

Нам интересно было сравнить спортивную успешность лыжников из сопоставляемых выборок. На Всероссийских соревнованиях «Сыктывкарская лыжня» 28 ноября 2017 г. «южане» преодолели дистанцию 10 км в среднем за 27,63 мин, а «северяне» за 28,09 мин. Возникает вопрос – почему «северяне» с более низкими значениями МПК и ПАНО заметно не уступают «южанам» в беге на лыжах? Тут уместно привести следующие объяснения. Как известно из литературы [14], на многокилометровых дистанциях нагрузка у лыжников гораздо ниже МПК – у элитных спортсменов она не превышает 80–90% МПК. Это позволяет на дистанции соперничать лыжникам с разным уровнем МПК.

Увеличивающийся с продвижением на Север к полюсу дефицит тепла и света, воздействие других неблагоприятных факторов высоких широт [4,6,7] приводят к дополнительному напряжению организма спортсменов и интенсификации расходования физиологических резервов в одной из наиболее уязвимых для северян системе – кровообращения, ограничивают максимальные возможности организма при работе «до отказа». Не случайно у «северян» заметно снижена физическая работоспособность (по объему выполненной физической работы на велоэргометре и достигнутой мощности, значениям МПК и ПАНО).

Заключение

Таким образом, широтный фактор, определяемый целым комплексом климатических составляющих в пределах Европейского Севера, проявляет свое негативное влияние не только на организм

обычных жителей разных широт в пределах Севера [1,5,6], но и на организм физически достаточно тренированных лыжников при продвижении к полюсу всего на 4° географической широты (около 600 км). Ранее неоднократно было доказано, что у жителей Севера в связи с широтой и усилением холодного фактора возрастает смертность от болезней органов кровообращения [7]. А широтные влияния на сердечно-сосудистую заболеваемость проявляются даже в пределах США [2] и сказываются в целом на уровне здоровья по данным статистики ряда стран мира [8].

Работа выполнена в рамках базового бюджетного финансирования (№ ГР АААА-А17-117012310157-7).

Литература

1. Солонин Ю.Г. Гемодинамика, выносливость и психомоторика у жителей разных широт в контрастные периоды года // Физиология человека. 1996. Т. 22, № 3. С. 113–117.
2. Rich D.Q., Gaziano J.M., Kurth T. Geographic patterns in overall and specific cardiovascular disease incidence in apparently healthy men in the United States // Stroke. 2007. Vol. 38, № 8. P. 2221–2227.
3. Cabrera S., Benavente D., Alvo M., de Pablo P., Ferro C.J. Vitamin B12 deficiency is associated with geographical latitude and solar radiation in the older population // J. Photochem. Photobiol. B. 2014. Vol. 140. P. 8–13.
4. Кривошеков С.Г., Охотников С.В. Производственные миграции и здоровье человека на Севере. Москва-Новосибирск, 2000. 118 с.
5. Федотов Д.М., Мелькова Л.А., Подоплекин А.Н. Функциональное состояние организма человека при морских трансширотных рейсах в условиях Арктики // Журнал медико-биологических исследований. 2017. Т. 5. № 1. С. 37–47.
6. Сезонные аспекты оксидативного стресса у человека в условиях Севера / Е.Р.Бойко, В.Г.Евдокимов, Н.А.Вахнина, В.Д.Шадрина, Н.Н.Потолицына, Н.Г.Варламова, Т.И.Кочан, А.М.Канева, Ю.Г.Солонин, Т.П.Логинова, Т.В.Есева, О.В.Рогачевская, А.Ю.Людицина// Авиакосмическая и экологическая медицина. 2007. Т. 41. № 3. С.44–48.
7. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И., Артамонова М.В. Показатели смертности от болезней органов кровообращения в зависимости от среднегодовой температуры воздуха и географической широты проживания в РФ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6. С. 255–259.
8. Comparison of health examination survey methods in Brazil, Chile, Colombia, Mexico, England, Scotland and the USA/ J.S.Mindell, A.Moody, A.I.Vecino-Ortiz, T.Alfaro, P.Frenz, S.Scholes, S.A.Gonzales, P.Margozzini, C.de Oliveira, L.M.Sanches Romero, A.Alvarado, S.Cabrera, O.L.Sarmiento, C.A.Triana, S.Barquera//Am. J. Epidemiol. 2017. Vol.186. №6. P. 648–658.
9. Метельская В.А., Гуманова Н.Г. Скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в сыворотке крови // Клин. лаб. диагностика. 2005. № 6. С.15–18.
10. Солонин Ю.Г. Роль исходного состояния физиологических функций в реакциях на физическую нагрузку // Физиология человека. 1987. Т. 13. № 1. С.96–102.
11. Матвеева А.М. Функциональные особенности формирования спортивного перенапряжения у лыжников, тренирующихся в условиях Севера: Автореф. дис. канд. мед. наук. Тюмень: Тюменский госуниверситет, 2007. 26 с.
12. Манухина Е.Б., Мальшев И.Ю. Стресс-лимитирующая система оксида азота // Рос. физиол. журн. 2000. № 10. С.1283–1292.
13. Осипенко А. Роль системы оксида азота в процессах адаптации организма к физическим нагрузкам // Наука в олимпийском спорте (Украина). 2014. Вып. 1. С.23–30.
14. Сейлер С. Физиология лыжных гонок // Журнал XCSPORT.RU. http://www.xcспорт.ru/articles/articles_1535.html

References

1. Solonin Yu.G. Gemodinamika, vynoslivost' i psikhomotorika u zhitelei raznykh shirot v kontrastnye periody goda [Hemodynamics, endurance and psychomotorics in residents of different latitudes in contrast periods of the year] //Fiziologiya cheloveka [Human physiology]. 1996. Vol. 22. № 3. P. 113–117.
2. Rich D.Q., Gaziano J.M., Kurth T. Geographic patterns in overall and specific cardiovascular disease incidence in apparently healthy men in the United States // Stroke. 2007. Vol. 38. № 8. P. 2221–2227.
3. Cabrera S., Benavente D., Alvo M. de Pablo P., Ferro C.J. Vitamin B12 deficiency is associated with geographical latitude and solar radiation in the older population // J. Photochem. Photobiol. B. 2014. Vol. 140. P.8–13.
4. Krivoshechekov S.G., Okhotnikov S.V. Proizvodstvennyye migratsii i zdorov'e cheloveka na Severe [Production migration and human health in the North]. Moscow-Novosibirsk, 2000. 118 p.
5. Fedotov D.M., Mel'kova L.A., Podoplekin A.N. Funktsional'noe sostoyanie organizma cheloveka pri morskikh transshirotnykh reisakh v usloviyakh Arktiki [The Functional State of the Human Body During Translatitude Sea Voyages in the Arctic] //Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy [J. of biomedical research]. 2017. Vol. 5. № 1. P.37–47.
6. Sezonnnye aspekty oksidativnogo stressa u cheloveka v usloviyah Severa [Seasonal aspects of oxidative stress in humans in the North]/ E.R.Bojko, V.G.Evdokimov, N.A.Vakhnina. V.D.Shadrina, N.N.Potolitsyna, N.G.Varlamova, T.I.Kochan, A.M.Kaneva, Yu.G.Solonin,

- T.P. Loginova, T.V. Eseva. O.V. Rogachevskaya, A.Yu. Lyudinina. // *Aviakosmicheskaya i ehkologicheskaya medicina* [Aerospace and environmental medicine]. 2007. Vol. 41. № 3. P. 44–48.
7. *Khasnulin V.I., Gafarov V.V., Voevoda M.I., Artamonova M.V.* Pokazateli smernosti ot boleznei organov krovoobrashcheniya v zavisimosti ot srednegodovoi temperatury vozdukhа i geograficheskoi shirotы prozhivaniya v Rossii [Mortality from diseases of the cardiovascular system based on the average air temperature and residence geographical latitudes in Russia] // *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [Intern. J. of Appl. and Fundam. Res.]. 2015. №6. P.255–259.
 8. Comparison of health examination survey methods in Brazil, Chile, Colombia, Mexico, England, Scotland and the USA / J.S.Mindell, A.Moody, A.I.Vecino-Ortiz, T.Alfaro, P.Frenz, S.Scholes, S.A.Gonzales, P.Margozzini, de C.Oliveira, L.M. Sanches Romero, C.A.Triana, S.Barquera // *Am. J. Epidemiol*, 2017. Vol. 186. № 6. P. 648–658.
 9. *Metel'skaya V.A., Gumanova N.G.* Skrining-metod opredeleniya urovnya metabolitov oksida azota v syvorotke krovi [Screening method for determining the level of metabolites of nitric oxide in blood serum]// *Klin. lab. diagnostika* [Clinical laboratory diagnostics]. 2005. № 6. P. 15–18.
 10. *Solonin Yu.G.* Rol' iskhodnogo sostoyaniya fiziologicheskikh funktsiy v reaktsiyah na fizicheskuyu nagruzku [The Role of the Initial State of Physiological Functions in Reactions to Physical Load] // *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. 1987. Vol. 13. № 1. P. 96-102.
 11. *Matveeva A.M.* Funktsional'nye osobennosti formirovaniya sportivnogo perenapryazheniya u lyzhnikov, treniruyushchihsya v usloviyah Severa [Functional features of the formation of sports overstrain in skiers training in the conditions of the North]: Abstract of Diss... Cand.Sci. (Medicine). Tyumen: Tyumen State Univ., 2007. 26 p.
 12. *Manukhina E.B., Malyshev I.Yu.* Stress-limitiruyushchaya sistema oksida azota [Stress-limiting system of nitric oxide] // *Ros. fiziol. zhurn.* [Russian Physiol. J.]. 2000. № 10. P. 1283–1292.
 13. *Osipenko A.* Rol' sistemy oksida azota v processah adaptatsii organizma k fizicheskim nagruzkam [The role of the system of nitric oxide in the processes of adaptation of an organism to physical loads] // *Nauka v olimpijskom sporte* [Science in Olympic sports]. 2014. Issue 1. P. 23–30.
 14. *Seiler S.* Fiziologiya lyzhnykh gonok [The physiology of skiing]. *Journal XCSPORT.RU*. http://www.xcspport.ru/articles/articles_1535.html

Статья публикуется в авторской редакции

УДК 796/799:7967012.68
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-25-30

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПО ТРЕНИРОВОЧНЫМ ЗОНАМ У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Т.В.ЕСЕВА, Н.Г.ВАРЛАМОВА, Т.П.ЛОГИНОВА, Н.Н.ПОТОЛИЦЫНА, Е.Р.БОЙКО

*Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
Es_tat@mail.ru, nivarlam@physiol.komisc.ru, log73tag@yandex.ru, potol_nata@list.ru,
erbojko@physiol.komisc.ru*

Согласно тренировочным зонам, разработана оригинальная информативная форма заключения о физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов. Она включает кардиопульмональные показатели спортсмена, рассчитанные по данным теста «до отказа» на велоэргометрической установке «Охусон Про» (Jaeger, Германия). Форма заключения применяется на практике с 2013 г. и является эффективным инструментом коррекции тренировочного процесса и сведений о спортивной форме лыжников. В 2015 г. создана компьютерная программа для автоматизации процесса расчета показателей и занесения их в форму заключения.

Ключевые слова: тренировочные зоны, форма заключения, физическая работоспособность, компьютерная программа

T.V. ESEVA, N.G. VARLAMOVA, T.P. LOGINOVA, N.N. POTOLITSYNA, E.R. BOJKO. COMPUTER MODEL OF PRESENTATION OF THE MEDICAL EXAMINATION RESULTS ON THE TRAINING ZONES OF SKIERS-RACERS

The purpose of the work is to create an informative form of the conclusion about the training zones and physical working efficiency of an athlete.

Skiers-racers (n=68) performed the "breath-by-breath" test on the ergospirometric system "OxyconPro" (Jaeger, Germany). Throughout the test (25-30 min.), the system recorded heart rate, respiration frequency, O₂ consumption, CO₂ consumption. At the end of the test, the system formed the report.xls file which contains 23 indicators (actual and calculated) of the condition of the cardiorespiratory system of the subject. At each stage of the test, arterial blood pressure was measured and blood sampling was taken from the finger to determine the concentration of lactate and to control over the threshold of anaerobic oxidation.

The original informative form of presentation of "breath-by-breath" test results about the training zones and physical working capacity of athletes is developed. It consists of the following parts: 1 – with personal and anthropometric data; 2 – displays the process of recovery of an organism after loading; 3 – shows the individual characteristics of anaerobic threshold; 4 – is divided into training zones with corresponding actual indicators of heart rate (calculated from heart rate maximal), O₂ consumption, arterial blood pressure; 5 – the conclusion about the type of response to loading and recovery level after it. To automate the process of the analysis of the medical examination data, we developed a computer program "The form of delivery of the examination results of athletes on the OxyconPro system when testing "breath-by-breath".

The application of the developed form of presentation of the "breath-by-breath" test results in skiers-racers is in practice convenient and theoretically informative. It is an efficient instrument for the correction of the training process and the level of sports training of the athlete, allowing to control changes in the anaerobic threshold and training zones during the preparatory and competitive periods of the athlete and trainer.

Keywords: conclusion form, anaerobic threshold, training zones, physical working efficiency of an athlete, computer program

Введение

Точная оценка функционального состояния и аргументированный прогноз физиологических резервов организма спортсменов необходимы для

получения высоких соревновательных результатов [1–4]. Для этих целей применяют методы, включающие определение уровня физической работоспособности (PWC170), максимальных значений частоты сердечных сокращений (ЧСС) и макси-

мального потребления кислорода (МПК) [2,5,6], но в последнее время все большее внимание уделяется оценке уровня порога анаэробного обмена (ПАНО) [3,4,7,8].

Определение показателя ПАНО имеет ряд преимуществ по сравнению, например, с оценкой МПК или максимальной ЧСС, на которые оказывает влияние мотивация спортсмена, что может привести к неадекватному суждению о его физическом состоянии. Общепринятыми являются несколько методов оценки ПАНО. К инвазивным можно отнести определение уровня лактата [1, 5], рН или стандартных бикарбонатов плазмы крови, к косвенным (неинвазивным) методам – определение ПАНО по

ститута физиологии Коми научного центра УрО РАН инициативно ведется работа по оценке функционального состояния спортсменов высокой квалификации, в том числе участников сборных команд Республики Коми по лыжным гонкам.

В динамике непрерывной ступенчато повышающейся нагрузки лыжники-гонщики (n=68) выполняли тест «до отказа» в режиме «breath-by-breath» на эргоспирометрической системе «Oxycop Pro» (Jaeger, Германия). В начале тестирования проводилась врачебная беседа с объяснениями техники выполнения теста и оформлялось согласие пациента на обследование.

Дизайн обследования представлен на рис. 1.

		... ПАНО ...																					
W, Вт		0		120		160		200	 400													
\dot{V} , об/мин		60																					
Время, мин		2		3		1		3		5		7	 17		1		3		5			
Стадия обследования		покой		нагрузка										восстановление									
		лежа		сидя																			
💧 - забор крови, ♥ измерение АД		💧		♥		♥		♥		♥		♥		♥		♥		♥		♥		♥	

Рис. 1. Дизайн обследования.
 Pic. 1. The design of the medical examination.

«переломам» в графике прироста ЧСС-мощность нагрузки, ЧСС-легочная вентиляция, потребление O_2 -легочная вентиляция и потребление O_2 -выделение CO_2 (V-slope) [7, 9, 10]. Данные о ПАНО используются для построения тренировочного процесса: развития основных физических качеств (силы, скорости, выносливости, ловкости и координации и их комбинаций) [1, 4, 11, 12].

В зависимости от уровня аэробно-анаэробного перехода определяется диапазон значений ЧСС, называемый тренировочной зоной (ТЗ). Обычно в зависимости от вида спорта и специализации спортсмена выделяют от 4 до 7 ТЗ [13–16]. Однако для тренера и спортсмена важно не только определить ТЗ, но и предоставить наглядную и легко воспринимаемую визуальную информацию для дальнейшей работы, поскольку использование полученных данных в процессе управления тренировкой остается серьезной проблемой [17]. Существующие разнообразные формы представления результатов зачастую сложны и не всегда практичны, особенно для проведения этапного контроля на протяжении сезона.

В связи с этим целью настоящей работы было создание алгоритма представления наглядного, информативного и практически удобного протокола о результатах тестирования «до отказа» с выделением тренировочных зон, точно описывающих аэробную и анаэробную работоспособность спортсменов высокой квалификации.

Объект и методы исследования

В течение нескольких лет сотрудниками отдела экологической и медицинской физиологии Ин-

После периода покоя в положении лежа и сидя спортсмен начинал педалирование со скоростью 60 об/мин при «нулевой» нагрузке (стадия вработывания, 1 мин). Затем происходило автоматическое увеличение нагрузки до 120 Вт. Скорость педалирования на протяжении всего теста поддерживалась 60 об/мин. Длительность ступени нагрузки составляла 2 мин., шаг – 40 Вт, т.е. последующие 160, 200, 240 Вт и т.д. до остановки теста респондентом (до отказа). Тест заканчивался по первой просьбе обследуемого («до отказа») или по медицинским показаниям. После остановки теста показатели регистрировались на 1,-3,-5-й минутах восстановления. На перечисленных этапах у спортсмена измеряли АД методом Короткова с помощью механического прибора BP AG1-30B. В покое на стадии ПАНО (по показателям системы), на пике нагрузки и в конце периода восстановления производили забор крови из пальца с последующим определением концентрации лактата, осуществляя фактический контроль за ПАНО (рис.1). Уровень лактата вычисляли иммуноферментным методом наборами фирмы «Sentinel» (Италия) на анализаторе «ChemWell» (США). В конце теста эргоспирометрическая установка «Oxycop Pro» формирует файл «Report.xls», представляющий собой свод из 23-х показателей состояния кардиореспираторной системы обследуемого в режиме тестирования.

Результаты и обсуждение

Накопленный нами за период наблюдения материал объективно свидетельствует о наличии ряда проблем, препятствующих достижению стабильных высоких спортивных результатов членами

сборных Республики Коми. Одно из последних – отсутствие у тренеров оперативной и объективной информации, позволяющей быстро и целенаправленно проводить коррекцию тренировочного процесса в подготовительный и соревновательный периоды. Это и послужило мотивацией для настоящего исследования.

Анализ литературы и итоги собственных исследований позволили нам разработать форму представления результатов (рис. 2) [18, 19], а позднее компьютерную программу “Форма выдачи результатов обследования спортсменов на системе ОхусопPro при тестировании «до отказа»” (Свидетельство ГР № 2015661690 от 03.11.2015), которая автоматизировала процесс оформления результатов обследования.

тата, систолического и диастолического АД вводятся вручную с помощью подпрограммы, встроенной в «Форму выдачи...» (также вводятся все значения АД и лактата, регистрируемые в течение всего обследования).

Третий блок демонстрирует индивидуальные характеристики ПАНО: здесь отображаются данные по потреблению O₂, ЧСС и мощности работы из файла «Report.xls», а также выводится значение лактата при ПАНО.

Четвертый блок разделен на зоны, соответствующие классификации тренировочных нагрузок, принятых в спортивной практике [6, 12], рассчитанные по процентам от максимальной ЧСС: аэробные (начальная (50–60%), разминочно-восстановитель-



нагрузку «до отказа» (нормотонический, гипертонический, гипотонический, дистонический) и уровне восстановления после нее систолического, диастолического АД и ЧСС.

Таким образом, обследование начинается с занесения анкетных данных в систему (вручную). Далее выполняется тест «до отказа», при этом у обследуемого измеряются показатели систолического и диастолического АД на каждом этапе возрастающей нагрузки, и происходит забор капиллярной крови. После завершения теста «до отказа» значения АД и лактата с помощью подпрограммы вручную заносятся в систему. Далее компьютерная программа «Форма выдачи...» определяет расчетные показатели и организует их в разработанный нами протокол, который выдается тестируемому в конце обследования.

В целом применение разработанной нами формы представления результатов теста «до отказа» у лыжников-гонщиков практически удобно и теоретически информативно, она является эффективным вспомогательным инструментом коррекции тренировочного процесса. Форма протокола используется на практике с 2013 г., что, возможно, послужило одной из причин улучшения спортивных результатов команды республики по лыжным гонкам (рис. 3).

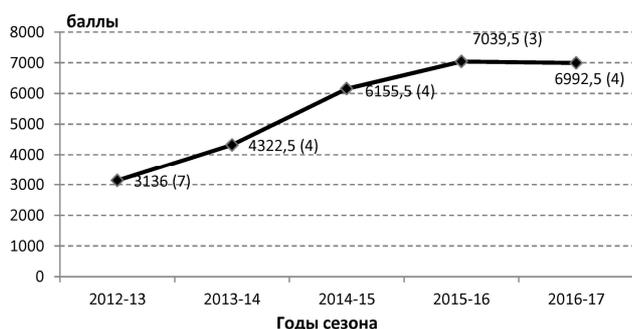


Рис. 3. Динамика рейтинга команды Республики Коми по лыжным гонкам (основная возрастная группа) среди субъектов Российской Федерации, проводимого Федерацией лыжных гонок: сумма набранных за сезон баллов и место по результатам (по данным с сайта <https://flgr-results.ru>).

Рис. 3. The dynamics of the ski racing team rating of the Komi Republic (the main age group) among the subjects of the Russian Federation held by the Ski Racing Federation: the amount of points scored for the season and the place according to the results (according to the website <https://flgr-results.ru>).

Заключение

Создана компьютерная модель, позволяющая наглядно и информативно представить результаты тестирования «до отказа» с выделением тренировочных зон, точно описывающих аэробную и анаэробную работоспособность спортсменов высокой квалификации.

Важнейшим итогом нашего исследования является создание простого и понятного для спортсменов и тренеров инструмента контроля порога ПАНО и зон работоспособности в динамике тренировочного процесса.

Литература

1. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. Мурманск: "Тулума", 2006. 160 с.
2. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е. Мониторинг сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте. М.:Триада-Х, 2011. 176 с.
3. Панков М.В. Исследование физической работоспособности и функционального состояния хоккеистов высокой квалификации в подготовительном периоде годичного цикла тренировки // Вестник спортивной науки. 2012. № 3. С.57–60.
4. Головачев А.И., Колыхматов В.И. Построение тренировочного процесса, направленного на развитие специальной выносливости лыжников-гонщиков высокой квалификации, специализирующихся в спринтерских видах гонок // Вестник спортивной науки. 2017. № 5. С.7–12.
5. Грушин А.А., Баталов А.Г., Сонькин В.Д. Функциональные показатели работоспособности и спортивный результат у элитных лыжников-гонщиков // Вестник спортивной науки. 2013. № 3. С.3–9.
6. Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Назаренко А.С. Уровень максимального потребления кислорода как показатель работоспособности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта // Практическая медицина. 2014. № 9(85). С.147–150.
7. Алтухов Н.Д., Александрова В.А., Волков Н.И., Шиян В.В. Сравнительный анализ способов определения порога анаэробного обмена в спорте // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. 2011. №3 (22). С.46–50.
8. *Determination of the anaerobic threshold by gas exchange: biochemical considerations, methodology and physiological effects* / K.Wasserman, W.W.Stringer, R.Casaburi, A.Koike, C.B. Cooper // *Z. Kardiologia*. 1994. Vol. 83. N 3. P.1–12.
9. *Siahkhouhian M., Meamarbashi A. Advanced methodological approach in determination of the heart rate deflection point: S.Dmax versus L.Dmax methods* // *J. Sports Med Phys Fitness*. 2013. N 53(1). P.27–33.
10. *Balady G.J., Arena, D.L., Sietsema R.K. Clinicians Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. A Scientific Statement From the American Heart Association* // *Circulation*. 2010. N 122. P.191–225.
11. *Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of Sport and Exercise - 3rd Ed.* NY: Human Kinetics, 2005. 577 p.
12. *Определение тренировочных зон частоты сердечных сокращений для спортсменов/ А.П.Ландырь, Е.Е.Ачкасов, О.Б.Добровольский, С.Д.Руненко, О.А. Султанова* // Спортивная медицина. 2013. № 1. С.40–45.
13. *Borresen J., Lambert M.I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: Mea-*

- surements and implications for monitoring training status // *Sports Med.* 2008. Vol. 38. P. 633–646.
14. *Курашвили В.А.* Количественные методы измерения тренировочных нагрузок // *Вестник спортивных инноваций.* 2015. №50 (50). С.1–5.
 15. *Duc S., Cassirame J., Durand F.* Physiology of Ski Mountaineering Racing // *Int. J. of Sports Med.* 2011. Vol. 32(11). P.856–863.
 16. *Formenti D., Rossi A., Calogiuri G. et al.* Exercise Intensity and Pacing Strategy of Cross-country Skiers during a 10 km Skating Simulated Race // *Research in sports medicine.* 2015. Vol.23 (2). P.126–139.
 17. *Радчик И.Ю., Кофман Л.Б., Курашвили В.А.* Цели и задачи информационно-аналитической деятельности в сфере спортивной науки // *Вестник спортивной науки.* 2013. № 5. С.31–35.
 18. *Определение интенсивности тренировочных зон и форма представления результатов у лыжников-гонщиков высокой квалификации/Н.Г.Варламова, Т.П.Логинова, Н.Н.Потолицына, Т.В.Есева, А.И.Ветров, А.В.Нутрихин, Е.Р.Бойко* // Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков и биатлонистов высокой квалификации: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам и биатлону. Смоленск, 2015. С. 39–42.
 19. *Форма представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков/Е.Р.Бойко, Т.В.Есева, Т.П.Логинова, Н.Г.Варламова, Н.Н.Потолицына* // Медико-физиологические основы спортивной деятельности на Севере: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Сыктывкар, 2017. С. 5–8.
 20. *She J., Ohyama Y., Wu M., Hashimoto H.* Development of electric cart for improving walking ability — application of control theory to assistive technology // *Sci. China Inf. Sci.* December 2017. Vol. 60 123201:1–123201:9. doi: 10.1007/s11432-017-9261-1.
 21. *Ignaszewski M., Lau B., Shannon W., Isserow S.* The science of exercise prescription: Martti Karvonen and his contributions // *British Columbia Med. J.* Jan/Feb 2017. Vol. 59. Issue 1. P.38–41.
- References**
1. *Yansen P.* ChSS, laktat i trenirovki na vynoslivost' [Heart rate, lactate and endurance trainings]. Murmansk: "Tuloma", 2006. 160 p.
 2. *Landyr' A.P., Achkasov E.E.* Monitoring serdechnoj dejatel'nosti v upravlenii trenirov ochnym processom v fizicheskoj kul'ture i sporte [Monitoring of cardiac activity in management of training process in physical culture and sports]. Moscow: Triada-X, 2011. 176 p.
 3. *Pankov M.V.* Issledovanie fizicheskoj rabotosposobnosti i funkcional'nogo sostojanija hokeistov vysokoj kvalifikacii v podgotovitel'nom periode godichnogo cikla trenirovki [Study of physical working efficiency and functional condition of hockey players of high qualification in the preparatory period of the annual training] // *Sports Science Bull.* 2012. № 3. P.57–60.
 4. *Golovachev A.I., Kolykhmatov V.I.* Postroenie trenirovochnogo processa, napravlennogo na razvitie special'noj vynoslivosti lyzhnikov-gonshhikov vysokoj kvalifikacii, specializirujushhija v sprinterskih vidah gonok [The creation of the training process aimed at the development of special endurance of the skiers-racers of high qualification specializing in sprint types of races] // *Sports Science Bull.* 2017. № 5. P.7–12.
 5. *Grushin A.A., Batalov A.G., Son'kin V.D.* Funkcional'nye pokazateli rabotosposobnosti i sportivnyj rezul'tat u jelitnyh lyzhnic-gonshhich [Functional indicators of working efficiency and sports result in elite skiers-racers] // *Sports Science Bull.* 2013. №. 3. P.3–9.
 6. *Rylova N.V., Biktimirova A.A., Nazarenko A.S.* Uroven' maksimal'nogo potreblenija kisloroda kak pokazatel' rabotosposobnosti sportsmenov, specializirujushhija v razlichnyh vidah sporta [The level of the maximum oxygen consumption as an indicator of efficiency of athletes specializing in various sports] // *Practical Med.* 2014. № 9(85). P.147–150.
 7. *Altukhov N.D., Aleksandrova V.A., Volkov N.I., Shiyan V.V.* Sravnitel'nyj analiz sposobov opredelenija poroga anaerobnogo obmena v sporte [Comparative analysis of ways of definition of the threshold of anaerobic metabolism in sports] // *Theory and practice of applied and extreme sports.* 2011. № 3(22). P.46–50.
 8. *Determination of the anaerobic threshold by gas exchange: biochemical considerations, methodology and physiological effects* / K.Wasserman, W.W.Stringer, R.Casaburi, A.Koike, C.B.Cooper. / *Kardiologiya* [Cardiology]. 1994. Vol.83. No. 3. P.1–12.
 9. *Siahkouhian M., Meamarbashi A.* Advanced methodological approach in determination of the heart rate deflection point: S.Dmax versus L.Dmax methods // *J. Sports Med Phys Fitness,* 2013. № 53(1). P.27–33.
 10. *Balady G.J., Arena R., Sietsema K.* Clinicians Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. A Scientific Statement From the American Heart Association / *Circulation.* 2010. № 122. P.191–225.
 11. *Wilmore J.H., Costill D.L.* Physiology of Sport and Exercise - 3rd Ed. NY: Human Kinetics, 2005. 577 p.
 12. *Opredelenie trenirovochnykh zon chastoty serdechnykh sokrashhenij dlja sportsmenov* [Determination of training zones of heart rate for athletes]/A.P.Landyr, E.E.Achkasov, O.B.Dobrovolsky, S.D.Runenko, O.A.Sultanova // *Sports Med.* 2013. № 1. P.40–45.
 13. *Borresen J., Lambert M.I.* Autonomic control of heart rate during and after exercise: Measurements and implications for monitoring training status // *Sports Med.,* 2008. № 38. P.633–646.

14. *Kurashvili V.A.* Kolichestvennye metody izmeneniya trenirovochnyh nagruzok [Quantitative methods of measurement of training loads] // Bull. of Sports Innovations. 2015. № 50(50). P.1–5.
15. *Duc S., Cassirame J., Durand F.* Physiology of Ski Mountaineering Racing // Intern. J. of Sports Med., 2011. Vol. 32(11). P.856–863.
16. *Formenti D., Rossi A., Calogiuri G. et al.* Exercise Intensity and Pacing Strategy of Cross-country Skiers during a 10 km Skating Simulated Race // Research in Sports Med. 2015. Vol. 23(2). P.126–139.
17. *Radchich I.Yu., Kofman L.B., Kurashvili V.A.* Celi i zadachi informacionno-analiticheskoy dejatel'nosti v sfere sportivnoj nauki [The purposes and problems of information and analytical activity in the sphere of sports science] // Sports Science Bull. 2013. № 5. P.31–35.
18. *Opredelenie intensivnosti trenirovochnyh zon i forma predstavlenija rezul'tatov u lyzhnikov-gonshhikov vysokoj kvalifikacii* // Aktual'nye voprosy podgotovki lyzhnikov-gonshhikov i biatlonistov vysokoj kvalifikacii [Definition of intensity of training zones and form of representation of results at skiers-racers of high qualification] / N.G. Varlamova, T.P. Logino-
va, N.N. Pitolitsyna, T.V. Eseva, A.I. Vetrov, A.V. Nutrtikhin, E.R. Bojko // Topical issues of training of skiers-racers and biathlonists of high qualification: Materials of the III All-Russian Sci.-Practical Conf. of Trainers in Cross-country Skiing and Biathlon. Smolensk, 2015. P.39–42.
19. *Forma predstavlenija rezul'tatov obsledovaniya po trenirovochnym zonam u lyzhnikov-gonshhikov* // Mediko-fiziologicheskie osnovy sportivnoj dejatel'nosti na Severe [The form of presentation of the examination results on training zones in skiers-racers] // Medical-Physiological Foundations of Sports Activity in the North]: // Materials of the II All-Russian Sci.-Practical Conf. Syktyvkar, 2017. P.5–8.
20. *She J., Ohyama Y., Wu M., Hashimoto H.* Development of electric cart for improving walking ability — application of control theory to assistive technology // Sci. China Inf. Sci. December 2017. Vol. 60. 123201:1–123201:9. doi: 10.1007/s11432-017-9261-1.
21. *Ignaszewski M., Lau B., Shannon W., Isserow S.* The science of exercise prescription: Martti Karvonen and his contributions // British Columbia Med. J. Jan/Feb 2017. Vol. 59. Issue 1. P.38–41.

Статья публикуется в авторской редакции

УКД: 612.171.1

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-31-35

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ АКТИВАЦИИ МИОКАРДА ЖЕЛУДОЧКА АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA MARISALBI*)

М.А. ВАЙКШНОРАЙТЕ, В.А. ВИТЯЗЕВ, Я.Э. АЗАРОВ

*Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
m.vaykshnorayte@mail.ru*

Проведены электрофизиологические исследования с целью установления последовательности деполяризации интрамуральных слоев миокарда желудочка сердца атлантической трески (*Gadus morhua marisalbi*, n=5) при температуре 12°C. Частота сердечных сокращений сердца трески – 34±5 уд./мин. Первые очаги активации миокарда появляются в субэпикардальных слоях возле атриовентрикулярного отверстия, а поздние – в субэпикардальных слоях верхушки. Волна возбуждения в миокарде желудочка трески движется от зоны атриовентрикулярного отверстия к области верхушки (p<0.05) и от эндокарда к эпикарду (p<0.05), формируя апикобазальный и трансмуральный градиенты активации миокарда, соответственно. Глобальная дисперсия активации составляет 39 (34; 42) мс.

Ключевые слова: активация, апикобазальный градиент, трансмуральный градиент, сердце, атлантическая треска

M.A. VAYKSHNORAYTE, V.A. VITYAZEV, YA.E. AZAROV. THE SEQUENCE OF ACTIVATION OF VENTRICULAR MYOCARDIUM IN ATLANTIC COD (*GADUS MORHUA MARISALBI*)

Electrophysiological studies were carried out to establish the sequence of depolarization of intramural layers of ventricular myocardium of the Atlantic cod (*Gadus morhua marisalbi*, n = 5) at 12°C. The heart rate of cod is 34 ± 5 bpm. The first foci of myocardial activation appear in the subendocardial layers near the atrioventricular orifice, and the later - in the subepicardial layers of the apex. The excitation wave in the myocardium of cod ventricle moves from the zone of atrioventricular orifice to the region of the apex (p <0.05), and from the endocardium to the epicardium (p <0.05), forming apicobasal and transmural gradients of myocardial activation, respectively. The global variance of activation is 39 (34; 42) ms.

Keywords: activation, apicobasal gradient, transmural gradient, heart, Atlantic cod

Введение

Для рыб вследствие слабого развития проводящей системы [1–3] характерен «последовательный» тип активации миокарда – с медленным распространением волны возбуждения в желудочке сердца [4]. В исследованиях на рыбах-хищниках – щука (*Esox lucius*), хариус (*Thymallus thymallus*) – установлено, что ранние очаги активации находятся в субэпикардальных слоях задней стенки основания желудочка, а поздние – в субэпикардальных слоях верхушки и передней стенки основания сердца; движение волны активации в большинстве зон миокарда – вдоль стенок желудочка от основания к верхушке [4]. Известно, что на активацию миокарда влияет не только организация желудочковой проводящей системы, но и строение миокардиального слоя стенки желудочка. Показано, что рыбы в связи с адаптацией к разному образу жизни (активные и малоактивные) имеют: 1) разную форму желудочка сердца (цилиндрическую, мешкооб-

разную и пирамидальную) [5]; 2) разную толщину компактного слоя миокарда и тип коронарного кровоснабжения [6–8]. Типы макроскопической организации желудочка коррелируют с двигательной активностью рыб. Пирамидальные желудочки характерны для рыб с активным образом жизни, относительно высоким сердечным выбросом и стенкой желудочка смешанного строения, состоящей из губчатого и компактного миокарда. Стенка желудочка с мешкообразной и цилиндрической формой, как правило, имеет только губчатый миокард и встречается у костистых малоподвижных рыб [9, 10]. Связь формы желудочка и строения его стенки с последовательностью его электрической активации мало изучена. Однако к настоящему времени исследованы некоторые закономерности активации желудочка разных рыб. Установлено, что эпикардиально-эндокардиальный (трансмуральный) градиент во времени активации миокарда у щук, как типичного представителя «активных» рыб, присутствует только в области, вблизи атриовентрикуляр-

ного (АВ) соединения желудочка [11, 12]. У карпа, ведущего «малоактивный образ жизни», имеющего пирамидальный желудочек, но с крайне слабо развитым слоем компактного миокарда [5], трансмуральный градиент времени активации существует и в области верхушки, и в области основания желудочка [13]. Показано, что длительность потенциала действия в желудочке малоподвижного карпа больше, чем у щуки или форели [14]. Таким образом, при сходных типах макроскопической организации желудочка рыб возможны различные варианты паттерна активации.

Известно, что треска ведет донный образ жизни, в то же время предпринимает длительные сезонные миграции, заставляющие стаи рыб преодолевать расстояния до 1,5 тыс. км от нерестилищ до мест откорма. Известно, что желудочек сердца «активной» трески, как у щуки и карпа, имеет пирамидальную форму. Однако не изучены особенности активации желудочка у этого вида рыб.

Целью исследования явилось установление последовательности деполяризации в интрамуральных слоях желудочка сердца атлантической трески.

Материал и методы

Работа проводилась в сентябре на Беломорской биостанции им. Н.А.Перцова биофака МГУ им. М.В.Ломоносова. Электрофизиологические исследования проводены на сердце атлантической трески *in situ* (*Gadus morhua marisalbi*, n=5, масса 310±145 гр.) при температуре 12°C, что является физиологической нормой для животных в данное время года, так как соответствует температуре акклиматизации [15]. Для проведения экспериментов животных обездвигивали, жизнедеятельность поддерживали, осуществляя искусственную перфузию жабр морской водой.

Регистрация электрофизиологических показателей производилась с помощью 128-канальной компьютерной картографической установки (полоса пропускания 0,05–1000 Гц, частота дискретизации 4000 Гц, динамический диапазон входных сигналов от ±10 мВ до ±100 мВ, уровень шума не более ±10 мкВ, разрешающая способность от 10 до 100 мкВ на один разряд аналого-цифрового преобразования). Регистрацию интрамуральных электрограмм (ЭГ) желудочка сердца трески осуществляли при помощи трех интрамуральных игольчатых электродов (далее «игла») [16]. В качестве индифферентного электрода использовали объединенный электрод по Вильсону от трех удаленных от сердца точек на поверхности тела. Иглы вводили перпендикулярно стенке желудочка (рис.1, А, Б): в область «основания» желудочка, которой считали зону соединения желудочка с луковицей аорты (игла №1); в область вблизи атриовентрикулярного канала (игла №2); в апикальную область («верхушка») желудочка (игла №3). Каждая интрамуральная игла состояла из металлического основания, на который были намотаны изолированные (ПЭВ-2) медные провода (0,07мм). На каждой игле располагались восемь регистрирующих макроэлектродов, рав-

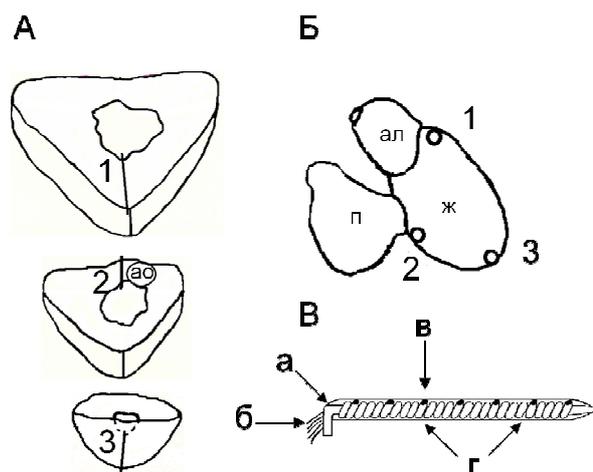


Рис.1. Схема расположения интрамуральных игл в толще миокарда (А) и на эпикарде желудочка (Б); схема строения интрамурального игольчатого электрода (В) [3].

1, 2, 3 – номера иглолок, ао – атриовентрикулярное отверстие, п – предсердие, ж – желудочек, ал – артериальная луковица, а – металлическая основа (стальная проволока, 0,17–0,20мм), б – микропровода (изолированные (ПЭВ-2) медные провода), в – электродная бляшка, г – эпоксидная смола.

Fig.1. Scheme of intramural needles location in the myocardium thickness (А) and on the ventricular epicardium (В). Scheme of intramural needle electrode (В) [3].

1, 2, 3 – numbers of needles, ао – atrioventricular orifice, п – atrium, ж – ventricle, ал – arterial bulb, а – metal base (steel wire, 0.17-0.20 mm); б – micro-wires (insulated (PEV-2) copper wires), в – electrode plaque, г – epoxy resin.

номерно распределенных по ее длине (рис. 1, В). Длина интрамуральной иглы зависела от толщины стенки желудочка трески (от 3,5 до 4 мм). Субэпикардальные электрограммы регистрировали от двух первых электродов на игле, а субэндокардиальные – от двух последних электродов, остальные четыре служили для отведения интрамиокардиальных ЭГ (рис. 1, В). Одновременно с желудочковыми электрограммами регистрировали ЭКГ от поверхности тела в отведениях, соответствующих отведениям от конечностей человека.

Время деполяризации (момент прихода волны возбуждения в точку регистрации) определяли по времени минимума первой производной потенциала по времени в период комплекса QRS униполярной ЭГ [11]. Глобальную дисперсию активации рассчитывали как разность между максимальным и минимальным значением времени деполяризации из всех зарегистрированных желудочковых ЭГ в желудочке. Трансмуральный градиент активации определяли как интервал времени между моментами активации субэндокарда и субэпикарда, апико-базальный градиент – как интервал времени между моментами активации А-В соединения и моментом активации верхушки желудочка.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программ BIostat 4.03, SPSS. Для сравнения значений использовали непарамет-

рический критерий Уилкоксона, критерий Фридмана с поправкой Ньюмена-Кейсла, различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В наших экспериментах частота сердечных сокращений у трески составляла 34 ± 5 уд./мин ($n=5$) при температуре воды 12°C . Длительности электрокардиографических интервалов (медиана и интерквартильный интервал, IQR): QRS комплекс - 52 (IQR 49-53) мс, QT- 574 (IQR 536-602) мс. Продолжительность комплексов QRS у разных видов рыб неодинакова, что отражает различное время охвата возбуждением желудочка вследствие различий в размерах сердца: у хариусов *Thymallus thymallus* – 71 мс, у щук *Esox lucius* – 94 мс [4], у рыб *Danio rerio* – 14 [3], у карпа *Cyprinus carpio* – 79 (72; 85) мс [13].

Начальный желудочковый комплекс электрокардиограммы (ЭКГ) у трески в отведении по продольной оси сердца представлен положительным зубцом R (рис. 2, А), также как и у щук [12] и окуней *Perca fluviatilis* [17], но не у карпа. Начальная желудочковая активность у карпа в отведении голова-хвост представлена отрицательным зубцом QS [13].

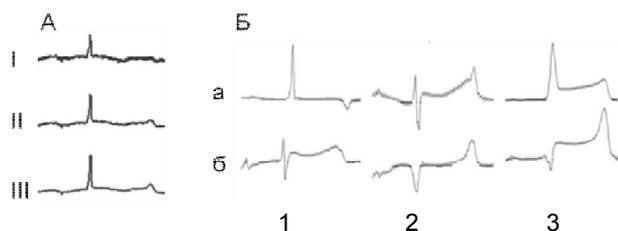


Рис. 2. Репрезентативная электрокардиограмма трески. А – (I, II, III – отведения), Б – репрезентативные электрограммы миокарда желудочка сердца трески, субэпикард (а), субэндокард (б); 1, 2, 3 – номера иглолек (см. рис. 1).

Fig. 2. Representative cod electrocardiogram. А – (I, II, III – leads), Б – representative electrograms of ventricular myocardium in cod, subepicardium (а), subendocardium (б); 1, 2, 3 – numbers of needles (see Fig 1.).

Вблизи АВ-соединения (рис. 2, Б, позиция 2) внеклеточные потенциалы представлены отрицательными комплексами, а в зонах позднего возбуждения – положительными (рис. 2, Б, позиции 1 и 3). Глобальная дисперсия активации составляет 39 (34; 42) мс. Первые очаги активации желудочка сердца трески, как и у ранее исследованных рыб [4, 11, 12, 13, 18] появляются в субэндокардиальных слоях возле атриовентрикулярного канала, а позднее – в субэпикардиальных слоях верхушки желудочка. Волна активации в миокарде желудочка трески движется от зоны АВ-соединения к верхушке и основанию (аортальному отверстию) желудочка, и от эндокарда к эпикарду. На эпикарде желудочка как между зоной вокруг атриовентрикулярного канала и верхушкой желудочка, так и между зоной основания и верхушкой существует значимая разница во времени возбуждения (см. таблицу). Во всех областях миокарда желудочка присутствует зна-

Длительность активации миокарда желудочка трески при температуре 12°C ,

Me (25%; 75%), мс

The duration of activation of the ventricular myocardium of cod at a temperature of 12°C (*Me (25%; 75%), ms*)

Области желудка	Область атриовентрикулярного отверстия	Область соединения желудочка с артериальной луковицей	Область верхушки
Субэпикард	40 (34;47)	13 (10;17) *#	40 (38;46)
Субэндокард	27 (22;35)	10 (8;11) *#	26 (21;32)
P	0.016	нз	0.016

Примечание: сравнение между значениями в области соединения желудочка с луковицей аорты и значениями в области атриовентрикулярного отверстия (*) и со значениями в области верхушки (#) – $p < 0.05$, нз – незначимые различия.

Note: The comparison between the values in the junction of the ventricle and the bulb of aorta and the values in the area of atrioventricular orifice (*) and with the values in the apex area (#), $p < 0.05$, нз – non-significant differences.

чимый трансмуральный градиент активации, медиана которого составляет 13 (IQR 12-15) мс. Следовательно, у трески, как и у карпа [13], трансмуральный градиент времени активации миокарда существует во всех исследованных областях миокарда, в отличие от щук, у которых он обнаружен только в области АВ-соединения [11, 12]. Показано, что наличие трансмурального градиента у карпа может быть связано с особенностями строения стенки желудочка [19]. В совокупности данные, полученные в настоящем исследовании и предыдущих работах, показывают, что наличие трансмурального градиента активации в большей части желудочка ассоциировано с малоподвижным образом жизни рыбы. Исследование строения стенки желудочка сердца трески могло бы прояснить механизмы и роль градиентов активации в желудочке рыб.

Заключение

Таким образом, показано, что последовательность распространения волны возбуждения в миокарде желудочка трески характеризуется общим направлением от атриовентрикулярного отверстия к верхушке и к зоне соединения желудочка с аортальной луковицей (основанием желудочка), а также от эндокарда к эпикарду.

Авторы выражают благодарность за возможность проведения работы на Беломорской биологической станции им. Н.А.Перцова биофака МГУ им. М.В.Ломоносова и предоставленное для экспериментов оборудование (директор станции – проф. А.Б.Цетлин, доц. Д.В.Абрамочкин).

Работа выполнена в рамках темы «Сравнительно-физиологическое исследование пространственно-временной организации электрофизиологических процессов и сократимости миокарда позвоночных животных (№ ГР АААА-А17-1170123

10154-6) по Программе ФНИ на 2013–2020 гг. и в рамках Комплексной программы УрО РАН №ГР АААА-А18-118012290365-2 (2018–2020).

Литература

1. *Dillon S., Morad M.* A new Laser scanning system for measuring action potential propagation in the heart. *Science*. 1981. Vol. 214. No. 4519. P. 453–456.
2. *Hu N., Sedmera D., Yost H.J., Clarc E.B.* Structure and function of the developing zebrafish heart. *Anat. Rec.* 2000. Vol. 260. P. 148–157.
3. *Sedmera D., Reckova M., DeAlmeida A., Sedmerova M. et al.* Functional and morphological evidence for a ventricular conduction system in zebrafish and *Xenopus* hearts // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2003. Vol. 284. P. 1152–1160.
4. *Шмаков Д.Н., Роцевский М.П.* Активация миокарда / Институт физиологии Коми научного центра УрО РАН. Сыктывкар, 1997. 165 с.
5. *Santer R.M.* Morphology and innervation of the fish heart//*Adv.Anat. Embryol. Cell.Biol.* 1985. Vol. 89. P. 100–102.
6. *Ostadal B., Ostadalova I., Dhalla N.S.* Development of cardiac sensitivity to oxygen deficiency: comparative and ontogenetic aspects// *Physiol. Rev.* 1999. Vol. 79. P. 635–659.
7. *Ostadal B., Rychter Z., Poupa O.* Comparative aspects of the development of the terminal vascular bed in the myocardium // *Physiol. Bohemoslov.* 1970. Vol. 19. P. 1–7.
8. *Tota B.* Vascular and metabolic zonation in the ventricular myocardium of mammals and fishes // *Comp.Biochem.Physiol.* 1983. Vol. 76A. P. 423–438.
9. *Santer R.M., GreerWalker M., Emerson L., Witthames P.R.* On the morphology of the heart ventricle in marine teleost fish (Teleostei) // *Comp. Biochem. Physiol.* 1983. Vol. 76. P. 453–459.
10. *Simxes K., Vicentini C.A., Orsi A.M., Cruz C.* Myoarchitecture and vasculature of the heart ventricle in some fresh water teleosts // *J. Anat.* 2002. Vol. 200. P. 467–475.
11. *Последовательность реполяризации миокарда желудочка щук* / М.А.Вайкшнорайте, А.С. Цветкова, В.А. Витязев, Я.Э. Азаров, Д.Н.Шмаков // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* 2009. Т.95. № 2. С. 116–122.
12. *The contribution of ventricular apicobasal and transmural repolarization patterns to the development of the T wave body surface potentials in frogs (Rana temporaria) and pike (Esox lucius)*/М.А.Vaykshnorayte, J.E.Azarov, A.S.Tsvetkova, V.A.Vityazev, A.O.Ovechkin, D.N.Shmakov // *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* 2011. Vol. 159. № 1. P. 39–45.
13. *Вайкшнорайте М.А.* Последовательность активации миокарда желудочка карпа (*Cyprinus carpio*) // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* 2018. Т. 104. № 2. С. 238–244.
14. *Кузьмин В.С., Абрамочкин Д.В., Тарасова О.С., Ловать М.Л.* Практические задачи по физиологии морских животных: учебное пособие. М.: Университетская книга, 2014. 188 с.
15. *Лукьянов А.Н., Сухова Г.С., Удельнов М.Г.* Локализация и структурно-функциональная организация пейсмекера сердца трески // *Журн. эволюционной биохимии и физиологии.* 1983. Т. 3. С. 231–236.
16. *Патент. Российская Федерация.* №2167599/ В.А.Витязев, Д.Н.Шмаков. Способ изготовления игольчатого электрода. Бюл. №15. 2001.
17. *Вайкшнорайте М.А., Цветкова А.С., Витязев В.А., Азаров Я.Э.* Зависимость последовательности реполяризации от последовательности активации на фрагменте эпикарда желудочка окуня (*Perca fluviatilis*) // *Основные проблемы естественных и математических наук: Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции.* Волгоград, 2017. №4. 28 с.
18. *Кардиоэлектрическое поле на эпикарде и поверхности тела щук в период деполяризации и реполяризации миокарда желудочка*/ М.А.Вайкшнорайте, А.С.Белоголова, В.А.Витязев, Я.Э.Азаров, Д.Н. Шмаков // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* 2007. Т.93. № 8. P. 870–877.
19. *Kochová P., Cimrman R., Štengl M., Ošřádal B., Tonar Z.* A mathematical model of the carp heart ventricle during the cardiac cycle // *J. Theor. Biol.* 2015. Vol. 373. P. 12–25.

References

1. *Dillon S., Morad M.* A new Laser scanning system for measuring action potential propagation in the heart. *Science*. 1981. Vol. 214. No. 4519. P. 453–456.
2. *Hu N., Sedmera D., Yost H.J., Clarc E.B.* Structure and function of the developing zebrafish heart. *Anat. Rec.* 2000. Vol. 260. P. 148–157.
3. *Sedmera D., Reckova M., DeAlmeida A., Sedmerova M. et al.* Functional and morphological evidence for a ventricular conduction system in zebrafish and *Xenopus* hearts // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2003. Vol. 284. P. 1152–1160.
4. *Shmakov D.N, Roshchevsky M.P.* Aktivaciya miokarda. [Activation of the myocardium] / *Inst. of Physiology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. Syktyvkar, 1997.* 165 p.
5. *Santer R.M.* Morphology and innervation of the fish heart//*Adv.Anat. Embryol. Cell. Biol.* 1985. Vol. 89. P. 100–102.
6. *Ostadal B., Ostadalova I., Dhalla N.S.* Development of cardiac sensitivity to oxygen deficiency: comparative and ontogenetic aspects. *Physiol. Rev.* 1999. Vol. 79. P. 635–659.
7. *Ostadal B., Rychter Z., Poupa O.* Comparative aspects of the development of the terminal vascular bed in the myocardium // *Physiol.Bohemoslov.* 1970. Vol. 19. P. 1–7.
8. *Tota B.* Vascular and metabolic zonation in the ventricular myocardium of mammals and

- fishes // *Comp. Biochem. Physiol.* 1983. Vol. 76A. P. 423–438.
9. *Santer R.M., Greer-Walker M., Emerson L., Witherthames P.R.* On the morphology of the heart ventricle in marine teleost fish (Teleostei) // *Comp. Biochem. Physiol.* 1983. Vol. 76. P. 453–459.
 10. *Simxes K., Vicentini C.A., Orsi A.M., Cruz C.* Myoarchitecture and vasculature of the heart ventricle in some fresh water teleosts // *J. Anat.* 2002. Vol. 200. P. 467–475.
 11. *Posledovatel'nost' repolyarizacii miokarda zheludochka shchuk* [Sequence of repolarization of ventricular myocardium in pike] / M.A.Vaykshnorayte, A.S.Tsvetkova, V.A.Vityazev, Ya.E.Azarov, D.N.Shmakov // *I.M.Sechenov Russ. Physiol. J.* 2009. Vol. 95. № 2. P. 116–122.
 12. *The contribution of ventricular apicobasal and transmural repolarization patterns to the development of the T wave body surface potentials in frogs (Rana temporaria) and pike (Esox lucius)* / M.A.Vaykshnorayte, Ya.E.Azarov, A.S.Tsvetkova, V.A.Vityazev, A.O.Ovechkin, D.N.Shmakov. // *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.* 2011. Vol. 159. № 1. P. 39–45.
 13. *Vaykshnorayte M.A.* Posledovatel'nost' aktivacii miokarda zheludochka karpa (*Syprinus carpio*) [The sequence of activation of ventricular myocardium in carp (*Cyprinus carpio*)] // *I.M.Sechenov Russ. Physiol. J.* 2018. Vol.104. № 2. P. 238–244.
 14. *Kuzmin V.S., Abramochkin D.V., Tarasova O.S., Lovat' M.L.* Prakticheskie zadachi po fiziologii morskikh zhivotnykh: uchebnoe posobie [Practical tasks in the physiology of marine animals: manual]. Moscow: University Book Publ., 2014. 188 p.
 15. *Lukyanov A.N., Sukhova G.S., Udelnov M.G.* Lokalizaciya i strukturno-funktional'naya organizaciya pejsmekera serdca treski [Localization and structural and functional organization of pacemaker in cod's heart] // *J. of Evol. Biochem. and Physiol.* 1983. Vol. 3. P. 231–236.
 16. *Patent. RF. No.2167599/V.A.Vityazev, D.N.Shmakov.* Sposob izgotovleniya igol'chatogo elektroda [Method of making a needle electrode]. Bull. №15. 2001.
 17. *Vaykshnorayte M.A., Tsvetkova A.S., Vityazev V.A., Azarov J.E., Zavisimost' posledovatel'nosti repolyarizacii ot posledovatel'nosti aktivacii na fragmente epikarda zheludochka okunya (Perca fluviatilis)* [Dependence of the repolarization sequence on the activation sequence on the fragment of the pericardial ventricle epicardium (*Perca fluviatilis*)] // Basic problems of natural and mathematical sciences / Collection of sci. papers on the results of the intern. sci. and pract. conference. Volgograd, 2017. № 4. 28 p.
 18. *Kardioelektricheskoe pole na epikarde i poverhnosti tela shchuk v period depolyarizacii i repolyarizacii miokarda zheludochka* [Cardioelectric field on the epicardium and body surface of pike during the depolarization and repolarization of the ventricular myocardium] / M.A.Vaykshnorayte, A.S.Belogolova, V.A.Vityazev, Ya.E.Azarov, D.N.Shmakov // *I.M.Sechenov Russ. Physiol. J.* 2007. Vol.93. № 8. P. 870–877.
 19. *Kochová P., Cimrman R., Štengl M., Ošťádal B., Tonar Z.* A mathematical model of the carp heart ventricle during the cardiac cycle // *J. Theor. Biol.* 2015. Vol. 373. P. 12–25.

УДК 612.39, 159.9.072.52, 303.2
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-36-41

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕРОЦЕПТИВНОГО ОЩУЩЕНИЯ СЫТОСТИ

В.В. СМИРНОВ, А.С. ПОЛУГРУДОВ, С.В. ПОПОВ

*Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
smirnov@physiol.komisc.ru*

Исследованы надежность и валидность измерения сытости у здоровых людей ($n = 35$), часть из которых ($n = 19$) прошла ознакомление с условиями проведения тестирования (обучение). Установлено, что ощущения полноты желудка и сытости повторяются в более высокой степени, чем таковые голода и желания есть. Обученные участники давали более точную оценку желанию есть и сытости, чем необученные. Выявлено, что у обученных ощущение полноты желудка и сытости коррелируют с количеством съеденного, тогда как у необученных участников только ощущение полноты желудка. Таким образом, в условиях обучения субъективные данные об ощущении полноты желудка и чувстве сытости могут быть надежно измерены.

Ключевые слова: потребление пищи, ощущение сытости, повторяемость результатов, валидность измерения, обучение

V.V. SMIRNOV, A.S. POLUGRUDOV, S.V. POPOV. DETERMINATION OF THE INTEROCEPTIVE FEELING OF SATIETY

The repeatability and validity of the satiety measurement were studied in healthy people ($n = 35$), some of which ($n = 19$) had been familiarized with the testing conditions (training). The coefficient of repeatability (CR) of subjective assessments of hunger, fullness of the stomach, desire to eat, and satiety, as well as the relationship (r) of these estimates with the amount of *ad libitum* test meal, were determined using the double testing in trained and untrained participants. It is established that the feeling of fullness of the stomach and satiety is repeated to a higher degree ($CR = 14$ mm) than those of hunger and desire to eat ($CR = 24$ and 26 mm, respectively). Trained participants gave a more accurate assessment of the desire to eat and satiety than the untrained ones ($CR = 33$ vs. 19 and 16 vs. 12 mm, respectively). It was revealed that in trained participants the feeling of fullness of the stomach and satiety correlates with the amount of meal eaten ($r = -0.54$ and -0.55 , respectively), whereas in untrained participants only the feeling of fullness of the stomach ($r = -0.50$). Thus, in the conditions of training, subjective data on the feeling of fullness of the stomach and satiety can be reliably measured.

Keywords: food intake, satiety, repeatability of results, validity of measurement, training

Введение

Аппетит принято рассматривать как две последовательно сменяющиеся стадии насыщения и сытости [1]. Насыщение ведет к прекращению приема пищи и определяет количество съеденного, а сытость подавляет голод и влияет на последующий прием пищи. Оба показателя взаимосвязаны и вместе характеризуют валидность измерения аппетита [2].

Для определения сытости используются такие interoцептивные ощущения, как голод, полнота желудка, желание есть, сытость и жажда, которые могут быть измерены субъективно с помощью визуально-аналоговой шкалы. С помощью повторного тестирования (тест-ретест) показано, что данные субъективные оценки хорошо повторяются (надежны) и взаимосвязаны с количеством съеденного *ad libitum* (валидны) [3]. Следует отметить, что

обучение участников исследования увеличивает согласованность субъективных оценок между людьми [4]. Однако влияние обучения на надежность и валидность измерения ощущения сытости не показано.

Цель настоящего исследования – определение надежности и валидности измерения interoцептивного ощущения сытости у здоровых людей в зависимости от их подготовки (обучения).

Материал и методы

Исследование проводилось с октября по ноябрь 2017 г. На основании анкетирования из 99 респондентов-жителей г. Сыктывкара 43 чел. были включены в группу добровольцев. 56 чел. исключены, как сообщившие хотя бы об одном критерии исключения, к которым относятся: курение, употребление алкоголя чаще пяти раз в неделю, про-

фессиональное занятие спортом, индекс массы тела ниже 18 или выше 30 кг/м², сменный или ночной режим труда, текущая беременность или кормление грудью, наличие хронических заболеваний и прием лекарств, прохождение хирургических операций в течение последних двух лет, непереносимость отдельных продуктов питания, вегетарианство, а также соблюдение диеты и изменение массы тела более чем на 3 кг за последние три месяца. Кроме того, были исключены люди, которые имеют ограничительный тип пищевого поведения согласно Голландскому опроснику пищевого поведения (более 2,9 и 3,4 баллов у мужчин и женщин, соответственно) [5]. Восемь человек не смогли принять участие в исследовании по личным причинам. Таким образом, группу исследуемых составили 35 чел.

Все участники прошли двукратное тестирование с интервалом в 1–2 недели в отдельном помещении с соблюдением требований ГОСТ ISO 8589-2014 [6] по уровню освещенности, шума и вентиляции. Перед тестированием люди ознакомились с протоколом исследования и подписали информированное согласие, которое было одобрено комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН.

Протокол исследования (рис. 1) составлен в согласии с рекомендациями, разработанными для определения сытости и насыщения [1]. В дни тестирования участники ели обычный завтрак, количество и время которого контролировали с помощью дневника питания. Через 3–4 часа после завтрака они приходили в институт, где получали тестовый обед. Предварительно людей опрашивали, подходят ли им указанные продукты. Состав продуктов

(62–67% энергетической ценности обеда), обеспечивая потребление 531–570 ккал из белков, жиров и углеводов, соответственно (табл. 1). Как было установлено ранее, люди перестают есть основное блюдо (пиццу) в том числе из-за снижения аппетита, вызванного уменьшением вкуса (сенсорное насыщение). Поэтому после приема пиццы участники имели возможность употребить продукт с другим вкусом (йогурт).

По количеству съеденной пиццы и йогурта оценивали насыщение (ккал), так как эти продукты люди ели по желанию, до «чувства приятной полноты». Во время всего обеда участники имели свободный доступ к негазированной минеральной воде. Количество съеденного и выпитого вычисляли на весах с точностью до 0,1 г. Субъективные ощущения сытости определяли с помощью визуально-аналоговой шкалы общепринятым способом [3]. Опросник включал пять вертикальных (10 см) линий с названиями: «голод», «полнота желудка», «желание есть», «сытость» и «жажда». Около нижнего и верхнего краев линий находились подписи «ничуть» и «чрезмерно». Участники ставили отметку на линии в соответствии с уровнем текущего ощущения.

Разделение на обученных и необученных сделано на основании участия людей в предыдущих исследованиях. Для необученных данное исследование было первым (тест) и вторым (ретест) тестированием подобного рода в жизни. Обученные прошли подготовку, заключающуюся в адаптации к условиям проведения тестирования, а также в ознакомлении с методами субъективной оценки ощущений голода, сытости, полноты желудка и жажды, а также вкусовых и текстурных свойств пищи. В результате обученные и необу-

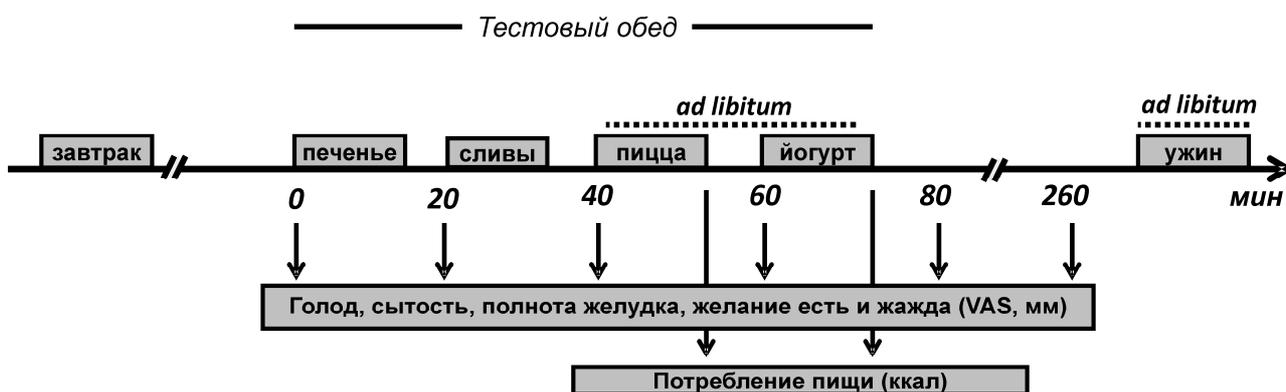


Рис.1. Протокол исследования (объяснение в тексте).
Fig.1. Study protocol (explanation in the text).

сформирован таким образом, чтобы выровнять исходный уровень сытости исследуемых, обеспечить привычное потребление энергии, макронутриентов и пищевых волокон, а также учесть влияние сенсорного насыщения. Для того чтобы выровнять исходный уровень сытости, исследуемые получали индивидуальную порцию печенья, рассчитанную исходя из базового уровня метаболизма каждого человека. Сливы и пицца составляли основной прием пищи

участники прошли два и четыре тестирования, соответственно.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США), нормальность распределения – с помощью *W*-критерия Шапиро-Уилка. Данные представляли в виде среднего арифметического ± стандартное отклонение (σ). Для панельных данных (субъективных ощущений) рассчи-

Таблица 1
Макронутриентный состав и энергетическая
ценность тестового обеда

Table 1
Macronutrient composition and energy value
of a test lunch

Наименование	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Печенье сдобное*	7,5	17,0	65,0	440
Сливы сорта Венгерка	0,7	0,3	11,0	46
Пицца Маргарита**	8,1	5,9	21,4	173
Йогурт с отрубями и злаками**	3,9	2,9	13,8	95
Йогурт с вишней**	3,9	2,9	14,8	101
Йогурт с черносливом**	3,9	2,9	13,2	93

Примечания: * – 6 % от суточной физиологической потребности в энергии с учетом массы и роста тела, возраста, пола и физической активности (множитель – 1,6) участника; ** – *ad libitum*.

Notes: * – 6 % of the daily physiological energy requirement, taking into account the weight and height of the body, age, sex and physical activity of the participant (multiplier – 1,6); ** – *ad libitum*.

тывали среднее значение оценок по всем временным точкам (0, 20, 40, 60, 80 и 260 мин).

Различия субъективных показателей у мужчин и женщин, обученных и необученных оценивали с помощью факторного дисперсионного анализа. Различия групп по половому признаку определяли с помощью критерия хи-квадрат, различия между двумя тестированиями – с помощью *W*-критерия Вилкоксона. Межиндивидуальную вариабельность результатов оценивали с помощью коэффициента вариации. Различия считали значимыми при $p \leq 0,05$.

Повторяемость результатов оценивали с помощью предела повторяемости ($d = 2 \cdot \sigma$), коэффициента интраиндивидуальной вариабельности и коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Коэффициент интраиндивидуальной вариабельности результатов рассчитывали по формуле, предложенной ранее [3]. Минимальный объем выборки для выявления 10 %-ного эффекта определяли с помощью номограммы Альтмана [7] при статистической мощности 0,8 и уровне значимости 0,05. Величину минимального эффекта при фактическом объеме выборки рассчитывали обратным способом. Валидность измерения сытости оценивали с помощью корреляционного анализа между средними значениями субъективных оценок до еды (0, 20 и 40 мин) и количеством съеденной пиццы и йогурта.

Результаты и обсуждение

Возраст, рост, масса тела и индекс массы тела участников представлены в табл. 2. Установлено, что мужчины и женщины отличались по росту и массе тела ($p < 0,001$).

Таблица 2
Общая характеристика
участников тестирования*

Table 2
Characteristics of test participants*

Группа	Объем выборки**, чел.	Возраст, лет	Масса тела, кг	Рост, м	Индекс массы тела, кг/м ²
Все	35	30,4±8,9	62,6±9,8	1,67±0,10	22,5±2,1
Мужчины	11	26,0±4,6	72,2±8,2	1,78±0,05	22,6±2,0
Женщины	24	32,4±9,7	58,1±7,0	1,61±0,05	22,4±2,2
Необученные	16 (6)	30,9±11,4	61,7±9,1	1,66±0,11	22,2±1,9
Обученные	19 (5)	29,9±6,4	63,3±10,6	1,67±0,09	22,7±2,3

Примечания: * – результаты представлены в виде среднего ± стандартное отклонение; ** – в скобках показано количество мужчин.

Notes: * – the results are presented as mean ± standard deviation; ** – number of men is shown in parentheses.

Группы обученных и необученных участников не отличались по антропометрическим показателям и половому признаку ($p > 0,05$).

Показано, что исследуемые потребляли одинаковое количество пищи, выраженное в количестве потребленной энергии (ккал), в первый и во второй дни тестирования. За сутки мужчины и женщины получали с пищей в среднем 2755 и 1730 ккал, соответственно. На долю завтрака, обеда и ужина приходилось 18, 42 и 40 % от суточной энергетической потребности участников, соответственно. Количество съеденного на завтрак, обед и ужин было одинаковым в дни тестирования ($p > 0,05$).

С помощью факторного дисперсионного анализа сравнили влияние пола и обучения на потребление пищи *ad libitum* (пиццы и йогурта) во второй день тестирования. Обнаружено, что мужчины съедали в 1,6 раза больше пиццы и йогурта, чем женщины (12,8 vs. 8,1 ккал/кг массы тела в сутки, $F_{1,27} = 10,2$, $p = 0,004$). Влияние обучения на потребление пищи зависело от пола. Показано, что обучение снижает количество съеденного в 1,6 раза у мужчин (15,5 vs. 9,6), но не женщин (7,7 vs. 8,4 ккал/кг массы тела в сутки, $F_{1,27} = 3,6$, $p = 0,04$). По-видимому, неодинаковое влияние обучения на потребление пищи мужчинами и женщинами обусловлено различием в адаптации к условиям проведения эксперимента.

Повторяемость данных при определении количества съеденного *ad libitum* оценивалась по трем показателям: пределу повторяемости (d), коэффициенту интраиндивидуальной вариабельности ($CV_{\text{инт}}$) и коэффициенту корреляции тест-ретест (r). Выявлено, что повторяемость данных зависит от пола и обучения. Женщины имели более высокую повторяемость данных, чем мужчины (табл. 3). Согласно данным Gregersen с соавт. [8], которые определяли потребление пищи *ad libitum* у мужчин, повторяе-

Таблица 3

Повторяемость данных, расчетные значения объема выборки и величины эффекта при определении потребления пиццы и йогурта

Table 3

Repeatability data, calculated values of the sample size and the effect value in determining the intake of pizza and yogurt

Группа	Объем выборки, чел.	Потребление пиццы и йогурта, ккал*			Показатели повторяемости**			Минимальный объем выборки, чел.	Минимальная величина эффекта, ккал
		Тест	Ретест	Средние различия	d, ккал	CV _{инт} , %	r***		
Все	35	598±298	604±361	6	415	24	0,81	73	98
Мужчины	11	812±357	907±460	95	622	26	0,75	80	263
Женщины	24	500±210	465±192	-35	253	19	0,83	42	72
Необученные	16	652±347	670±450	18	574	30	0,76	116	201
Обученные	19	554±251	549±265	-5	223	14	0,90	25	71

Примечания: * – результаты представлены в виде среднего ± стандартное отклонение; ** – используемые сокращения: d – предел повторяемости, CV_{инт} – интраиндивидуальный коэффициент вариации, r – коэффициент корреляции тест-ретест; *** – все коэффициенты корреляции значимы (p < 0,001).

Notes: * – the results are presented as mean ± standard deviation; ** – abbreviations used: d – the coefficient of repeatability, CV_{int} – intra-individual coefficient of variation, r – correlation coefficient test-retest; *** – all correlation coefficients are significant (p < 0,001).

мость данных выше по сравнению с полученными нами (CV_{инт} = 14,5 vs. 26 %), что, по-видимому, связано с большим объемом выборки (n = 23 vs. 11). Тем не менее, после многократного тестирования (обучения) повторяемость данных в нашем эксперименте увеличилась как у мужчин, так и женщин (данные не показаны). Из табл. 3 видно, что показатели повторяемости выше у обученных людей. На основании полученных данных рассчитано, что обученные позволяют выявить разницу в потреблении пищи в 71 ккал при парном сравнении. Рассчитанное значение минимального объема выборки совпадает с расчетами (n = 26), полученными Gregerson с соавт. [8]. Таким образом, показано, что достаточная повторяемость результатов измерения потребления пищи *ad libitum* достигается после обучения.

Как и ожидалось, во время приема пищи чувство голода и желание есть снижаются, а ощущение полноты желудка и чувство сытости повышаются (рис. 2). Чувство жажды сохранялось на низком

уровне, так как участники имели свободный доступ к воде. Выявлено, что голод и желание есть выше во второй тестовой обед, чем в первый, так как средние значения оценок увеличились на 10 (p < 0,0001) и 6 мм (p < 0,05), соответственно. Полнота желудка, сытость и жажда не изменились на второй день тестирования (p > 0,05). Полученные данные свидетельствуют о низкой повторяемости таких ощущений, как голод и желание есть. Действительно, было установлено, что полнота желудка и сытость повторяются в более высокой степени (d = 14 мм, CV_{инт} = 9 %, r = 0,82 и 0,84, соответственно), чем голод и желание есть (d = 24 и 26 мм, CV_{инт} = 32 и 26 %, r = 0,45 и 0,88, соответственно). Полученные данные сопоставимы с результатами Flint с соавт. [3], которые продемонстрировали более высокую повторяемость оценок полноты желудка и сытости (r = 0,81 и 0,73, соответственно), чем голода (r = 0,61).

Показано, что обучение увеличивает повторяемость ряда субъективных оценок (табл. 4). Обу-

Таблица 4

Влияние обучения на повторяемость субъективных оценок сытости¹

Table 4

Effect of training on the repeatability of subjective estimates of satiety¹

Ощущение	Показатели повторяемости ²						Минимальный объем выборки, чел.	
	d, мм		CV _{инт} , %		r ³		необучен.	обучен.
	необучен.	обучен.	необучен.	обучен.	необучен.	обучен.		
Голод	23	26	27	37	0,50*	0,32	74	136
Полнота желудка	12	16	8	10	0,86***	0,64**	10	14
Желание есть	33	19	29	22	0,37	0,54*	124	55
Сытость	16	12	11	7	0,74**	0,85***	19	8
Жажда	82	78	26	24	0,94***	0,82***	111	94

Примечания: ¹ – расчеты произведены для усредненных оценок; ² – используемые сокращения: d – предел повторяемости, CV_{инт} – интраиндивидуальный коэффициент вариации, r – коэффициент корреляции тест-ретест; ³ – значимость коэффициента корреляции: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Notes: ¹ – calculations are made for the averaged estimates; ² – abbreviations used: d – the coefficient of repeatability, CV_{int} – intra-individual coefficient of variation, r – correlation coefficient test-retest; ³ – significance of correlation coefficient: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001.

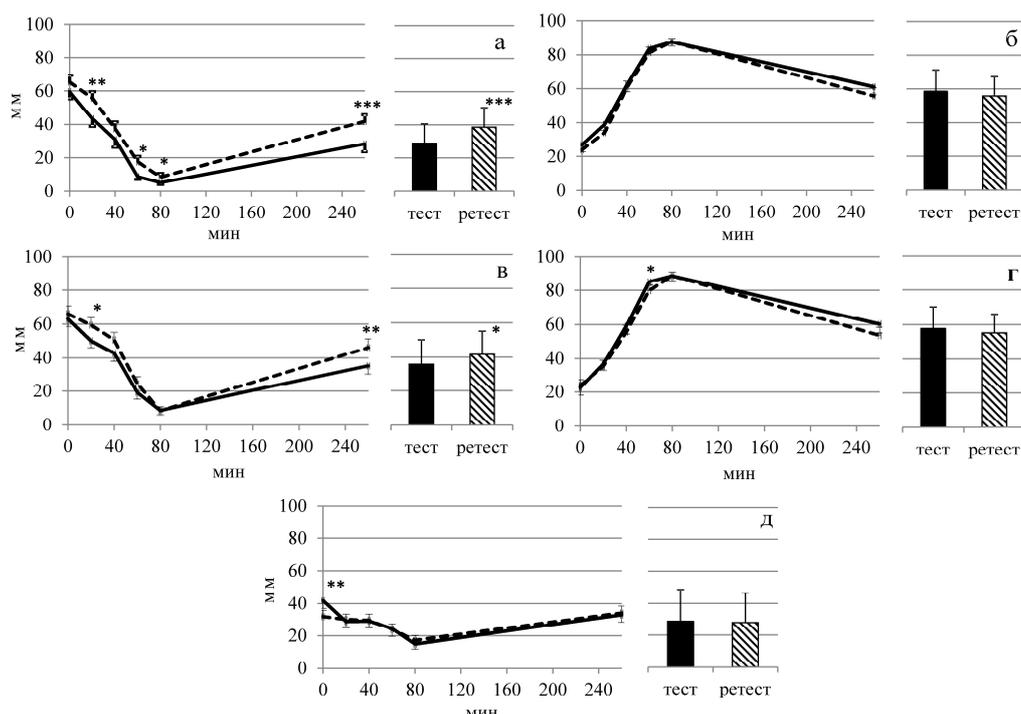


Рис.2. Изменение чувства голода (а), ощущения полноты желудка (б), желания есть (в), чувства сытости (г) и чувства жажды (д) у людей во время первого (тест) и второго (ретест) тестирования.

Примечания: результаты представлены в виде среднего \pm стандартное отклонение; сплошной и пунктирной линиями показаны изменения в первый и во второй дни тестирования, соответственно; на гистограмме показаны усредненные значения оценок; различия значимы между тестом и ретестом (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).

Fig.2. Change in the feeling of hunger (а), the feeling of fullness of the stomach (б), the desire to eat (в), the feeling of satiety (г) and the feeling of thirst (д) in people during the first (test) and second (retest) testings.

Notes: the results are presented as mean \pm standard deviation; the solid and dashed lines show the changes on the first and second testing days, respectively; the histogram shows the averaged values; the differences are significant between the test and the retest (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).

ченные участники давали более точную оценку желанию есть, сытости и жажде, чем необученные (по всем показателям повторяемости). Повторяемость ощущений голода и полноты желудка у обученных людей была ниже, чем у необученных. На основании полученных данных рассчитано, что для выявления 10 %-ного эффекта на чувство сытости потребуется минимум восемь обученных людей, что согласуется с расчетами Flint с соавт. [3]. Таким образом, показано, что только чувство сытости имеет достаточную прецизионность измерения.

При исследовании влияния пола и обучения на сытость во время второго тестирования уста-

новлено, что необученные мужчины оценивают полноту желудка в 1,4 раза меньше, чем обученные (45 vs. 61 мм, $F_{1,26} = 4,3$, $p = 0,048$), но не женщины (58 vs. 58 мм). Это согласуется с предыдущими данными, согласно которым потребление пищи *ad libitum* у необученных мужчин в 1,6 раза выше, чем у обученных.

Валидность измерения ощущения сытости определяли по зависимости между ощущением сытости перед едой и количеством съеденного в тестовый обед (табл. 5). Выявлено, что чем выше ощущение полноты желудка, тем меньше количество съеденной пиццы и йогурта в обед у необучен-

Таблица 5

*Влияние обучения на взаимосвязь субъективных ощущений с последующим приемом пищи ad libitum*¹

Table 5

*Effect of training on the relationship of subjective feelings with subsequent ad libitum test food intake*¹

Показатель	Необученные участники		Обученные участники	Эффект обучения ²
	тест (n = 16)	ретест (n = 16)	ретест (n = 18)	
Голод	0,26	-0,26	0,00	-0,26
Полнота желудка	-0,52*	-0,50*	-0,54*	0,02
Желание есть	0,22	-0,26	-0,09	-0,13
Сытость	-0,46	-0,43	-0,55*	0,09

Примечания: ¹ – коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и их значимость (* $p < 0,05$); ² – показано увеличение или уменьшение значения коэффициента корреляции при сравнении необученных (тест) и обученных (ретест) участников.

Notes: ¹ – Spearman's rank correlation coefficients and their significance (* $p < 0,05$); ² – increase or decrease in correlation coefficient value when comparing untrained (test) and trained (retest) participants.

ных участников ($r = 0,52$, $p = 0,04$). Остальные ощущения не обнаружили взаимосвязи с потреблением пищи *ad libitum* ($r < 0,50$, $p > 0,05$). Согласно результатам Flint с соавт. [3], такие субъективные ощущения, как голод, полнота желудка и сытость тесно коррелируют с количеством съеденного ($r \sim -0,50$, $p < 0,001$). Чем обусловлена низкая валидность ряда ощущений (голода и желания есть) в нашем эксперименте, остается неизвестным. Обнаружено, что у обученных участников, кроме ощущения полноты желудка с количеством съеденного коррелирует чувство сытости ($r = 0,55$, $p = 0,02$). Полученные материалы показали, что в условиях обучения субъективные данные об ощущении ноты желудка и чувстве сытости валидны.

Заключение

Таким образом, субъективные показатели сытости имеют недостаточную надежность и валидность измерения в сравнении с литературными данными. Повышение надежности и валидности измерения сытости наблюдается при многократном тестировании людей (обучении). Среди субъективных оценок ощущение полноты желудка и чувство сытости показали наибольшую прецизионность измерения. Рассчитано, что для выявления 10 %-ного эффекта на ощущение полноты желудка потребуются минимум 14 чел., тогда как для выявления такого же эффекта на чувство сытости восемь.

Исследование было проведено в рамках подготовки сенсорной панели экспертов-испытателей для выполнения работ по теме: «Механизмы регуляции аппетита неутрачиваемыми полисахаридами пищи» (№ ГР АААА-А17-117012310 147-8 (2017–2020 гг.)).

Литература

1. *Blundell J., de Graaf C., Hulshof T., Jebb S. et al.* Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods // *Obesity Reviews*. 2010. Vol. 11. P. 251–270.
2. *Stubbs R.J., Hughes D.A., Johnstone A.M., Rowley E. et al.* The use of visual analogue scales to assess motivation to eat in human subjects: a review of their reliability and validity with an evaluation of new hand-held computerized systems for temporal tracking of appetite ratings // *British Journal of Nutrition*. 2000. Vol. 84. P. 405.
3. *Flint A., Raben A., Blundell J.E., Astrup A.* Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies // *International Journal of Obesity*. 2000. Vol. 24. P. 38–48.
4. *Solah V.A., Meng X., Wood S., Gahler R.J. et al.* Effect of training on the reliability of satiety evaluation and use of trained panellists to determine the satiety effect of dietary fibre: a randomised controlled trial // *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. P. e0126202.

5. *Van Strien T., Frijters J.E.R., Bergers G.P.A., & Defares P.B.* The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for assessment of restrained, emotional, and external eating behavior // *International Journal of Eating Disorders*. 1986. Vol. 5. P. 295–315.
6. *ГОСТ ISO 8589-2014.* Органолептический анализ. Общее руководство по проектированию лабораторных помещений. М.: Стандарт-информ, 2015. 16 с.
7. *Altman D.G.* Statistics and ethics in medical research: III How large a sample? // *British Medical Journal*. 1980. Vol. 281. P. 1336–1338.
8. *Gregersen N.T., Flint A., Bitz C., Blundell J.E. et al.* Reproducibility and power of *ad libitum* energy intake assessed by repeated single meals // *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 87. P. 1277–1281.

References

1. *Blundell J., de Graaf C., Hulshof T., Jebb S. et al.* Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods // *Obesity Reviews*. 2010. Vol. 11. P. 251–270.
2. *Stubbs R.J., Hughes D.A., Johnstone A.M., Rowley E. et al.* The use of visual analogue scales to assess motivation to eat in human subjects: a review of their reliability and validity with an evaluation of new hand-held computerized systems for temporal tracking of appetite ratings // *British J. of Nutrition*. 2000. Vol. 84. P. 405.
3. *Flint A., Raben A., Blundell J.E., Astrup A.* Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies // *Intern. J. of Obesity*. 2000. Vol. 24. P. 38–48.
4. *Solah V.A., Meng X., Wood S., Gahler R.J. et al.* Effect of training on the reliability of satiety evaluation and use of trained panellists to determine the satiety effect of dietary fibre: a randomised controlled trial // *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. P. e0126202.
5. *Van Strien T., Frijters J.E.R., Bergers G.P.A., & Defares P.B.* The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for assessment of restrained, emotional, and external eating behavior // *Intern. J. of Eating Disorders*. 1986. Vol. 5. P. 295–315.
6. *GOST ISO 8589-2014.* Organolepticheskij analiz. Obshchee rukovodstvo po proektirovaniyu laboratornyh pomeschenij [Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms]. Moscow: Standartinform, 2015. 16 p.
7. *Altman D.G.* Statistics and ethics in medical research: III How large a sample? // *British Med. J.* 1980. Vol. 281. P. 1336–1338.
8. *Gregersen N.T., Flint A., Bitz C., Blundell J.E. et al.* Reproducibility and power of *ad libitum* energy intake assessed by repeated single meals // *Amer. J. of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 87. P. 1277–1281.

УДК 577.124.5

DOI10.19110/1994-5655-2018-4-42-49

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ НА ПОЛИСАХАРИДЫ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ *PRUNUS DOMESTICA* L.

Е.А. ПОЛИТОВА, С.М. ШАНЬГИНА, О.А. ПАТОВА, В.В. ГОЛОВЧЕНКО

Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

lemnan@mail.ru

Определен полисахаридный и моносахаридный составы полисахаридов кожицы и мякоти плодов сливы домашней сорта Венгерка до и после хранения в условиях пониженной температуры. В качестве критерия для наблюдения за изменениями в плодах использовали оценку их структурно-механических свойств. По мере увеличения длительности хранения плодов постепенно уменьшалась их твердость, прочность и упругость. Наиболее резкие изменения в значениях приведенного модуля упругости квалифицировались как точка начала периода старения (перезревания) плодов.

Ключевые слова: пектиновые полисахариды, не утилизируемые полисахариды, структурно-механические свойства

E.A. POLITOVA, S.M. SHANGINA, O.A. PATOVA, V.V. GOLOVCHENKO. INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE STORAGE ON THE CELL WALL POLYSACCHARIDES OF PLUM FRUIT *PRUNUS DOMESTICA* L.

The interest to plant foods rich in dietary fibers increases due to their physiological and metabolic effects: creating favorable environment for intestinal microbiota, prevention and control of obesity, atherosclerosis, coronary heart diseases, and colorectal cancer. Fruits are of particular interest because of their high content of soluble dietary fibers. The determination of the composition of polysaccharides (pectin, cellulose and hemicellulose) is important for understanding of their physiological functions. Plum is one of the most common stone fruits in many countries. Among stone fruit crops, it takes the second place in the collection of fruits all over the world, with second only to peach. However, plums are perishable stone fruits. This leads to a short shelf-life of these fruits, thus imposing serious restrictions for their processing and transportation. Rapid post-harvest softening and subsequent microbial infestation leads to losses in the marketing chain. Low temperature storage of plums is recommended to preserve nutrients in fresh fruits and maintain quality. However, little is known about the changes in the polysaccharide and monosaccharide composition of polysaccharides during low-temperature storage of fruits and vegetables. The textural changes (softening) occurring during fruit ripening are caused by enzyme-mediated changes in the composition and structure of cell wall polysaccharides, such as pectin polysaccharides and cellulose. This leads to partial solubilization of cell wall polysaccharides. Therefore, we evaluated the mechanical properties of plum fruits using a puncture test, as a test for determining the starting point of the fruit aging period (overripening). The polysaccharide and monosaccharide composition of polysaccharides from skin and pulp of plums were determined before and after low-temperature storage. As the storage duration of fruits increased, their mechanical properties (hardness, firmness and elasticity) gradually decreased. The sharpest changes in the values of the apparent modulus of elasticity were qualified as the point of the beginning of the period of fruit aging (overripening). Thus, in the course of the research it was found that the change in texture properties of plum fruits *Prunus domestica* during low-temperature storage is accompanied by the destruction of intermolecular bonds between the cell wall polysaccharides and their subsequent partial degradation.

Keywords: pectin polysaccharides, unutilizable polysaccharides, texture properties

Введение

Интерес к растительным продуктам питания, богатым пищевыми волокнами, увеличивается и обусловлен их физиологическими и метаболическими эффектами: создание благоприятной среды

для микробиоты кишечника, профилактика и контроль ожирения, атеросклероза, ишемической болезни сердца, колоректального рака [1]. В связи с высоким содержанием растворимых пищевых волокон фрукты представляют особый интерес. Определение состава полисахаридов в пищевых волок-

нах (пектина, целлюлозы и гемицеллюлоз) важно для понимания их физиологической функции [2]. Относительные количества полисахаридов клеточной стенки, а также тип, длина и разветвленность их боковых цепей оказывают влияние на структуру клеточных стенок и, следовательно, на текстуру плодов [3–5]. Как правило, стенки плодовых ячеек содержат большое количество пектиновых полисахаридов, являющихся основными составляющими средней ламели и способствующих клеточной адгезии [5, 6]. Гемицеллюлозы и целлюлоза также важные структурные компоненты растительных клеточных стенок [7, 8] и могут определять текстурные свойства плодов. Взаимодействия между полужесткими целлюлозными микрофибриллами и менее жесткими молекулами полисахаридов обуславливают механические свойства плодов. Состав полисахаридов клеточной стенки имеет важное значение для понимания его текстуры.

Слива – одна из наиболее распространенных косточковых культур во многих странах, среди которых она занимает второе место по сбору плодов, уступая лишь персику [9]. Это скоропортящийся продукт, что обуславливает короткий срок его хранения, тем самым накладывая ограничения для обработки и транспортировки. Быстрое размягчение после сбора урожая и последующее заражение микробами приводят к потерям в маркетинговой цепочке, поэтому для сохранения питательных веществ и поддержания качества слив рекомендуется низкотемпературное хранение [10].

Цель данной работы – изучить влияние низкотемпературного хранения на полисахаридный и моносахаридный составы полисахаридов кожицы и мякоти плодов сливы домашней. В качестве критерия для определения точки начала периода старения (перезревания) плодов использовали показатели структурно-механических свойств плодов (твердость, прочность, упругость).

Материал и методы

Растительный материал, подготовка и характеристика. Сливы домашние *Prunus domestica* сорта Венгерка с удлинёнными тёмно-фиолетовыми плодами, чётким брюшным швом и плотной сахаристой мякотью были куплены в супермаркете г. Сыктывкар в октябре 2017 г. Фрукты мыли, подсушивали. Сферичность плодов определяли по формуле $\Phi = (H \times D_1 \times D_2) / 3H$, где H – высота, мм, D_1 и D_2 – максимальный и минимальный поперечные диаметры, мм [11]. Размеры плодов измеряли с использованием электронного штангенциркуля ШЦЦ-1-150 с ценой деления 0.01 мм, их массу взвешивали на аналитических весах AG 245 (Mettler Toledo, Швейцария) с точностью до 0.0001 г. Математическую обработку полученных данных выполняли по общепринятым методам биологической статистики [12], используя компьютерную программу «Microsoft Excel». Для морфометрических параметров, а также для массы каждого образца вычисляли среднее значение и стандартную ошибку ($M \pm m$).

Первую часть слив использовали для определения содержания воды, кислотности и сахара-

стости. Для вычисления количества воды в исходных образцах из плодов удаляли косточки, нареза-ли на кубики (5×5×5 мм), взвешивали (определяли m_1 , г), лиофилизировали, взвешивали (определяли m_2 , г) и рассчитывали по формуле $\omega = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100\%$. Для рефрактометрического определения массовой доли растворимых сухих веществ (РСВ, %) и кислотности (рН) из плодов отжимали сок, анализировали с помощью рН-метра MP 225 (Mettler Toledo, Швейцария) и рефрактометра ИРФ-4545М (КОМЗ, г. Казань) [13].

Вторую часть слив использовали для определения структурно-механических свойств и экстракции полисахаридов. Плоды предварительно разрезали пополам и удаляли косточки. Перед проведением экстракции плоды дополнительно разделяли на кожицу и мякоть, которые экстрагировали отдельно.

Третью часть слив помещали в холодильную камеру (4°C), на каждый седьмой день отбирали образцы и анализировали их структурно-механические свойства. Через 49 дней оставшиеся плоды были использованы для экстракции полисахаридов.

Определение структурно-механических показателей. Для оценки твердости и упругости плодов сливы проводили индентирование (вдавливание) зонда в образцы с кожицей и без нее (экваториальная область плодов сливы), как описано ранее [14]. Плоды тестировали на анализаторе текстуры TA.XT plus (Stable Micro Systems, Великобритания), оснащённом цилиндрическим зондом (P/2, диаметр 2мм), со скоростью движения зонда в образцах 25 мм/мин, глубиной проникновения 5–7 мм. Каждый эксперимент выполняли на 15 образцах. Расчеты механических кривых зависимости силы от расстояния погружения зонда выполняли с использованием программного обеспечения Texture Exponent 6.1.4.0 (Stable Micro Systems, UK), рассматривали следующие параметры: максимальную силу, приложенную при индентировании образца (F_{max} , Н), твердость образца в точке разрыва поверхности плода (F – отношение F_{max} к расстоянию L_{max} , пройденному зондом, Н/мм), силу проникновения в мякоть (F_{min} – среднее значение измеренных сил после точки разрыва, Н), прочность (T – работа, затрачиваемая для разрыва поверхности плода, Н·м), приведенный модуль упругости при индентировании, рассчитанный по формуле: $E' = F_i / (L_i \times D_0)$, где F_i / L_i – твердость, измеренная при 0.49 Н, D_0 – диаметр зонда; Н/мм².

Последовательная экстракция неуглизируемых полисахаридов. Экстрагировали полисахариды из плодов сливы (1) непосредственно после приобретения в супермаркете и (2) после низкотемпературного хранения в холодильной камере. Экстракцию полисахаридов из мякоти и кожицы проводили отдельно. Для этого мякоть и кожицу измельчали на бытовом блендере Philips HR 2845 и последовательно экстрагировали водой (70 °С, 6 ч), водой, подкисленной разбавленным раствором соляной кислоты HCl до pH 1.5–4.0 (50 °С, 3 ч), 0.7 %-ным водным раствором оксалата аммония $(NH_4)_2C_2O_4$ (70 °С, 8 ч), 0.5 %-ным водным раство-

ром карбоната натрия Na_2CO_3 (80 °С, 5 ч) и 0.5 %-ным водным раствором гидроксида натрия NaOH (50 °С, 3 ч). На каждом этапе экстракцию проводили до отрицательной реакции экстракта на углеводы [15]. В результате получено 20 полисахаридных фракций, которым были присвоены следующие аббревиатуры: экстракция водой (из мякоти $\text{M1}_{\text{H}_2\text{O}}$ и $\text{M2}_{\text{H}_2\text{O}}$; из кожицы – $\text{K1}_{\text{H}_2\text{O}}$ и $\text{K2}_{\text{H}_2\text{O}}$); экстракция водой подкисленной (из мякоти M1_{HCl} и M2_{HCl} ; из кожицы – K1_{HCl} и K2_{HCl}); экстракция раствором оксалата аммония (из мякоти $\text{M1}_{(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4}$ и $\text{M2}_{(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4}$; из кожицы – $\text{K1}_{(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4}$ и $\text{K2}_{(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4}$); экстракция раствором карбоната натрия (из мякоти – $\text{M1}_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ и $\text{M2}_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$; из кожицы – $\text{K1}_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ и $\text{K2}_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$); экстракция раствором гидроксида натрия (из мякоти M1_{NaOH} и M2_{NaOH} ; из кожицы – K1_{NaOH} и K2_{NaOH}), где **1** – полисахаридные фракции, полученные из плодов до хранения, **2** – после хранения. Все полученные экстракты центрифугировали, концентрировали, диализовали, осаждали 95%-ным этиловым спиртом (V:V 1:3) и лиофилизовали. Экстракты, полученные раствором карбоната натрия и гидроксида натрия, предварительно нейтрализовали 50%-ным раствором уксусной кислоты.

Остаток растительного материала отмывали сначала подкисленной уксусной кислотой, водой до pH 6, затем дистиллированной водой и сушили. В результате из мякоти получили фракции $\text{M1}_{\text{ост}}$ и $\text{M2}_{\text{ост}}$, из кожицы – фракции $\text{K1}_{\text{ост}}$ и $\text{K2}_{\text{ост}}$.

Общие аналитические методы. Содержание гликуроновых кислот определяли по реакции с 3,5-диметилфенолом в присутствии концентрированной H_2SO_4 [16] и калибровочному графику, построенному для D-галактопиранозилуруновой кислоты, фотоколориметрирование проводили при двух длинах волн 400 и 450 нм на спектрофотометре Ultrospec 3000 (Pharmacia Biotech, Англия).

Количественное определение содержания белка осуществляли по методу Лоури [17] и калибровочному графику, построенному для бычьего сывороточного альбумина (BSA), фотоколориметрирование проводили при 750 нм.

Качественное и количественное определение содержания нейтральных моносахаридов проводили с помощью газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) на хроматографе Varian 450-GC (Varian, USA) с пламенно-ионизационным детектором при использовании капиллярной колонки VF-5 ms ($\varnothing 0.25$ мм, 30 м; Varian, США), газ-носитель – гелий, в программе: от 175 °С (1 мин) до 250 °С (2 мин) со скоростью 3 °С/мин. Процентное содержание моносахаридов от суммарного препарата вычисляли из площадей пиков, используя коэффициенты отклика детектора [18]. Для этого образцы полисахаридов гидролизовали 2М трифторуксусной кислотой (100 °С, 6 ч), содержащей в качестве внутреннего стандарта мио-инозит (1 мг/мл), моносахариды восстанавливали, полиолы ацетилировали и полученные ацетаты полиолов анализировали.

Молекулярно-массовые характеристики полисахаридов определяли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Обра-

зец (3 мг) растворяли в 0.15 М NaCl (1 мл) и фильтровали. Для анализа использовали хроматографическую систему Shimadzu (Япония): насос LC-20AD, дегазатор DGU-20A3 SD-200, колонку Shodex OH-pak SB-804 HQ (7.6 мм×30 см) и предколонку Shodex GS-26 7B (7.6 мм×5 см), термостат CTO-10AS, рефрактометр RID G136A (в качестве детектора). Элюирование проводили 0.15 М раствором NaCl (содержащим 0.02% NaN_3 в качестве консерванта) при 40 °С со скоростью потока 0.3 мл/мин. Для калибровки колонки использовали образцы пуллуланов (Fluka, Германия) со среднемолекулярной массой (Mw) 1.3, 6, 12, 22, 50, 110, 200, 400 and 800 кДа. Mw и среднечисловая молекулярная масса (Mn) и степень полидисперсности (Mw/Mn) были рассчитаны в программе LCsolution GPC (LCsolution, version 1.24 SP1). Анализ образцов полисахаридов проводили в двух повторностях. Все экстракты и водные растворы *концентрировали* на роторных испарителях Laborota 4002 (Heidolph, Германия) при пониженном давлении при 40 °С, *центрифугировали* на центрифуге 6 K 15 (Sigma, Германия) при 5000–11000 г в течение 10–20 мин, *лиофилизовали* на приборе VirTis Sentry (США) при постоянном вакууме <10 мТорр при 65 °С.

Результаты и обсуждение

Основные характеристики плодов сливы. Размеры приобретенных для исследования слив варьировали незначительно. Самые крупные плоды – длина до 4.33 см, ширина до 4.11 см, самые мелкие плоды – до 3.89 см длиной и 3.25 см шириной. Масса плодов была пропорциональна размерам, что свидетельствует об одинаковой плотности (зрелости) плодов. Используемые в работе плоды имели следующие морфометрические характеристики: $m = 34.8 \pm 2.4$ г, $\Phi = 93.8 \pm 2.0\%$, $\omega = 84.4 \pm 1.1\%$, pH сока – 3.4, PCB – 13%.

Изучение полисахаридного состава и полисахаридов плодов сливы. Полисахаридный состав кожицы и мякоти плодов сливы изучали отдельно в связи значительным различием их текстурных свойств. Полисахариды экстрагировали из двух партий слив: первая партия – сливы до низкотемпературного хранения, вторая – после хранения в холодильной камере при 4 °С.

Полисахаридный состав и характеристика полисахаридов слив до низкотемпературного хранения. Для определения полисахаридного состава слив использовали метод последовательной экстракции водой и водными растворами оксалата аммония, карбоната натрия и гидроксида натрия. В результате из растительного материала были выделены растворимые пектиновые полисахариды (гидропектин), пектиновые полисахариды протопектинового комплекса, гемицеллюлозы. Характеристика полученных полисахаридных фракций представлена в табл. 1. В качестве главного компонента остатка растительного материала, оставшийся после экстракции (фракции $\text{M1}_{\text{ост}}$ и $\text{K1}_{\text{ост}}$), содержал целлюлозу. Содержание целлюлозных компонентов в коже было ожидаемо больше, чем в мяко-

Таблица 1

Химическая характеристика полисахаридных фракций

Table 1

Chemical characteristics of polysaccharide fractions

Фракции	Выход, %*	Mw, кДа	Mw/Mn	Содержание, %**							
				UA	Rha	Ara	Xyl	Man	Glc	Gal	белок
M1 _{H2O}	2.7	548	6.1	65	0.8	3.2	0.4	0.3	0.7	3.1	22
M2 _{H2O}	4.3	402	19.0	66	2.1	4.2	1.8	0.4	1.9	8.7	22
M1 _{HCl}	1.7	508	15.6	63	1.3	6.4	0.2	0.4	0.3	7.5	7
M2 _{HCl}	1.3	307	9.4	65	2.2	7.2	2.0	0.4	0.5	11.6	6
M1 _{(NH4)2C2O4}	0.4	420	14.7	57	1.4	1.9	0.2	0.3	0.8	6.1	8
M2 _{(NH4)2C2O4}	0.2	284	19.9	58	0.3	2.5	0.0	0.3	0.0	3.6	8
M1 _{Na2CO3}	0.2	219	19.3	37	2.3	7.3	1.5	0.4	0.3	12.9	10
M2 _{Na2CO3}	0.4	192	41.2	35	1.8	5.4	1.0	0.4	0.3	7.0	25
M1 _{NaOH}	0.3	242	17.2	22	4.4	9.0	0.9	0.7	1.9	28.6	18
M2 _{NaOH}	0.1	191	38.5	26	2.1	7.0	0.3	0.5	2.1	15.5	16
K1 _{H2O}	5.4	534	17.7	62	0.4	3.3	0.4	0.3	0.6	1.6	12
K2 _{H2O}	7.0	289	41.9	67	1.7	4.6	1.4	0.4	1.6	6.8	20
K1 _{HCl}	2.5	487	11.6	55	1.5	5.6	0.2	0.3	0.2	2.4	8
K2 _{HCl}	2.0	241	13.2	64	0.2	2.1	0.0	0.3	0.1	5.7	7
K1 _{(NH4)2C2O4}	0.9	460	5.8	39	1.3	3.8	0.9	0.3	0.4	6.2	8
K2 _{(NH4)2C2O4}	1.1	282	5.3	41	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	6
K1 _{Na2CO3}	0.2	167	8.3	18	0.2	1.5	0.0	0.2	0.0	10.0	39
K2 _{Na2CO3}	1.1	132	10.8	22	2.2	6.4	1.0	0.4	0.7	10.5	36
K1 _{NaOH}	0.2	260	23.6	20	2.2	8.7	0.4	0.5	1.0	17.1	32
K2 _{NaOH}	0.1	210	26.4	29	0.6	4.8	0.8	0.3	0.7	5.2	36

* – выход от массы воздушно-сухого растительного материала;

** – весовые проценты

* – yield from the mass of air-dry plant material;

** – weight percent.

ти: выход K1_{ост} – 20.6 %, M1_{ост} – 8.6 %. Суммарный выход полисахаридных фракций и выход отдельных полисахаридов, полученных из кожицы, был выше, чем из мякоти. Полученные данные согласуются с ранее опубликованными [20, 21]. Гидропектин является доминирующим полисахаридным компонентом плодов сливы, экстрагированным как из мякоти (M1_{H2O}), так и кожицы (K1_{H2O}). Как и большинство сочных плодов, сливы отличаются низким содержанием протопектина и гемицеллюлоз.

Выделенные из сливы полисахариды характеризуются высокой Mw и значительной гетерогенностью, о чем свидетельствуют высокие значения степени полидисперсности (Mw/Mn) всех образцов.

Показано, что главным структурным элементом углеводных цепей всех экстрагированных полисахаридов являются остатки уроновых кислот (UA), что согласуется с ранее опубликованными данными [20, 22–24]. При этом полисахариды характеризуются низким суммарным содержанием остатков нейтральных моносахаридов (6–30 %), из которых остатки арабинозы и галактозы являются доминирующими. Все фракции содержат белковые компоненты.

Структурно-механические свойства плодов сливы. В качестве критерия для наблюдения за изменениями в плодах сливы домашней *Prunus domestica* сорта Венгерка использовали оценку их текстурных (структурно-механических) свойств. Например, известно, что при созревании плодов происходит их размягчение, которое обусловлено фермент-опосредованными изменениями состава и структуры полисахаридов клеточной стенки, такими как пектиновые полисахариды и целлюлоза, что

приводит к их частичной солюбилизации [5]. Для определения структурно-механических свойств плодов на каждый седьмой день из образцов, помещенных в холодильную камеру, отбирали пять для тестирования на анализаторе текстуры. Через 49 дней, когда было зафиксировано наибольшее изменение значений текстурных показателей, оставшиеся сливы использовали для проведения последовательной экстракции. Отобранные образцы тестировали методом индентирования цилиндрического зонда. Полученные механические кривые зависимости силы от расстояния погружения наконечника показали линейное увеличение до точки максимальной силы вдавливания (разрыва поверхности) (см. рисунок). После достижения данной точки значение силы вдавливания резко уменьшается. Данный тип кривой силы-деформации является общим для полностью спелых плодов [14] и относится к категории кривой типа С [25].

Установлено, что структурно-механические свойства плодов сливы изменяются при низкотемпературном хранении, о чем свидетельствуют изменения в способности плодов выдерживать механические нагрузки. Для характеристики плодов были определены структурно-механические показатели в областях пластической и упругой деформации. Выявлено, что структурно-механические показатели плодов изменяются в процессе хранения неодинаково. В области пластической деформации по мере увеличения длительности хранения наблюдается постепенное снижение твердости и прочности плодов, тогда как в области упругой деформации выявлено резкое снижение значений приведенного модуля упругости. Поэтому в качестве критерия, ил-

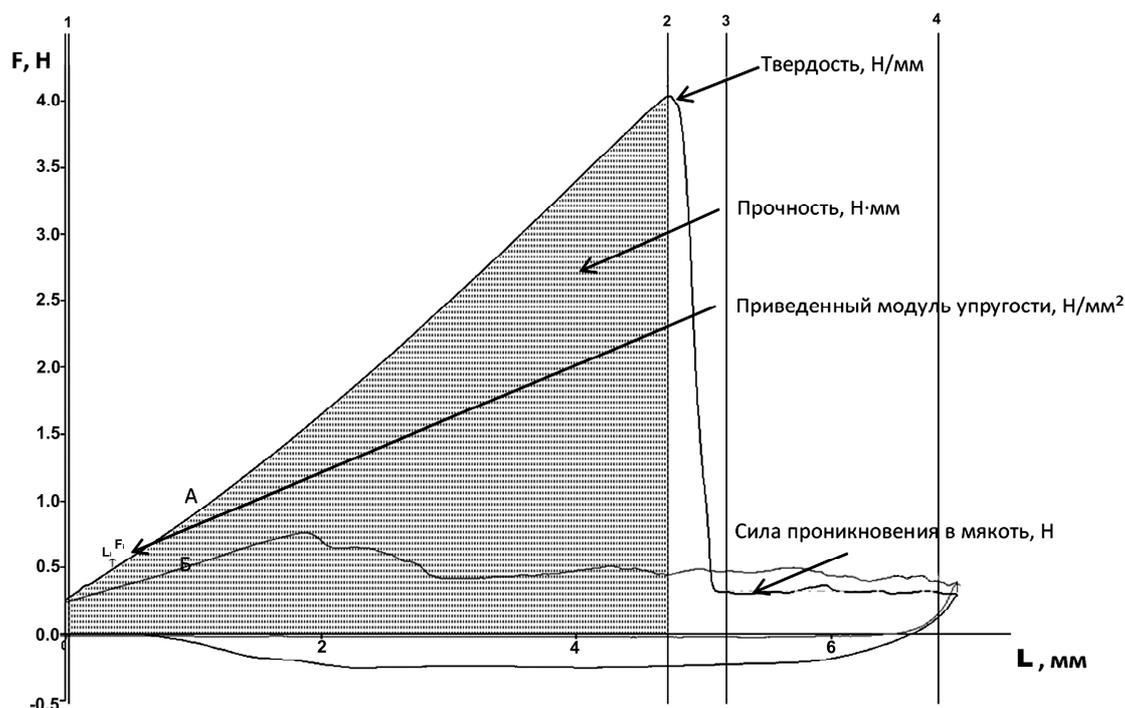


Рис. Кривые зависимости силы (F, Н) погружения наконечника в плод сливы от расстояния (L, мм) (А – плод с кожицей, Б – плод без кожицы).
 Fig. Curves of force dependence (F, Н) of tip immersion into plum fruit from distance (L, mm) (A – fruit with skin, Б – fruit without skin).

люстрирующего начало периода старения (перезревания) плодов, было использовано резкое снижение значения модуля упругости плодов (табл. 2).

Полисахаридный состав и характеристика полисахаридов слив после низкотемпературного хранения. Для определения влияния низкотемпера-

турного хранения на полисахариды клеточной стенки, из плодов сливы, которые хранились в холодильной камере при 4 °С в течение 49 дней, последовательной экстракцией (процедура описана в разделе 1.3) были выделены полисахаридные фракции: пять из мякоти – $M2_{H_2O}$, $M2_{HCl}$, $M2_{(NH_4)_2C_2O_4}$,

Таблица 2

Текстурные свойства плодов сливы домашней Prunus domestica сорта Венгерка

Table 2

Texture properties of plum fruit Prunus domestica L.

День хранения	F _{max} , Н	F, Н/мм	F _{min} , Н	T, Н·м	E', Н/мм ²
Инденитирование с кожурой					
1	5.19±0.81	1.07±0.23	0.44±0.15	12.63±0.56	0.86±0.02
7	4.66±0.21	0.88±0.11	0.37±0.07	11.50±0.28	0.74±0.01
15	4.12±0.13	0.73±0.11	0.28±0.04	10.30±0.82	0.60±0.06
24	3.63±0.05	0.63±0.12	0.24±0.00	9.88±0.28	0.49±0.03
33	2.44±0.31	0.53±0.09	0.38±0.09	4.52±0.32	0.43±0.08
40	2.08±0.52	0.44±0.10	0.27±0.08	4.93±0.43	0.36±0.01
47	1.44±0.03	0.33±0.05	0.26±0.02	2.79±0.00	0.20±0.04
Инденитирование без кожуры					
1	2.22±0.21	0.37±0.04	0.52±0.01	2.12±0.60	0.63±0.13
7	1.95±0.01	0.32±0.07	0.39±0.03	2.10±0.80	0.53±0.05
15	1.50±0.33	0.31±0.09	0.30±0.00	2.00±0.54	0.39±0.11
24	1.12±0.25	0.30±0.13	0.25±0.04	1.99±0.32	0.28±0.21
33	1.07±0.05	0.30±0.03	0.38±0.05	1.65±0.09	0.36±0.01
40	0.82±0.08	0.26±0.04	0.23±0.11	1.08±0.01	0.29±0.08
47	0.64±0.08	0.22±0.06	0.19±0.01	1.75±0.08	0.17±0.01

Примечание: F_{max} – максимальная сила, приложенная при инденитировании образца; F – твердость образца; F_{min} – сила проникновения в плод; T – прочность (работа, затрачиваемая для разрыва поверхности плода); Eг – приведенный модуль упругости (с кожицей – при 0.5Н, без кожицы – при 0.4 Н).

Note: F_{max} – the maximum force applied during indentation of the sample; F – the hardness of the sample; F_{min} – the power of penetration into the fruit; T – strength (work required to tear the surface of the fruit); E' – reduced modulus of elasticity (with skin – at 0.5 Н, without skin – at 0.4 Н).

$M2_{Na_2CO_3}$, $M2_{NaOH}$ и пять из кожицы – $K2_{H_2O}$, $K2_{HCl}$, $K2_{(NH_4)_2CO_3}$, $K2_{Na_2CO_3}$, $K2_{NaOH}$. Остаток растительного материала после экстракции, содержащий в качестве главного компонента целлюлозу, составляет 15.2 % в кожице и 5.3 % в мякоти. Характеристика полученных полисахаридов представлена в табл. 1. Сравнительный анализ соответствующих полисахаридных фракций демонстрирует, что низкотемпературное хранение слив сопровождается увеличением содержания гидропектина на фоне общего снижения содержания протопектиновых, гемицеллюлозных и целлюлозных компонентов; изменением содержания остатков галактозы в гидропектине и в гемицеллюлозах щелочных экстрактов; снижением среднечисловой молекулярной массы всех полисахаридов и увеличением степени их полидисперсности. При этом статистически значимых изменений в содержании такого главного структурного компонента, как остатки уроновых кислот, выявлено не было.

Выводы

Полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что изменения текстурных свойств плодов сливы домашней *P. domestica* сорта Венгерка, наблюдаемые при их низкотемпературном хранении, сопровождаются модификацией полисахаридов клеточных стенок кожицы и мякоти плодов и связаны с частичной солюбилизацией сложных надмолекулярных полисахаридных комплексов, обусловленной деструкцией меж- и внутримолекулярных связей в клеточных стенках. Аналогичные изменения наблюдаются при созревании плодов, однако при низкотемпературном хранении не выявлено улучшения вкусовых качеств плодов и статистически значимых изменений в содержании остатков уроновых кислот в пектиновых полисахаридах. Полученные данные позволяют предположить, что низкотемпературное хранение не обеспечивает дозревание плодов. Поскольку существующие методы хранения слив не позволяют сохранять их в свежем виде длительное время, требуются дальнейшие исследования, которые увеличат срок хранения зрелых плодов.

Литература

1. Vergara-Valencia N., Granados-Perez E., Agama-Acevedo E., Tovar J. et al. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient // *LWT*. 2007. Vol. 40. P. 722–729.
2. Waldron K.W., Parker M.L., Smith A.C. Plant cell walls and food quality // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2003. Vol. 2. P. 101–119.
3. Van Buren J.P. The chemistry of texture in fruits and vegetables // *Journal of Texture Studies*. 1979. Vol. 10. P. 1–23.
4. Wakabayashi K. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening // *J. of Plant Research*. 2000. Vol. 113. P. 231–237.
5. Waldron K.W., Smith A.C., Parr A.J., Ng A., Parker M.L. New approaches to understanding and controlling cell separation in relation to fruit and vegetable texture // *Trends in Food Science and Technology*. 1997. Vol. 8. P. 213–221.
6. Harker F.R., Stec M.G.H., Hallett I.C., Bennett C.L. Texture of parenchymatous plant tissue: A comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness // *Postharvest Biology and Technology*. 1997. Vol. 11. P. 63–72.
7. *An hypothesis: the same six polysaccharides are components of the primary cell walls of all higher plants* / P. Albersheim, A.G. Darvill, M.A. O'Neil, H.A. Schols, A.G.J. Voragen // *Pectins and Pectinases* / Eds. J. Visser, A.G.J. Voragen – Amsterdam: Elsevier Sci, 1996. P. 47–55.
8. *If homogalacturonan were a side chain of rhamnogalacturonan I. Implications for cell wall architecture* / J.P. Vincken, H.A. Schols, R. Oomen, M.C. McCann, P. Ulvskov, A.G.J. Voragen, R.G.F. Visse // *Plant Physiology*. 2003. Vol. 132. P. 1781–1789.
9. Дубровская О.Ю. Биохимический состав плодов сортов и форм сливы и выделение лучших генотипов для селекционного использования и переработки: Дис. канд. сельхоз. наук. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2015. 130 с.
10. Wang C.Y. Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables // *Horticultural Reviews*. 1993. Vol. 15. P. 63–95.
11. Li Z., Li P., Liu J. Physical and mechanical properties of tomato fruits as related to robot's harvesting // *Journal of Food Engineering*. 2011. Vol. 103. P. 170–178.
12. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 286 с.
13. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2010. С. 166–175.
14. Sirisomboon P., Tanaka M., Kojima T. Evaluation of tomato textural mechanical properties // *Journal of Food Engineering*. 2012. Vol. 111. P. 618–624.
15. *Colorimetric method for determination of sugars and related substances* / M. Dubois, K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, F. Smith // *Journal of Analytical Chemistry*. 1956. Vol. 28. P. 350–356.
16. Usov A.I., Bilan M.I., Klochkova N.G. Polysaccharides of algae. 48. Polysaccharide composition of several calcareous red algae: isolation of alginate from *Corallina pilulifera* P. et R. (Rhodophyta, Corallinaceae) // *Botanica Marina*. 1995. Vol. 38. P. 43–51.
17. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // *J. of Biological Chemistry*. 1951. Vol. 193. P. 265–279.
18. York W.S., Darvill A.G., McNeil M.A., Stevenson T.T. // *Methods enzymology*. 1985. Vol. 118. P. 3–40.
19. *Combined effects of ascorbic acid and chitosan on the quality maintenance and shelf life of*

- plums / K.Liu, C.Yuan, Y.Chen, H.Li, J.Liu// *Scientia Horticulturae*. 2014. Vol. 176. P. 45–53.
20. *Boothby D.* The pectic components of plum fruits // *Phytochemistry*. 1980. Vol. 19. P. 1949–1953.
 21. *In vivo and in vitro* swelling of cell walls during fruit ripening/ R.J.Redgwell, E.MacRae, I.Hallett, M.Fischer, J.Perry, R.Harker // *Planta*. 1997. Vol. 203. P. 162–173.
 22. *Renard C., Ginies C.* Comparison of the cell wall composition for flesh and skin from five different plums // *Food Chemistry*. 2009. Vol. 114. P. 1042–1049.
 23. *Boothby D.* Pectic substances in developing and ripening plum fruits // *J. of the Science of Food and Agriculture*. 1983. Vol. 34. P. 1117–1122.
 24. *Nunes C., Saraiva J.A., Coimbra M.A.* Effect of candying on cell wall polysaccharides of plums (*Prunus domestica* L.) and influence of cell wall enzymes // *Food Chemistry*. 2008. Vol. 111. P. 538–548.
 25. *Bourne M.* *Food Texture and Viscosity: Concept and measurement*, 2nd Edition. San Diego: Academic Press. 2002. 416 p.
- ### References
1. *Vergara-Valencia N., Granados-Perez E., Agama-Acevedo E., Tovar J. et al.* Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient // *LWT*. 2007. Vol. 40. P. 722–729.
 2. *Waldron K.W., Parker M.L., Smith A.C.* Plant cell walls and food quality // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2003. Vol. 2. P. 101–119.
 3. *Van Buren J. P.* The chemistry of texture in fruits and vegetables // *J. of Texture Studies*. 1979. Vol. 10. P. 1–23.
 4. *Wakabayashi K.* Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening // *J. of Plant Research*. 2000. Vol. 113. P. 231–237.
 5. *Waldron K.W., Smith A.C., Parr A.J., Ng A., Parker M.L.* New approaches to understanding and controlling cell separation in relation to fruit and vegetable texture // *Trends in Food Science and Technology*. 1997. Vol. 8. P. 213–221.
 6. *Harker F.R., Stec M.G.H., Hallett I.C., Bennett C.L.* Texture of parenchymatous plant tissue: A comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness // *Postharvest Biology and Technology*. 1997. Vol. 11. P. 63–72.
 7. *An hypothesis:* the same six polysaccharides are components of the primary cell walls of all higher plants / P.Albersheim, A.G.Darvill, M.A.O’Neil, H.A.Schols, A.G.J.Voragen // *Pectins and Pectinases* / Eds. J. Visser, A.G.J. Voragen – Amsterdam: Elsevier Sci., 1996. P. 47–55.
 8. *If homogalacturonan were a side chain of rhamnogalacturonan I.* Implications for cell wall architecture / J.P. Vincken, H.A. Schols, R. Oomen, M.C. McCann, P. Ulvskov, A.G.J. Voragen, R.G.F. Visse // *Plant Physiology*. 2003. Vol. 132. P. 1781–1789.
 9. *Dubrovskaya O.Yu.* Biohimicheskii sostav plodov sortov i form slivy i vydelenie luchschih genotipov dlya selercionnogo ispolzobaniya i pererabotki [Biochemical composition of plum fruits varieties and forms and selection of the best genotypes for selection use and processing]: Diss. ...Cand. Sci. (Agriculture). Michurinsk: Michurinsk State Agrarian Univ., 2015. 130 p.
 10. *Wang C.Y.* Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables // *Horticultural Reviews*. 1993. Vol. 15. P. 63–95.
 11. *Li Z., Li P., Liu J.* Physical and mechanical properties of tomato fruits as related to robot’s harvesting // *J. of Food Engineering*. 2011. Vol. 103. P. 170–178.
 12. *Zaitsev G.N.* *Matematika v eksperimentalnoi botanike* [Mathematics in experimental botany]. Moscow: Nauka, 1990. 286 p.
 13. *GOST 28562-90.* *Produkty pererabotki fruktov i ovoschei* [Products of fruits and vegetables processing. Refractometric method for determination of soluble solids]. Moscow: Standartinform, 2010. P. 166–175.
 14. *Sirisomboon P., Tanaka M., Kojima T.* Evaluation of tomato textural mechanical properties// *J. of Food Engineering*. 2012. Vol. 111. P. 618–624.
 15. *Colorimetric method* for determination of sugars and related substances/M.Dubois, K.A.Gilles, J.K.Hamilton, P.A.Rebers, F.Smith // *J. of Analyt. Chem.* 1956. Vol. 28. P. 350–356.
 16. *Usov A.I., Bilan M.I., Klochkova N.G.* Polysaccharides of algae. 48. Polysaccharide composition of several calcareous red algae: isolation of alginate from *Corallina pilulifera* P. et R. (Rhodophyta, Corallinaceae) // *Botanica Marina*. 1995. Vol. 38. P. 43–51.
 17. *Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.* Protein measurement with the Folin phenol reagent // *J. of Biological Chemistry*. 1951. Vol. 193. P. 265–279.
 18. *York W.S., Darvill A.G., McNeil M.A., Stevenson T.T.* // *Methods enzymology*. 1985. Vol. 118. P. 3–40.
 19. *Combined effects* of ascorbic acid and chitosan on the quality maintenance and shelf life of plums /K.Liu, C.Yuan, Y.Chen, H.Li, J.Liu// *Scientia Horticulturae*. 2014. Vol. 176. P. 45–53.
 20. *Boothby D.* The pectic components of plum fruits // *Phytochemistry*. 1980. Vol. 19. P. 1949–1953.
 21. *In vivo and in vitro* swelling of cell walls during fruit ripening / R.J. Redgwell, E. MacRae, I. Hallett, M. Fischer, J. Perry, R. Harker // *Planta*. 1997. Vol. 203. P. 162–173.
 22. *Renard C., Ginies C.* Comparison of the cell wall composition for flesh and skin from five

- different plums // Food Chemistry. 2009. Vol. 114. P. 1042–1049.
23. *Boothby D.* Pectic substances in developing and ripening plum fruits // J. of the Science of Food and Agriculture. 1983. Vol. 34. P. 1117–1122.
24. *Nunes C., Saraiva J.A., Coimbra M.A.* Effect of candying on cell wall polysaccharides of plums (*Prunus domestica* L.) and influence of cell wall enzymes // Food Chemistry. 2008. Vol. 111. P. 538–548.
25. *Bourne M.* Food Texture and Viscosity: Concept and measurement, 2nd Edition. San Diego: Academic Press, 2002. 416 p.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 001.32:55(09)(470.13-25)
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-50-58

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ: 60 ЛЕТ ПОИСКОВ И ОТКРЫТИЙ

И.Н. БУРЦЕВ

*Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
burtsev@geo.komisc.ru*

В статье представлена краткая история создания института, развития основных направлений его научных исследований и ключевые достижения на различных этапах становления. Приведены наиболее значимые результаты научной деятельности, сформированы основные направления исследований и научных работ в контексте государственных приоритетов развития науки.

Ключевые слова: Республика Коми, науки о Земле, минеральные ресурсы, топливно-энергетический комплекс, горная промышленность, транспортные коридоры

I.N.BURTSEV. INSTITUTE OF GEOLOGY: 60 YEARS OF RESEARCH AND DISCOVERY

The article presents a brief history of the Institute, the development of the main directions of its research and key achievements at various stages of formation. Researches of the Institute of Geology cover a wide field of Earth Sciences. The well-known works of employees in related, boundary areas allowed to form such scientific directions as archaeomineralogy, vitamineralogy, nanomineralogy, lithochemistry, paleobiogeochemistry, the concept of coevolution of the mineral and living world and the origin of life, the concept of self-organization of matter, the basics of bacterial lithogenesis. Since its foundation, the Institute has been playing an important role in coordinating scientific geological research in the region, implementing the program of development of the mineral resource base, creating the key elements of the mineral complex and the formation of the industrial structure of the region. Close cooperation with production enterprises has led to complicity in the discovery, exploration and development of mineral deposits - coal of the Pechora basin, oil, gas, shale oil of the Timan-Pechora province, bauxites, diamonds, gold, titanium ore from the Timan ridge, barites, copper, manganese, high purity quartz and gold ore in the Urals, fluorite, manganese, non-ferrous metals in Pai-Khoi and Novaya Zemlya. The most significant results of scientific activity are given, the main directions of research and scientific developments in the context of the state priorities of science development are formulated

Keywords: the Komi Republic, Earth Sciences, mineral resources, fuel and energy complex, mining industry, transport corridors

Краткая история создания Института геологии

Предыстория создания института непосредственным образом связана с изучением Печорского края, оценкой его природно-ресурсного потенциала. В деталях она освещена во многих публикациях [1–8].

Интерес к изучению, освоению и обживанию нашего региона был обусловлен его природно-ресурсным потенциалом и необходимостью защиты национальных интересов на севере страны. В XVIII–XIX вв. только Российской академией наук и Русским географическим обществом для изучения Печорского края было организовано 15 комплексных экспедиций под руководством И.И. Лепехина (1771–1772 гг.), А.А. Кейзерлинга (1843 г.), П.И. Кру-

зенштерна, Э.К. Гофмана (1847–1850 гг.), Е.С. Федорова (1887–1890 гг.), Ф.Н. Чернышева (1889–1890 гг.) и других выдающихся исследователей. Большой вклад внесли предприниматели, промышленники, меценаты, своими силами и средствами способствовавшие изучению и развитию региона – В.Н. Латкин, М.К. Сидоров, династии Рябушинских, Сухановых и многие другие патриоты.

После Октябрьской революции необходимо было срочно решить вопросы обеспечения страны топливными ресурсами и это обусловило изучение месторождений нефти и проявлений угля на Европейском Севере. Уже в начале 1918 г. отправляются ревизионные экспедиции в Ухтинский район, начинают разрабатываться планы крупномасштабных

геологоразведочных работ. Президиум ВСНХ учредил 4 марта 1920 г. Северную научно-промысловую экспедицию, в состав которой вошли крупнейшие ученые: А.П. Карпинский, А.Е. Ферсман, Р.С. Самойлович и другие. Экспедиция направила в разные районы европейского Севера 23 исследовательских отряда, среди которых был и Печорский отряд А.А. Чернова. Под его руководством в это время проводились геологические съемки и поиски полезных ископаемых на Северном Урале. Изучение угольных проявлений на реках Кожим, Инта, Косью, Неча, Адзьява позволило А.А. Чернову сформулировать летом 1924 г. судьбоносный для Республики Коми вывод: «Таким образом, в настоящее время начинают выступать на Северо-Востоке европейской части СССР неясные контуры большого каменноугольного бассейна, который, естественно, назвать Печорским» (цитируется по [7]). В 1926 г. результаты геологических исследований были опубликованы в работе «Полезные ископаемые Печорского края» [9].

В связи с образованием Автономной области Коми (Зырян) в эти годы встал вопрос об ее ускоренной индустриализации. Необходимо было решить задачи развития лесной и горнодобывающей промышленности, организации транспортной сети, обеспечения рабочей силой. Научное обоснование комплексного решения этих проблем дала Печорская бригада Полярной комиссии АН СССР под руководством акад. А.П. Карпинского, разработав Рабочую гипотезу народнохозяйственного освоения Ухто-Печорского края на период 1935–1950 гг. С работой Печорской бригады самым непосредственным образом связано становление академической науки в регионе [10, 8].

21 августа 2019 г. Республика Коми будет отмечать 90-летие со дня прибытия на р. Ухту экспедиции ОГПУ [11]. Это отправная веха, фиксирующая начало широкомасштабного развертывания геологоразведочных работ в регионе, выявления и освоения многих месторождений полезных ископаемых. Возможно, определенную роль в организации этой экспедиции сыграл доклад А.А. Чернова и А.Ф. Лебедева об углях и нефти Печорского края и Тимана, сделанный члену коллегии ОГПУ Г. Бокию. Хотя оценка нефтегазоносности Ухтинского района А.А. Чернова на первых порах была более осторожной по сравнению с оценкой Н.Н. Тихоновича [12]. Поиски сырьевых источников радиоактивных материалов также входили в первоочередные задачи Ухтинской экспедиции [13].

Открытие в 1930 г. Г.А. Черновым углей Воркутского месторождения определило не только интенсивное развитие угольной геологоразведки и создание угольной промышленности Коми АО, но и формирование различных направлений угольной (и не только) науки. Хоть и не по своей воле, но в Воркуте и Инте работали крупные ученые и высокопрофессиональные специалисты (Г.Л. Стадников – номинант на Нобелевскую премию в 1957 г., Н.М. Федоровский, Б.Н. Артемьев, К.Г. Войновский-Кригер, В.В. Гречухин, А.В. Македонов, А.Д. Миклухо-Маклай, Г.П. Софронов и многие другие). Для многих из

наших сотрудников они были учителями, соратниками, коллегами.

15 декабря 1933 г. в Архангельске создано Бюро по изучению Северного края Полярной комиссии АН СССР. В 1936 г. оно преобразовано в Северную базу АН СССР, которая стала самостоятельным научно-исследовательским учреждением. Геологический сектор Северной базы возглавил А.А. Чернов.

Обширные геологические исследования проводили в регионе разные ведомства и, безусловно, требовалась их координация. Главный геолог Ухто-Печорского треста Н.Н. Тихонович писал об этом в июле 1939 г.: «Необходимо, чтобы Академия наук СССР организовала свой филиал в Коми АССР, который мог бы объединить и возглавить всю научно-исследовательскую работу по изучению производительных сил края» (цитируется по [7]). В августе 1939 г. была создана сыктывкарская группа Северной базы АН СССР, которую возглавил геолог П.Д. Калинин, а в 1944 г. – База Академии наук в Коми АССР, с Отделом геологии, руководителем отдела стал А.А. Чернов [5].

В 1949 г. в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР (Постановление от 7 сентября 1949 г., № 3718) существовавшие в стране академические базы были преобразованы в филиалы АН СССР. Относительно организации Института геологии у руководства Коми базы были сомнения, вследствие малочисленности геологического отдела (всего 10 чел., из них восемь научных сотрудников и один аспирант) и слабых возможностей республики для подготовки геологических кадров [14]. Напомним, что в этот год в отделе (1945–1952 гг. именовался сектором) работали: А.А. Чернов, М.В. Фишман, Н.Н. Кузькокова, П.Д. Калинин, А.И. Першина, Т.В. Яковлева, В.И. Есева (Сорвачева), В.И. Есев, З.П. Михайлова (Майская), А.Н. Михайлов. И тем не менее 27 октября 1949 г. А.А. Чернов подал проект создания Геологического института [15] с примерной его структурой: отдел геологии с петрографией осадочных пород, группа палеонтологии; отдел минералогии с петрографией кристаллических пород; отдел четвертичной геологии и геоморфологии; химико-аналитическая лаборатория; геологический музей; шлифовальная мастерская.

Руководство республики также поддерживало необходимым организацию Геологического института. На заседании бюро Коми обкома ВКПб 6 декабря 1949 г. утвержден Президиум филиала, в состав которого в «должности» и.о. директора создаваемого Института геологии вошел А.А. Чернов. Летом 1950 г. на заседании бюро Совета филиалов АН СССР была утверждена другая структура Коми филиала АН СССР, за основу взяты сектора, которые в 1953 г. преобразованы в отделы.

Этапы становления института

В конце 1940-х – начале 1950-х гг. Коми филиал АН СССР, в том числе и геологи, работали над решением крупных народнохозяйственных проблем, связанных с промышленным освоением необжитых районов европейского Северо-Востока, энерго-

обеспечением, расширением перспектив Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и развитием Урало-Печорской угольно-металлургической базы. Эта работа проводилась совместно с Советом по изучению производительных сил (СОПС) и научно-исследовательскими институтами Уральского региона. Результатом работ стало первое монографическое обобщение «Производительные силы Коми АССР». Первый том этого фундаментального труда под названием «Геологическое строение и полезные ископаемые Коми АССР» был издан в 1953 г. В этой работе освещены прогноз нефтегазоносности антиклинальных структур средней Печоры (будущий Вуктыл) и перспективы освоения ресурсов восточной части Большеземельской тундры. Этот труд, как итог многолетних геологических исследований, и вклад в его создание А.А. Чернова были высоко оценены Академией наук и государством. В 1952 г. А.А. Чернов стал лауреатом высших наград: академической геологической (золотая медаль им. А.П.Карпинского), а в 1953 г. – государственной (орден Ленина).

В марте 1954 г. состоялся ряд важных совещаний, посвященных вопросам освоения полезных ископаемых региона (при Коми обкоме КПСС, в СОПСе, выездные заседания в Ухте и Воркуте). Были рассмотрены проблемы развития Ухтинского и Печорского промышленных районов, угольной промышленности Воркуты. Работа геологов Коми филиала Академии наук получила высокую оценку, с выделением дополнительного финансирования и увеличения штата геологического отдела.

Уже на этапе становления отдела геологии в работе коллектива становится нормой заданная А.А.Черновым [9, 16, 17, 18] практика подготовки регулярных специализированных обобщений по геологическому строению, изученности и минерально-сырьевому потенциалу региона.

Расширение районов исследований – от Печорского Урала до Тимана и Русской платформы – требовали значительного увеличения численного состава Отдела геологии. За период 1952–1956 гг. коллектив пополнился целой плеядой специалистов: В.А.Варсановьева, А.И.Елисеев, Г.В.Симаков, З.П.Михайлова (Майская), Н.В.Калашников, В.И.Чалышев, В.А.Чермных, Б.И. Гуслицер, Б.А.Голдин, Л.П.Павлов, Л.М.Варюхина и Г.Е.Юшкова.

В мае 1957 г. отдел геологии Архангельского стационара АН СССР был переведен в отдел геологии Коми филиала, который пополнился сотрудниками: к.г.-м.н. М.А. Плотников (бывший директор Архангельского стационара), О.С. Кочетков, В.А. Молин, Э.И. Девятова, Т.А. Девятая, И.К. Тарамжина, А.Н. Будрина, И.Б. Арчегова. Поступил на работу Г.А. Чернов. В этом же году из ЦНИЛ Ухткомбината был принят на работу в отдел к.г.-м.н. В.А. Разницын, пришли В.В. Хлыбов и Э.И. Лосева.

Усиление отдела высокопрофессиональными кадрами, как и приход большого числа молодых специалистов, дало уже больше оснований и возможностей для организации института.

18 февраля 1957 г. составленный А.А. Черновым проект организации в Коми филиале АН СССР

Геологического института был направлен в Совет по координации и Президиум Академии наук СССР.

На этот момент геологический отдел имел следующие ячейки (группы) для организации исследовательских подразделений в виде секторов и лабораторий:

Секторы: стратиграфии и тектоники; палеонтология; литологии; минералогии и петрографии; геоморфологии и четвертичных отложений; горючих ископаемых;

Лаборатории: химико-аналитическая; шлихового анализа; спектроскопического анализа; шлифовальная мастерская; фотолаборатория и чертежная;

Геологический музей.

Дальнейшее развитие виделось А.А. Чернову в создании секторов рудных и нерудных полезных ископаемых, гидрогеологии и инженерной геологии, физических и геофизических методов исследований. В той или иной мере эти направления также получили свое развитие.

Как видим, А.А. Чернов, непосредственно организуя и возглавляя более 20 лет научные геологические исследования в регионе, безусловно, является основателем Института геологии. Выделенные им базовые направления геологических исследований сохраняются и развиваются до настоящего времени. Память о Герое Социалистического Труда, дважды кавалера ордена Ленина, орденов Красной Звезды и Трудового Красного Знамени, проф. А.А.Чернова увековечена в Республике Коми и других регионах страны. Его именем названы поднятие на северо-западе Печорского бассейна, новый минерал черновит (открытый в 1966 г. Б.А. Голдиным, Н.П. Юшкиным и М.В. Фишманом), ископаемые растения из пермских отложений, улицы в Сыктывкаре, Воркуте, Ухте, Инте. В Воркуте установлен памятник А.А.Чернову как первооткрывателю Печорского бассейна. В Институте геологии научный геологический музей носит его имя.

Основные этапы развития

Научная специализация института при его организации – изучение истории геологического развития северных территорий европейской части СССР, особенности формирования и размещения осадочных, метаморфических и магматических формаций и связанных с ними полезных ископаемых для целей совершенствования научного прогноза поисков рудных и нерудных месторождений. Утвержденная Президиумом Академии наук структура созданного института практически полностью повторяла проект А.А. Чернова. Директором института в 1958 г. был назначен Ю.П.Ивенсен – великолепный специалист в области региональной металлогении и рудогенеза, опытный организатор как научно-исследовательских работ, так и практической геологической деятельности. Юрий Павлович был первооткрывателем нескольких месторождений полиметаллических, сурьмяно-ртутных, олово-вольфрамовых руд в Средней Азии, исследовал геологию и петрологию рудоносных магматических комплексов на Кольском полуострове, на Тимане и в Якутии,

детально изучал золоторудные месторождения, разработав их оригинальную классификацию на формационно-тектонической основе. Проработал он немного, но успел за короткий срок выполнить большой объем исследований на Тимане. Его монография («Магматизм Тимана и полуострова Канин», 1964) до настоящего времени не утратила актуальности и активно используется нашими сотрудниками. Памяти первого директора Институт геологии посвящает Черновские чтения.

В 1961 г. на должность директора института заступил М.В. Фишман. К этому времени штат фактически двукратно увеличивается. Если на момент организации института в штате числилось 39 чел., то всего через четыре года, в 1962 г., коллектив насчитывал уже 75 чел. Это довольно крупный коллектив даже по сегодняшним меркам. В институт пришли И.К.Полетаев, В.В.Беляев, Б.А.Мальков, Г.А.Маркова, И.В. Швецова, Э.С.Щербаков, Г.Ф. Буданов, В.Н. Пучков, И.Г. Гладкова, В.П. Давыдов, Т.И. Иванова, Е.П. Калинин, М.П. Кетрис, В.Я. Овченков, В.Г. Оловянишников, М.Б. Соколов, Н.В. Суханов, Н.И. Тимонин, Р.Г.Тимонина, В.С.Цыганко, Н.П. Юшкин, К.П.Янулов. Институт перебазируется в новое здание. Значительно укрепляется лабораторная база.

Сотрудники института в этот период разрабатывают две крупные проблемы: «Единая стратиграфическая шкала СССР» и «Закономерности размещения полезных ископаемых в земной коре». Налаживается тесное взаимодействие с производственными организациями, координирующими структурами. Так, например, Межведомственным стратиграфическим комитетом Урала и Русской платформы утверждаются разработанные нашими сотрудниками новые схемы стратиграфии палеозоя, Тимана и Урала. Под редакцией А.А. Чернова выходит в свет важное обобщение – первый том монографического издания «Геологическая изученность СССР», раздел Коми АССР (1962). Продолжение этой работы в виде отдельных изданий опубликовано в 1968, 1969, 1973, 1976, 1977, 1978, 1979 гг. Геологическое описание территорий Урала, Пай-Хоя, Тимана и Печорской изменности дается В.А. Варсанюфьевой в разделе многотомного издания «Геология СССР» [19, 20].

Временем крупных открытий и научных обобщений стал период 1964–1984 гг. Штат учреждения непрерывно растет – к началу 1970-х гг. до 130 чел., а к началу 1980-х он достигает 200 чел. Перечисление всех работающих в это время сотрудников невозможно в силу ограниченного объема публикации, но эти сведения можно почерпнуть из опубликованных работ [21, 3] и на сайте Института геологии в разделе Летопись Института (www.geo.komisc.ru).

Окончательно сформировались основные научные направления исследований и структура института, необходимая для выполнения поставленных задач. Появились и получили признание новые научные школы и направления, возглавляемые Н.П. Юшкиным, В.А. Дедеевым, А.И. Елисеевым, Я.Э. Юдовичем. В практику научных исследований внедрены новые методы – изотопный ана-

лиз, оптическая спектроскопия, ИК- и ЭПР-спектроскопия, электронная микроскопия, лазерный микроанализ и др.

Исследования были направлены на решение крупных задач, связанных с расширением и освоением минерально-сырьевой базы Тимано-Печорского территориально-производственного комплекса. Выполняются работы по разработке региональных стратиграфических схем, созданию комплексных моделей строения и развития литосферы, установлению условий формирования и закономерностей размещения широкого круга полезных ископаемых, выяснению технологических свойств руд, по прогнозу и методам геолого-экономической оценки месторождений, по разработке автоматизированных систем подсчета запасов.

Результаты исследований в области литологии и минералогии бокситоносных отложения Южного и Среднего Тимана, титановых руд Ярегского месторождения, минералогическое картирование хрусталеносных месторождений Приполярного Урала, разработка детальной стратиграфической схемы пермских отложений в Печорском угольном бассейне были востребованы геологоразведочной отраслью и дали значительный экономический эффект.

Создание в 1975 г. отдела геологии горючих ископаемых во главе с В.А. Дедеевым перевело на самый высокий уровень исследования в области региональной геологии, тектоники, нефтегазовой геологии, органической геохимии, задало долгосрочный тренд развития этих разделов науки в регионе. Совместно с УТГУ и ВНИГРИ составлена тектоническая карта севера Русской плиты. На основе обобщения материалов по тектонике, глубинному строению, онтогенезу углеводородного сырья была дана оценка ресурсов и запасов углеводородов (в том числе попутного гелия) Тимано-Печорской провинции и прилегающих слабоизученных территорий, обосновано нефтегазогеологическое районирование и перспективы Колвинского, Печоро-Кожвинского, Шапкина-Юрьяхинского мегавалов, Денисовской впадины, построены карты распространения коллекторов, гидрогеохимические карты, разработаны методики, алгоритмы и составлены программы для ЭВМ для подсчета запасов, обоснования оптимальной степени разведанности нефтяных и газовых месторождений.

Были подготовлены крупные региональные обобщения по литологии, биостратиграфии палеозойских отложений, геохимии горючих сланцев, углей, черносланцевых формаций, построены прогнозные карты угленосности и сланценосности.

Значительный вклад сделан в решение проблем теоретической и прикладной минералогии, создание научных основ и методов минералогического картирования месторождений и рудоносных районов Тимана, Урала, Пай-Хоя и Новой Земли, широко выполнялось экспериментальное моделирование процессов минералообразования. Выявленные закономерности пространственно-временного изменения морфологии кристаллов зарегистрированы совместно с болгарскими учеными как международное научное открытие. Под руковод-

ством Н.П. Юшкина решена важная проблема получения и использования оптического флюорита в стратегических отраслях, что было отмечено премией Совета Министров СССР. Произведенная в эти годы оценка ресурсного потенциала Уральско-Новоземельской флюоритоносной провинции актуальна и по настоящее время.

В тесном сотрудничестве с геологами Ухтинской ГРЭ, ВИМСа, ИГЕМа были детально изучены условия образования, залегания залежей бокситов на Южном и Среднем Тимане, качественные характеристики руд, что позволило впоследствии начать промышленное освоение месторождений.

Взаимодействие с производственными организациями максимально проявилось именно в этот период. Было заключено более 20 договоров о творческом содружестве с крупнейшими геологическими объединениями – Полярноуралгеология, Ухтанефтегазгеология, Ухтинским и Архангельским ТГУ, отраслевыми институтами и организациями – ВНИГРИ, ВИМС, Севморгео, Северкварцсамоцветы, высшими учебными заведениями – Томским политехническим институтом и другими организациями. Кроме того, был заключен Генеральный договор о творческом содружестве с Мингео СССР, к которому был приложен конкретный перечень научных проблем, подлежащих совместной разработке. Следует отметить, что сегодня аналогичный большой договор планируют заключить Отделение наук о Земле РАН и Федеральное агентство по недропользованию, а в рамках его – Институт геологии заключит соглашения с отраслевыми институтами (ВИМС и др.).

Помимо прямого договорного взаимодействия, координация научно-исследовательских работ осуществлялась посредством проведения геологических конференций и обсуждения на них злободневных вопросов.

В 1968 г. был создан Геологический музей им. А.А. Чернова. После переезда в 1985 г. в новое здание института М.В. Фишман вложил душу и все свои силы в создание того вида основных залов, который и наблюдают сейчас его посетители.

В 2019 г. институт организует мероприятия, посвященные 100-летней годовщине директора института, д.г.-м.н., профессора М.В. Фишмана, ветерана Великой Отечественной войны, удостоенного боевой награды (медаль «За боевые заслуги»), кавалера орденов Отечественной войны, Трудового Красного Знамени и «Ордена Почета».

Период с конца 1980 г. по 2003 г. был назван эпохой потрясений [7]. С учетом того факта, что в последние годы институт несколько раз переименовывался, затем у него менялся учредитель, и в конце концов он был ликвидирован как юридическое лицо, период нестабильности продолжается.

С 1985 г. по 2008 г. институт возглавляет Н.П. Юшкин. В 1987 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук, в 1990 г. – академиком, в 2002 г. стал вице-президентом Международной минералогической ассоциации.

Это были трудные годы, но они открыли и новые перспективы. Было построено новое здание

для института (ул. Первомайская, д. 54). Получено качественно новое исследовательское оборудование (рентгеновское, масс-спектрометрическое для элементного анализа и определения стабильных изотопов, хроматографическое и др.). Продолжилось развитие новых научных направлений – минерального организобиоза, витаминералогии, археоминералогии, наноминералогии, литохимии. Расширилась география сотрудничества с отечественными и иностранными коллегами. Сотрудники института особенно активно участвовали в международных форумах за рубежом. Сыктывкарская минералогическая школа приобретает международное признание [22, 6].

Ученые института принимают участие в разработке моделей строения и развития земной коры и верхней мантии региона, решении сложных вопросов стратиграфии фанерозоя, эволюции магматических и метаморфических комплексов. Изучение минерального вещества детализировалось до наноуровня, расширились его границы. Разрабатывались и обсуждались проблемы алмазности, минерально-сырьевого потенциала южных районов Республики Коми, развития отрасли строительных материалов.

Проведенные исследования способствовали открытию, изучению и в разной мере освоению широкого круга месторождений и проявлений полезных ископаемых – угля, нефти, природных газов, горючих сланцев, бокситов, титановых руд, коренного и россыпного золота, меди, особо чистого кварцевожильного сырья, баритов, хромитов, марганцевых руд.

В 1992 г. в институте организован и начал работу диссертационный совет Д 200.21.01 по защите докторских и кандидатских диссертаций. Первая успешная защита кандидатской диссертации (Ю.И.Пыстина) состоялась 29 июня 1993 г., докторской диссертации (Н.А.Шуреков) – 25 июня 1996 г. С 1995 г. стал выходить журнал «Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН», получивший широкую известность и занявший достойную нишу среди научных геологических журналов. В 2010 г. «Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН» первым в регионе был включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов (список ВАК).

В 1996 г. была создана кафедра геологии в Сыктывкарском государственном университете.

Если А.А. Чернов задал основные направления деятельности института, М.В. Фишман их развил, то широкого признания института в научном обществе добился Н.П. Юшкин. Он сделал «лицо института». Поэтому не было сомнений в том, что институт должен носить имя акад. Н.П. Юшкина (с 2017 г.). В г.Сыктывкаре именем Н.П. Юшкина названа улица в одном из новых микрорайонов. Уральское отделение РАН ежегодно объявляет конкурс и вручает диплом имени Н.П. Юшкина за научные труды, научные открытия и изобретения, имеющие большое значение для науки и практики в области наук о Земле. Мемориальные доски установлены на здании Института геологии и на родительском доме в деревне Ивангора (Весьегонский

район Тверской области). Памяти этого выдающегося ученого посвящаются регулярные научные форумы, получившие название «Юшкинских чтений». В Институте геологии сохраняется мемориальный кабинет акад. Н.П. Юшкина как часть Геологического музея имени А.А. Чернова.

С 2008 г. по 2017 г. институт возглавлял акад. А.М. Асхабов. В эти не менее трудные для Российской академии наук годы получили дальнейшее развитие основные научные направления исследований. Сохранен кадровый потенциал и все другие начинания, к которым институт шел долгие годы.

Перспективы и приоритеты научных исследований

В настоящее время Институт геологии представляет собой крупное подразделение в составе Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».

В структуре института находится 14 научных лабораторий (региональной геологии, стратиграфии, палеонтологии, геологии кайнозоя, геологии нефтегазовых бассейнов, органической геохимии, литологии и геохимии осадочных формаций, петрографии, минералогии, экспериментальной минералогии, минералогии алмаза, минерально-сырьевых ресурсов, технологии минерального сырья, Геофизическая обсерватория «Сыктывкар»), научная группа изотопной геохимии, лаборатория химии минерального сырья и Геологический музей имени А.А. Чернова, издательско-информационный отдел, шлифовальная мастерская, группа автоматизации научных исследований, группа материально-технического снабжения и логистики, группа эксплуатации зданий и сооружений.

В институте работают 226 чел., из них научных сотрудников – 116 чел., среди которых один академик РАН, 21 доктор и 66 кандидатов наук. Средний возраст научных работников – 48 лет. Выполнение экспериментальных работ, проведение аналитических исследований на сложном научном оборудовании обеспечиваются большим штатом инженерно-технических работников, среди которых две трети имеют высшее образование.

Среди всех сотрудников института и штата научных работников примерно одинаковую долю занимает молодежь (более 25 % численности).

С учетом имеющегося кадрового потенциала и исследовательских компетенций на базе института возможно создание крупного регионального мультидисциплинарного центра просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской спектроскопии и томографии, усиление и расширение других групп спектроскопических (ЭПР, ИК-Фурье, Рамановской, Мессбауэровской) и масс-спектрометрических исследований (анализ стабильных изотопов углерода, кислорода, серы, водорода, азота, серы).

Институт оснащен комплексом лабораторного оборудования для анализа элементного и изотопного состава, структурных особенностей, физических свойств и технологических характеристик

минерального вещества, однако новых приборов – считанные единицы. Аналитическая база требует кардинальной модернизации практически по всем направлениям исследований. Современные минералогические исследования сложных, наноразмерных и наноструктурированных объектов невозможны без соответствующего оборудования и приложений.

Развитие методов элементного анализа институт осуществляет посредством ввода в эксплуатацию масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой Agilent 7700, который в ближайшее время необходимо дополнить установкой лазерной абляции твердых проб. В планах также развитие рентгеновского микроанализа, спектроскопии комбинационного рассеяния света (электронные микроскопы Cameca SX Five, Tescan MIRA3 XM, с волновыми и энергодисперсионными приставками-спектрометрами, просвечивающий электронный микроскоп Talos F200i с термоэмиссионным катодом S-FEG и энергетическим фильтром, рамановский микроспектрометр LabRAMHRUV-VIS-NIR и другие).

Для развития прогнозных построений в нефтегазовой геологии необходим кардинальный переход в методах исследований органического вещества (пиролиз по методу Rock-Eval, рентгеновская микротомография для определения емкостно-фильтрационных свойств и других характеристик, хромато-масс-спектрометрия для качественного и количественного анализа углеводов, анализатор углерода, элементный CHNOS-анализатор, автоматизированная автоклавная установка для моделирования условий преобразования органического вещества, специализированные микроскопы для углепетрографических исследований и другие приборы).

Наш опыт работы, фундамент накопленных знаний и высокопрофессиональный коллектив обеспечивают институту основу для решения самых сложных задач. Дополнительной поддержкой является сбалансированность по охватываемым научным направлениям и группам исследователей. Это та самая универсальность и комплексность исследований института, сформировавшаяся еще в 1970-е гг., которая впоследствии по-простому, но метко была названа Н.П. Юшкиным «геологическим универмагом». Она позволяет выполнять глубокие фундаментальные исследования, работать на стыке научных направлений и участвовать в междисциплинарных проектах в сформированном Федеральном исследовательском центре.

Очевидно, что все наши исследования характеризуют собой возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом потребности человечества в природных ресурсах и новых технологиях.

Говоря о перспективных планах, особо следует подчеркнуть: в институте продолжается разработка комплексных моделей строения и геодинамической эволюции Тимано-Североуральского сегмента литосферы для различных отрезков геологического времени, начиная с раннего докембрия; сравнительный анализ и реконструкция событий

различной природы и ранга в фанерозое на европейском Северо-Востоке России, как основа интерфациальной корреляции; изучение механизмов кристаллообразования, закономерностей зарождения и роста кристаллов, условий минералообразования в различных геологических средах, биоминеральных взаимодействий; изучение минералогии месторождений различных полезных ископаемых, совершенствование и разработка методов обогащения и модифицирования минерального сырья, создание технологий синтеза новых материалов на минеральной основе.

Разрабатываются новые научно-технические решения в области теории и методики прогноза, поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Институт является лидером в изучении геологического строения и геохимии органического вещества месторождений высоковязких нефтей Тимано-Печорской провинции, ископаемых углей Печорского бассейна, горючих сланцев Вычегодского и Тимано-Печорского осадочных бассейнов. В институте проводится экспериментальное моделирование процессов нефтегазообразования, изучение строения высокомолекулярных компонентов ископаемого органического вещества: керогена пород, асфальтенов битумоида и нефти, органической массы углей, горючих сланцев. Для ответа на запросы различных отраслей экономики региона, связанных с добычей и глубокой переработкой минерального сырья, Институт геологии планирует создание геотехнологического инжинирингового центра. Его задачами станут проведение технологических исследований и подготовка технико-экономических обоснований на предпроектной стадии изучения и освоения месторождений полезных ископаемых, а также поисковые научные исследования.

Сотрудники института вовлечены в проблему обеспечения территории Российской Федерации за счет создания межрегиональных и международных транспортно-логистических систем, освоения и использования природных ресурсов Арктики. Определяются основные направления участия и роль Республики Коми в реализации государственной программы социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации, уточняются панарктические функции Ненецкой и Воркутинской опорных зон. Выделяются горнопромышленные узлы – будущие точки экономического роста, определяются направления социально-экономического и промышленного развития территорий в связи с развитием горнорудной, угольной отраслей, проектами диверсификации экономики, созданием новых производств. Обобщаются геологические материалы по рудным узлам и районам, устанавливаются основные этапы рудогенеза, выделяются перспективные участки для проведения геологоразведочных работ, дается сводная оценка ресурсного потенциала, в том числе Арктической зоны Российской Федерации.

Отметим, что в арктические территории Институт геологии направил более 100 геологических экспедиций, накопив огромный опыт и знания [4, 23].

Повторить в таких объемах и масштабах выполненные ранее на Северном Тимане, Канине, Пай-Хое и Новой Земле работы очень трудно, практически невозможно, настолько они будут затратны и организационно сложны. Поэтому институт остается уникальным центром компетенций, хранителем каменного материала и для другой первичной геологической информации для всех организаций, работающих в Арктике.

Возможности и опыт работы коллектива позволяют Институту геологии эффективно участвовать в междисциплинарных проектах институтов Федерального исследовательского центра в области изучения природных ресурсов, особо охраняемых природных территорий, мониторинга компонентов природной среды и экологической оценки территорий и проектов создания промышленных производств, создания новых материалов на минеральной и биоминеральной основе, в работах по повышению продуктивности земель сельскохозяйственного назначения и использованию агрохимического сырья и различных минеральных добавок.

Современные подходы к исследованиям, наши опыт и профессионализм обеспечивают устойчивое положение и поступательное развитие института в будущее.

Литература

1. *История геологических исследований на европейском Северо-Востоке*. Сыктывкар, 1991. 122 с.
2. *Коми научному центру Уральского отделения Российской академии наук 50 лет / отв. редактор Н.И. Тимонин*. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1994. 158 с.
3. *Беляев В.В., Юшкин Н.П.* Летопись Института геологии. Сыктывкар, 1998. 88 с.
4. *Фишман М.В.* Экспедиционные исследования Института геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Сыктывкар, 2000. 368 с.
5. *Документальная история Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук*. Коми филиал АН СССР в 1944–1965 гг. Сыктывкар, 2009. 456 с.
6. *Юшкин Н.П.* Институту геологии 50 лет // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2008. № 11. С. 1–5.
7. *Асхабов А.М., Иевлев А.А.* Институт геологии Коми НЦ УрО РАН: 55 лет научного поиска и открытий // Известия Коми научного центра УрО РАН. Вып. 4 (16). Сыктывкар, 2013. С. 61–67.
8. *Роцевский М.П., Роцевская Л.П., Бровина А.А.* Печорская бригада академика А.П. Карпинского/ Коми научный центр УрО РАН. Сыктывкар, 2015. 646 с.
9. *Чернов А.А.* Полезные ископаемые Печорского края. М., 1926. 50 с. (Тр. Института по изучению Севера. Вып. 35).
10. *Иевлев А.А., Асхабов А.М.* Предыстория образования Института геологии Коми научного центра УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2013.

11. *Подбитая на взлете* (К истории Ухтинской геологоразведочной экспедиции) / А.М. Плякин, Г.Е. Трофимов, В.В. Лушков, В.Я. Назаров. 2-е изд., испр. и доп. Ухта: ТП НИЦ, 2002. 240 с.
12. *Иевлев А.А.* Ухтинская экспедиция ОГПУ: старт промышленного освоения недр Печорского края // Арктика и Север. 2014. № 16. С. 91–115.
13. *Гуменюк А.С.* Тимано-Уральский треугольник. Сыктывкар, 2005. 518 с.
14. *Протокол № 9* заседания Ученого совета базы АН СССР в Коми АССР от 26 октября 1949 г. «О преобразовании базы в филиал и о структуре филиала». Научный архив Коми НЦ УрО РАН. Ф.7. Оп.1. Д. 154.
15. *Чернов А.А.* Предварительный проект организации Геологического института при Коми филиале АН СССР. 1949. Научный архив Коми НЦ УрО РАН. Ф.7. Оп. 1. Д. 206, 207.
16. *Чернов А.А.* Полезные ископаемые Печорского края с Пай-Хоем, Вайгачем и Южным островом Новой Земли. Архангельск, 1935. 59 с.
17. *Чернов А.А.* Минерально-сырьевая база Северо-Востока европейской части СССР (анализ и перспективы). М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 122 с.
18. *Геологическая изученность СССР.* Коми АССР. Период 1611–1917. Вып. 1./ Отв. ред. А.А. Чернов. Сыктывкар, 1962. 92 с.
19. *Варсановьева В.А.* Урал, Пай-Хой, Тиман и Печорская низменность // Геология СССР. Т.2. Ч.1. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 908–985.
20. *Варсановьева В.А.* Уральская горная область, хребет Пай-Хой и Печорская низменность // Геология СССР. Т.2. Ч.1. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 791–885.
21. *Фишман М.В.* Люди науки. Научные сотрудники Института геологии Коми научного центра УрО Российской АН. Сыктывкар, 1997. 315 с.
22. *Коми научному центру* Уральского отделения Российской академии наук 60 лет. Сыктывкар, 2004. 212 с.
23. *Астахова И.С., Жданова Л.Р.* Геологическое наследие академических экспедиций на арктическом побережье Европейской части России. Арктика и Север. 2016. №25. С. 40–52.
4. *Fishman M.V.* Ekspecionnie issledovaniya Instituta geologii Komi nauchnogo centra Uralskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk [Expedition research of the Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, RAS]. Syktyvkar, 2000. 368 p.
5. *Dokumentalnaya istoriya* Komi nauchnogo centra Uralskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk. Komi filial AN SSSR v 1944-1965 gg. [Documentary history of the Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences. Komi Branch, USSR Academy of Sciences in 1944-1965]. Syktyvkar, 2009. 456 p.
6. *Yushkin N.P.* Institutu geologii 50 let [Institute of Geology is 50] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2008. No. 11. P. 1-5.
7. *Askhabov A.M., Ievlev A.A.* Institut geologii Komi NTs UrO RAN: 55 let nauchnogo poiska i otkritii [Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, RAS: 55 years of scientific research and discoveries] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. Issue 4(16). Syktyvkar, 2013. P. 61-67.
8. *Roshchevsky M.P., Roshchevskaya L.P., Brovina A.A.* Pechorskaya brigada akademika A.P. Karpinskogo [Pechora brigade of academician A.P. Karpinsky] / Komi Science Centre, Ural Branch, RAS. Syktyvkar, 2015. 646 p.
9. *Chernov A.A.* Poleznie iskopaemie Pechorskogo kraja [Mineral resources of the Pechora region]. Moscow, 1926. 50 p. (Proc. of the Institute for the study of the North. Issue 35).
10. *Ievlev A.A., Askhabov A.M.* Predistoriya obrazovaniya Instituta geologii Komi nauchnogo centra UrO RAN [Background of the Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, RAS]. Syktyvkar: Geoprint, 2013.
11. *Podbitaya na vzlete* (K istorii Ukhbinskoi geologorazvedochnoi ekspedicii) [Lined on takeoff (to the history of Ukhta exploration expedition)] / A.M.Plyakin, G.E.Trofimov, V.V.Lushkov, V.Ya.Nazarov. 2-nd edition, revised and updated. Ukhta: TP Res.Centre, 2002. 240 p.
12. *Ievlev A.A.* Ukhbinskaya ekspediciya OGPU: start promyshlennogo osvoeniya nedr Pechorskogo kraja [Ukhta expedition of the Chief Political Administration: start of industrial development of the Pechora region // The Arctic and the North. 2014. No. 16. P. 91-115.
13. *Gumenyuk A.S.* Timano-Uralskii treugolnik [Timan-Urals triangle]. Syktyvkar, 2005. 518 p.
14. *Protokol No. 9* zasedaniya Uchenogo soveta bazy AN SSSR v Komi ASSR ot 26 oktyabrya 1949g. "O preobrazovanii bazy v filial i o strukture filiala" [Protocol № 9 of the meeting of the Scientific Council of the USSR Ac. Sci. base in the Komi ASSR of October 26, 1949 "On the transformation of the base in the branch and on the branch structure"]. Sci. Archive, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. F. 7. Op. 1. D. 154.
15. *Chernov A.A.* Predvaritel'nyy proekt organizatsii Geologicheskogo instituta pri Komi filiale AN SSSR [Preliminary project of the Geological Institute at the Komi Branch of the USSR Aca-

References

1. *Istoriya geologicheskikh issledovaniy na Evropeiskom Severo-vostokei* [History of geological research in the European North-East]. Syktyvkar, 1991. 122 p.
2. *Komi nauchnomu centru* Uralskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk 50 let [The Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences is 50]. Ed. N.I.Timonin. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 1994. 158 p.
3. *Belyaev V.V., Yushkin N.P.* Letopis' Instituta geologii [Chronicle of the Institute of Geology]. Syktyvkar, 1998. 88 p.

- demy of Sciences]. 1949. Sci. Archive, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. F. 7. Op. 1. D. 206, 207.
16. *Chernov A.A.* Poleznie iskopaemie Pechorskogo kraja s Pai Khoem, Vaigachom i Yuzhnym ostrovom Novoi Zemli [Mineral resources of the Pechora region with the Pai-Khoi, Vaigach, and the South island of Novaya Zemlya]. Arkhangelsk, 1935. 59 p.
 17. *Chernov A.A.* Mineralno-syryevaya baza Severo-vostoka Evropeiskoi chasti SSSR (analiz i perspektivy) [Mineral resource base of the North-East of the European part of the USSR (analysis and prospects). Moscow-Leningrad: USSR Ac. Sci. Publ., 1948. 122 p.
 18. *Geologicheskaya izuchennost' SSSR.* Komi ASSR. Period 1611-1917 [Geological study of the USSR. Komi ASSR. Period of 1611-1917]. Issue 1 / Ed. A.A.Chernov. Syktyvkar, 1962. 92 p.
 19. *Varsanofyeva V.A.* Ural, Pai-Khoi, Timan i Pechorskaya nizmennost' [The Urals, Pai-Khoi, the Timan and Pechora lowland] // Geology of the USSR. Vol. 2. Part 1. Moscow: USSR Ac. Sci. Publ., 1963. P. 908-985.
 20. *Varsanofyeva V.A.* Uralskaya gornaya oblast, khrebet Pai-Khoi i Pechorskaya nizmennost' [Ural mountain region, Pai-Khoi ridge and Pechora lowland] // Geology of the USSR. Vol. 2. Part 1. Moscow: USSR Ac. Sci. Publ., 1963. P. 791-885.
 21. *Fishman M.V.* Lyudi nauki. Nauchnie sotrudniki Instituta geologii Komi nauchnogo centra UrO Rossiiskoi AN [People of science. Researchers of the Institute of Geology of the Komi Science Centre, Ural Branch, RAS]. Syktyvkar, 1997. 315 p.
 22. *Komi nauchnomu centru Uralskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk 60 let* [The Komi Science Centre, Ural Branch, RAS is 60]. Syktyvkar, 2004. 212 p.
 23. *Astakhova I.S., Zhdanova L.R.* Geologicheskoe nasledie akademicheskikh ekspedicii na arkticheskom poberezhye Evropeiskoi chasti Rossii. Arktika i Sever [Geological heritage of academic expeditions in the Arctic coast of the European part of Russia. The Arctic and the North]. 2016. No. 25. P. 40-52.

УДК 55(234.851+470.1)

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-59-67

ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКИЙ РЕГИОН: ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ, ВЕЩЕСТВЕННО-СТРУКТУРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ, ВОЗРАСТНЫЕ РУБЕЖИ

А.М. ПЫСТИН, В.Л. АНДРЕИЧЕВ, Н.В. КОНАНОВА, Ю.И. ПЫСТИНА,
А.А. СОБОЛЕВА, В.В. УДОРАТИН, О.В. УДОРАТИНА

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

Показано современное состояние геологической изученности крупного Субарктического региона, включающего север Урала, Пай-Хой, Канино-Тиманский кряж и Печорскую синеклизу. Рассмотрены вопросы глубинного строения территории и дано обоснование главных возрастных рубежей в докембрийской и раннепалеозойской истории геологического развития Тимано-Североуральского сегмента земной коры.

Ключевые слова: север Урала, европейский Северо-Восток, Тиман, глубинное строение, докембрий, тиманиды, уралиды, геохронология

A.M. PYSTIN, V.L. ANDREICHEV, N.V. KONANOVA, YU.I. PYSTINA, A.A. SOBOLEVA, V.V. UDORATIN, O.V. UDORATINA. **THE TIMAN-NORTH URALS REGION: DEEP STRUCTURE, SUBSTANTIVE-STRUCTURAL EVOLUTION, AGE BOUNDARIES**

The present state of geological study of a large subarctic region including the north of the Urals, Pai-Khoi, Kanin-Timan Ridge and the Pechora Syncline is shown. New isotope-geochronological data on metamorphogenic zircons are given, which unambiguously indicate that the Lower-Precambrian complexes are present within the Timan-North Urals region. The results of 3D modeling confirm the idea that they are fragments of the crystalline basement of the East-European platform, involved in the structures of the Timanides and the northern part of the Uralides. It is established that the lower age boundary of the Upper Precambrian formations of the Timan-North Urals region is close to the boundary of the Middle and Late Riphean and, most likely, does not go beyond the Late Riphean, and the time of formation of the collisional orogen Timanides is limited to the Vendian, possibly to the very beginning of the Cambrian. The beginning of the formation of basal deposits of the Paleozoic, testing the processes of large-scale continental riphogenesis, which subsequently have led to the spreading and opening of the Paleo-Ural Ocean, refers to the Cambrian and Ordovician boundary, and the ophiolites, as fragments of the oceanic crust, were formed in the Ordovician.

Keywords: the north of the Urals, the European North-East, Timan, deep structure, the Precambrian, the Timanides, the Urals, geochronology

Введение

Современный уровень геологической изученности Тимано-Североуральского региона определяется главным образом региональными работами, пик которых пришелся на 70–80-е гг. прошлого столетия. Проблемы и нерешенные вопросы, которые сохранились в это время, в определенной степени сохранились и сегодня, а некоторые и обострились в связи с тем, что полученные с использованием современной аппаратуры новые данные вошли в противоречие с результатами более ранних исследований или сложившимися представлениями. В статье авторы касаются нескольких тем, от разработки которых зависит существенное продвижение в познании геологического строения и истории раз-

вития Тимано-Североуральского региона. Это глубинное строение территории, определение нижней возрастной границы распространенных здесь древнейших геологических образований, установление нижнего возрастного рубежа базальных отложений верхнего докембрия, определение времени формирования коллизионного орогена Протоуралид–Тиманид и времени заложения Палеоуральского океана. Эти вопросы в той или иной степени обсуждались сравнительно недавно [1, 2], поэтому в настоящей статье основное внимание будет уделено вновь полученным фактическим данным.

Глубинное строение

В последние годы силами сейсмологической обсерватории «Сыктывкар» Института геологии Ко-

ми НЦ УрО РАН на основе интерпретации данных сейсморазведочных работ и бурения, гравитационного и магнитного полей, а также собственных комплексных исследований выполнено тектоническое районирование кристаллического фундамента Тимано-Североуральского региона и смежных территорий [1, 3, 4 и др.]. Одним из важнейших итогов этой работы явилось уточнение имеющихся данных по расслоенности литосферы северо-восточной окраины Русской плиты. Наряду с известными опорными сейсмическими границами (Φ_0 – поверхность рифейского складчатого фундамента, Φ – поверхность дорифейского кристаллического фундамента, M – поверхность Мохоровичича, отождествляемая с кровлей верхней мантии), установлены дополнительные горизонты: K_1 – K_4 – в земной коре, M_1 – в верхней мантии. Второй важный результат – создание объемных моделей гравиметрического поля для разных глубинных срезов (10, 20 и 50 км). На объемных моделях прослеживается взаимосвязь глубинных, среднеглубинных и приповерхностных структур, в частности, наличие двух систем структурных неоднородностей: северо-западной (тиманской) и северо-восточной (уральской). При этом на средних глубинах плотностные неоднородности, связанные с уральскими структурами, секут Пайхойско-Новоземельскую зону плоскостных неоднородностей. Это может указывать на унаследованный (от доуральских структур) характер пайхоид. Корни Уральских гор на глубине 50 км оказываются смещенными на восток, что подтверждает тезис о восточном падении Уральской сутуры. Находит новое подтверждение давно установленная особенность пространственного положения линейной зоны аномально плотной мантии под Уралом; она не имеет продолжения на Пай-Хой, Вайгач и Новую Землю, а прослеживается на северо-восток в район Обской губы в сторону Таймыра [5]. На основе результатов 3D-моделирования выделены блоки древнейших пород, преимущественно основного состава в фундаменте Печорской плиты на простираии раннедокембрийских метаморфических комплексов Полярного Урала (хордьюского, марункеуского и малыкского) и Приполярного Урала (неркаюского). Подтверждено наличие блока разуплотненных пород (предположительно гнейсов) в фундаменте Хорейверской впадины.

Новое направление работ в сейсмологической обсерватории «Сыктывкар», связанное, в том числе, с изучением глубинного строения территории – установление объемной активности радона (ОАР) в разломных зонах и некоторых других геологических структурах в платформенной части Тимано-Североуральского региона. К настоящему времени отработана методика экспрессной эманационной съемки и начаты полевые профильные и площадные исследования по определению радоновой активности. Первые результаты показывают перспективность этого направления. Так, исследование с помощью «радоновой съемки» северной и центральной частей Кировско-Кажимского авлакогена показало, что разломы характеризуются повышенными значениями ОАР. Причем ширина зон с

раздробленными породами, фиксируемая повышенным фоном значений ОАР, примерно в 1.5 раза превышает ширину разломов, выделенных ранее по сейсмическим, гравиметрическим и магнитометрическим данным. В пределах разломов наблюдается неоднородность радоновой активности как в продольном, так и поперечном направлениях. При этом самые высокие отметки ОАР были зафиксированы в разломных зонах центральной части авлакогена, где ранее произошли землетрясения. При проведении «радоновой съемки» на Среднем Тимане были установлены повышенные значения ОАР над Умбинской, Водораздельной и Средненской кимберлитовыми трубками, что может являться дополнительным поисковым критерием при изучении территорий, перспективных на выявление коренных алмазоносных объектов. Заверка 26 локальных магнитных аномалий на Среднем Тимане с помощью радоновой съемки показала, что пять из них представляют интерес для дальнейшего изучения, как возможные кимберлитовые трубки.

Нижняя возрастная граница древнейших геологических образований

В отличие от южных районов Урала, где известен мировой стратотип рифея и достоверно установлены нижнепротерозойские и архейские комплексы пород с нижней возрастной границей 3.5 млрд. лет, на Тимане и севере Урала нет полной ясности в отношении возрастного объема докембрия и его нижнего возрастного рубежа. Не всеми исследователями признается даже сам факт наличия здесь нижнедокембрийских образований. Тем не менее, нижнедокембрийские комплексы здесь давно выделяются. Они присутствуют в утвержденных Межведомственным стратиграфическим комитетом России стратиграфических схемах, в изданных геологических картах и других картах геологического содержания, в отчетах по региональным геологическим работам. Основанием для выделения нижнедокембрийских комплексов в пределах Тимано-Североуральского региона являются геологические взаимоотношения предположительно дорифейских образований с верхнедокембрийскими и фанерозойскими толщами, структурные, петрологические, минералогические и другие критерии. Имеются также, пока немногочисленные, геохронологические данные, указывающие на проявление здесь процессов эндогенного породообразования в раннем докембрии [6–9 и др.]. Тем не менее, степень геохронологической изученности древнейших пород региона остается слабой. В упоминающейся выше недавней нашей публикации [2, с. 73] при оценке уровня геохронологического обоснования тимано-североуральского нижнего докембрия отмечалось, что «...для корректного выделения основных возрастных рубежей в раннедокембрийской истории развития рассматриваемой территории необходимы дополнительные изотопно-геохронологические исследования. Первоочередными объектами для решения этих вопросов являются наиболее хорошо изученный няртинский гнейсо-мигматитовый комплекс Приполярного Урала (PR_1 ?) и малыкский гра-

нулит-метабазитовый комплекс Полярного Урала, где установлены признаки наличия архейской континентальной коры».

За прошедшие два года с момента выхода в свет процитированной статьи получены новые изотопно-геохронологические данные по первому из упомянутых объектов – няртинскому гнейсо-мигматитовому комплексу. Они опубликованы в материалах Всероссийского совещания с международным участием, прошедшего в Сыктывкаре в сентябре 2017 г. [10], и доступны для ознакомления заинтересованным читателям. Здесь лишь кратко отметим, что в Геологическом институте СО РАН (г. Улан-Удэ) по метаморфогенным цирконам, отобранным нами из гранат-биотитового гнейса в няртинском комплексе, впервые были получены U-Pb изотопные датировки возраста с помощью LA-ICP-MS метода. Всего было продатировано 44 кристалла. Возраст, вычисленный по верхнему пересечению дискордии с конкордией (2127 ± 31 млн. лет), подтверждает ранее полученную нами датировку методом термоионной эмиссии свинца (2125 ± 25 млн. лет [7]) и дает основание с большой степенью уверенности интерпретировать его как время проявления раннего этапа метаморфизма пород няртинского комплекса, достигавшего, по-видимому, уровня гранулитовой фации [7, 11]. Полученное возрастное значение, в рамках погрешности, почти совпадает с установленным нами ранее [12] возрастом аналогичных цирконов в александровском гнейсо-мигматитовом комплексе Южного Урала (2081 ± 14 млн. лет, SHRIMP-II), который считается одним из наиболее хорошо изученных нижнепротерозойских комплексов Урала. Новые изотопно-геохронологические данные, подтверждающие раннедокембрийский возраст пород и столь же древний возраст процессов их метаморфического преобразования, получены по неркаюскому эклогит-сланцевому комплексу Приполярного Урала [13]. Наиболее древние датировки метаморфогенных цирконов находятся в интервале 1.99–1.94 млрд. лет.

Таким образом, полученные в последние годы изотопно-геохронологические данные по метаморфогенным цирконам не оставляют сомнений в том, что в пределах Тимано-Североуральского региона присутствуют нижнедокембрийские комплексы. Пока надежно обоснованной нижней возрастной границей древнейших геологических образований региона можно считать раннепротерозойский возрастной уровень, установленный по цирконам из гнейсов няртинского комплекса – 2127 ± 31 млн. лет. Но есть предпосылки присутствия на этой территории и архейских комплексов, по одному из которых (малыкскому на Полярном Урале) древние значения возраста были получены при U-Pb (SHRIMP-II) датировании цирконов из метабазитов [9]. По 18 локальным зонам по верхнему пересечению дискордии с конкордией изотопный возраст равен 2736 ± 42 млн. лет, который в пределах аналитических погрешностей совпадает с Nd-модельной датировкой 2694 млн. лет, выполненной по валовому составу образца, из которого были выделены соответствующие цирконы, что, по

мнению цитируемых авторов, подтверждает реальность геологического события в позднем архее на «породном» уровне.

Нижний возрастной рубеж формирования базальных отложений верхнего докембрия

Возрастной интервал тимано-североуральского верхнего докембрия в утвержденных стратиграфических схемах сопоставим с рифеем в стратотипическом разрезе Башкирского антиклинория [14, 15]. Здесь также, как и в стратотипе, выделяются нижне-, средне-, верхнерифейские и вендские отложения. Нижнерифейские отложения выделены на п-ове Канин (микулкинская серия) и на Приполярном Урале (маньхобеинская и цокурьюнская свиты). Нашими работами было показано, что как микулкинская серия [16], так и маньхобеинская и цокурьюнская свиты [17] относятся не к нижнерифейским, а к дорифейским образованиям. При этом дорифейский (раннепротерозойский) возраст микулкинской серии был подтвержден результатами U-Pb (SHRIMP-II) датирования метаморфогенных цирконов из гранат-биотитовых кристаллических сланцев (1994–1945 млн. лет [16]). Вывод о дорифейском возрасте маньхобеинской и цокурьюнской свит, сделанный на основании структурных, петрологических и минералогических данных, в последнее время также получил прямое подтверждение при массовом изотопном U-Pb (LA-ICP-MS) датировании цирконов. (Результаты изотопно-геохронологических исследований «маньхобеинских» и «цокурьюнских» цирконов находятся в печати и будут опубликованы в Вестнике Института геологии Коми НЦ УрО РАН в конце 2018 г.). Здесь кратко отметим, что нижняя граница возрастного диапазона первично-осадочных отложений, по которым образовались метаморфические породы маньхобеинской свиты, определяется минимальной датировкой детритового циркона – 2520 ± 11 млн. лет, а верхняя граница – максимальным возрастным значением метаморфогенного циркона – 1797 ± 26 млн. лет. С учетом имеющихся изотопно-геохронологических данных по няртинскому комплексу, с которым маньхобеинская свита обнаруживает схожесть геохронологической истории метаморфизма пород, возрастной диапазон формирования маньхобеинских отложений может быть ограничен интервалом 2520 ± 11 – 2127 ± 31 млн. лет. Изотопный возраст детритовых цирконов цокурьюнской свиты варьируется в интервале 2901 ± 30 – 2221 ± 40 млн. лет. Основная возрастная популяция цирконов этого морфотипа (2792–2525 млн. лет) включает 12 датировок. Значением минимального возраста этой популяции (2525 ± 36 млн. лет) можно предварительно ограничить нижний возрастной рубеж формирования этих цирконов (2297 ± 31 и 2221 ± 40 млн. лет) могут быть следствием их «омоложения» в связи с частичным нарушением изотопных систем в цирконах в условиях полиметаморфизма. По метаморфогенным цирконам максимальное значение $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возраста (2156 ± 44 млн. лет) в пределах погрешно-

сти совпадает с изохронным возрастом цирконов из гнейсов няртинского комплекса (2127 ± 31 млн. лет). Следовательно, формирование щокуринских отложений произошло в интервале $2525 \pm 36 - 2156 \pm 44$ млн. лет назад. Таким образом, новые геохронологические данные подтверждают наше предположение о том, что в пределах Тимано-Североуральского региона в отличие от более южных районов нижнерифейские отложения отсутствуют.

К среднему рифею в пределах Канино-Тиманского кряжа относятся тархановская, барминская и четлаская серии [14, 18], на севере Урала – няровейская серия и пуйвинская свита [15]. В целом, возраст этих пород обоснован слабо. Имеются ссылки на находки строматолитов из доломитов в породах пуйвинской свиты, отнесенных М.Е. Раабен к роду *Tungussia*, известному в средне-верхнерифейском разрезе Сибири, а также на комплекс микрофоссилий среднерифейского уровня (определения Л.Н. Ильченко по материалам В.В. Терешко) [7].

При U-Pb датировании детритовых цирконов из пород малочерноречной и ямбозерской свит, слагающих среднюю и верхнюю части видимого разреза барминской серии [19, 20], было установлено, что минимальные возрасты цирконов из этих свит приурочены к 1 млрд. лет, т.е. накопление отложений происходило не ранее начала позднего рифея. Для распространения этого вывода на весь разрез барминской серии необходимы изотопные данные по детритовым цирконам из пород румяничной свиты, представляющей собой основание разреза.

В последнее время получены данные о возрасте детритовых цирконов из четлаской серии, в составе которой выделяются (снизу вверх): светлинская, новобобровская и визингская свиты. Минимальный возраст цирконов из кварцито-песчаников светлинской свиты – 1096 ± 45 млн. лет, из полевошпат-кварцевых песчаников визингской свиты – 1122 ± 49 млн. лет [21]. Сопоставимые значения возраста получены по цирконам из терригенных пород новобобровской свиты [22]. На основании этих данных можно предположить, что нижние части разреза серии могли начать отлагаться на рубеже среднего и позднего рифея, но в основном, по-видимому, она сформировалась в позднем рифее.

На Полярном Урале датированы детритовые цирконы из терригенных пород верхней части няровейской серии (минисейшорской свиты) [23]. Минимальный U-Pb возраст цирконов (660 млн. лет) при относительно небольшой мощности подстилающих отложений верхнехарьбейской свиты (400–500 м) дает основание считать, что весь разрез няровейской серии, включающий верхнехарьбейскую и минисейшорскую свиты, сформировался в позднем рифее.

Приведенные выше геохронологические данные свидетельствуют, что возраст наиболее древних верхнедокембрийских отложений в Тимано-Североуральском регионе близок к границе среднего и позднего рифея. С этим возрастным рубежом или несколько позднее (в начале позднего рифея) могло происходить раскрытие океанического бассейна и формирование Тиманской пассивной континентальной окраины.

От Тиманского орогенеза – к Палеоуральскому океану

В отличие от других регионов проявления позднедокембрийской (кадомской, тиманской, байкальской) складчатости на европейском Северо-Востоке процессы орогенеза выражены слабее [24], но все же фиксируются вполне однозначно в виде складчатости и метаморфизма, стратиграфического несогласия, наличия рифейских офиолитов, надсубдукционных комплексов и моласс [25]. Оценка времени закрытия позднедокембрийского океана и проявления тиманской коллизии являются предметом острых дискуссий. Н.Б. Кузнецов и его коллеги [26] на основании данных U-Pb датирования обломочных цирконов из верхнедокембрийских толщ различных районов Тиманской окраины Балтики, время становления коллизии орогена тиманид определяют интервалом 540–510 млн. лет. Эти цифры не согласуются с тем, что фаунистически охарактеризованные молассы в тиманидах более южных районов Урала имеют поздневендский возраст [15]. Время проявления тиманской коллизии, по-видимому, наиболее точно отражают поздневендские датировки, полученные по гранитоидам фундамента Печорской синеклизы [8, 27, 28], согласующиеся с U-Pb возрастом (SHRIMP-II, ВСЕГЕИ) цирконов из гранитов сальнеро-маньхамбовского комплекса Приполярного Урала [29]. Более молодые возрасты цирконов в гранитоидах могут быть связаны, с одной стороны, с «омолаживающим» влиянием более поздних процессов метаморфизма и, с другой, – проявлением эпиконтинентального рифтогенного магматизма, предшествовавшего раскрытию Палеоуральского океана. Тем не менее следует признать, что решение данного вопроса остается открытым. Одно из направлений дальнейших исследований по этой проблеме – петрогео-химическая типизация гранитоидов с раннепалеозойскими изотопными возрастными и корректная интерпретация их геодинамической природы.

Принципиально другой вариант решения проблемы геодинамического развития Тимано-Североуральского (и всего Тимано-Уральского) сегмента земной коры на рубеже позднего докембрия и палеозоя предлагается авторами в концепции об унаследованном развитии Палеоуральского океана, начиная с позднего докембрия [30, 31 и др.]. Эти представления основаны на полученных в последние 15 лет докембрийских датировках пород габбро-гипербазитовых комплексов Урала. Критика этой концепции дана В.Н. Пучковым [25]. Среди аргументов, доказывающих палеозойский возраст заложения Палеоуральского океана, которые принимаются авторами настоящей статьи, В.Н. Пучков приводит следующие: 1) наличие азимутальных несогласий между уралами и доуралами; 2) наличие ордовикских рифтовых формаций как на западном склоне Урала, так и в его восточных районах; 3) практическое отсутствие фаунистически доказанного кембрия на Урале и др. Присутствие докембрийских офиолитов или их следов на Урале В.Н. Пучков, на наш взгляд, вполне обоснованно считает проявле-

нием признаков доуральского тектонического цикла.

В последние годы появились результаты U-Pb датирования детритовых цирконов из базальных отложений уралит. Обобщение этих данных приведено в статье А.В. Маслова с соавторами [32]. В пределах Тимано-Североуральского региона изучен ряд базальных комплексов уралит Полярного, Приполярного и Северного Урала. На Полярном Урале [33] минимальный U-Pb изотопный возраст цирконов из пород манитаньрдской серии составил 481 ± 4 млн. лет, погурейской свиты – 508 ± 13 млн. лет. На Приполярном Урале нижний возрастной предел формирования псаммитовой толщи в основании тельпосской свиты на хр. Сабля определен как позднекембрийский – 507–495 млн. лет [34]. На Северном Урале в слюдястых кварцитах и кварцитопесчаниках тельпосской свиты, слагающих останцы-столбы на хр. Маньгупунер, минимальный возраст обломочного зерна циркона составляет 485 ± 9 млн. лет [35]. Эти данные подтверждают сложившееся представление о том, что начало формирования базальных отложений палеозоя, тестирующих процессы масштабного континентального рифтогенеза, приведшего, в последующем, к спредингу и раскрытию Палеоуральского океана, относится к рубежу кембрия и ордовика и, скорее всего, ближе к раннему ордовика. По геологическим данным время формирования грабеновых формаций на Урале – преимущественно тремадок [25].

Верхний возрастной предел формирования океанической коры определяют датировки низов разрезов подушечных лав с прослоями яшмоидов: арениг – лландейло [25 и ссылки в ней]. Из выше изложенного следует, что офиолиты, как фрагменты океанической коры, сформировались в ордовике. Однако датирование этих образований дает неоднозначные результаты. Верхний возрастной предел уральских офиолитов определяют многочисленные изотопные датировки около 400 млн. лет (ранний девон), полученные разными методами. В частности, по дунитам и гарцбургитам Райизского массива на Полярном Урале установлен Sm-Nd возраст – 409 ± 26 млн. лет [36]. Но в то же время, как уже отмечалось, в последние 15 лет при датировании пород габбро-гипербазитовых комплексов Урала, в том числе в его северной части, были получены докембрийские возрастные значения: для Сьюм-Кей – 604 ± 39 млн. лет (Sm-Nd метод [37]), для Войкаро-Сынинского – 585 ± 6 млн. лет (U-Pb метод, SHRIMP-II [38]) и др. Не касаясь в данной статье сложной проблемы датировки офиолитов, отметим лишь, что молодые возрастные значения могут быть связаны с наложенными процессами, а древние – с сохранением изотопных соотношений, фиксирующих события более ранней истории существования мантийного вещества, или с принадлежностью отдельных частей массивов к докембрийской офиолитовой ассоциации доуралит [25].

Заключение

Таким образом, полученные в последние годы изотопно-геохронологические данные по метаморфогенным цирконам не оставляют сомнений в том, что в пределах Тимано-Североуральского региона присутствуют нижнедокембрийские комплексы. Результаты 3D моделирования подтверждают представление о том, что они являются фрагментами кристаллического основания Европейской платформы, вовлеченными в структуры тиманид и северной части уралит.

Нижний возрастной рубеж верхнедокембрийских образований Тимано-Североуральского региона близок к границе среднего и позднего рифея и, скорее всего, не выходит за пределы позднего рифея, а время формирования коллизионного орогена Тиманид ограничивается вендом, возможно, с выходом в самое начало кембрия.

Начало формирования базальных отложений палеозоя, тестирующих процессы масштабного континентального рифтогенеза, приведшего в последующем к спредингу и раскрытию Палеоуральского океана, относится к рубежу кембрия и ордовика, а офиолиты как фрагменты океанической коры сформировались в ордовике.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № 115012130018 ИГ Коми НЦ УрО РАН (2015–2017 гг.) «Литосфера северо-востока Европейской платформы и севера Урала: глубинное строение, вещественно-структурная эволюция, коро-мантийные взаимосвязи, геодинамика, геохронология».

Литература

1. *Актуальные проблемы геологии Тимано-Североуральского региона* / А.М. Пыстин, Л.Н. Андреичева, А.И. Антошкина и др. // Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. Т. III. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. С. 43–54.
2. *Пыстин А.М.* Ключевые вопросы геологии европейского Северо-Востока и севера Урала // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2016. №3(27). С. 71–78.
3. *Конанова Н.В., Удоратин В.В.* Районирование кристаллического фундамента Тимано-Североуральского сегмента литосферы и сопредельных территорий по геофизическим данным // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 6. С. 7–12.
4. *Удоратин В.В.* Тектоническое районирование кристаллического фундамента Кировско-Кажимского авлакогена и прилегающих территорий // Литосфера. 2014. № 3. С. 32–40.
5. *Геодинамическая эволюция* и геолого-геофизические межгеосферные взаимосвязи литосферы северо-восточной окраины Европейского кратона / А.М. Пыстин, Н.В. Конанова, Н.Н.Носкова и др. Сыктывкар: Геопринт, 2008. 125 с.

6. *Краснобаев А.А.* Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 152 с.
7. *Пыстина Ю.И., Пыстин А.М.* Цирконовая летопись уральского докембрия. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 168 с.
8. *Андреичев В.Л.* Эволюция фундамента Печорской плиты по изотопно-геохронологическим данным: Автореф. дис.... доктора геол.-минер. наук. Екатеринбург, 2010. 46 с.
9. *Душин В.А., Бурмако П.Л., Ронкин Ю.Л. и др.* Состав и новые возрастные датировки метагабброидов малыкского комплекса на Полярном Урале // Структурно-вещественные комплексы и проблемы геодинамики докембрия фанерозойских орогенов: Материалы Международной научной конференции. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 27–29.
10. *Пыстина Ю.И., Пыстин А.М.* Новые данные о палеопротерозойском возрасте метаморфизма пород няртинского комплекса (Приполярный Урал) // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления». Сыктывкар: Геопринт, 2017. С. 181–183.
11. *Пыстин А.М., Пыстина Ю.И., Потапов И.Л., Панфилов А.В.* Раннедокембрийская история метаморфизма пород гранулитовых и эклогитовых комплексов палеоконтинентальной зоны Урала. Сыктывкар: Геопринт, 2012. 46 с.
12. *Pystin A., Pystina J.* The early Precambrian history of rock metamorphism in the Urals segment of crust // *International Geology Review*. 2015. Vol. 57, Is. 11–12. P. 1650–1659. DOI: 10.1080/00206814.2014.991767.
13. *Пыстин А.М., Кушманова Е.В., Пыстина Ю.И. и др.* Неркаюский эклогит-амфиболит-сланцевый комплекс Приполярного Урала как фрагмент нижнедокембрийских палеоокеанических образований в структуре уралид // «Тектоника современных и древних океанов и их окраин»: Материалы XLIX Тектонического совещания, посвященного 100-летию ак. Ю.М. Пуцаровского. М.: ГЕОС, 2017. С. 112–116.
14. *Рифей и венд европейского Севера СССР* / Редакторы: В.А. Дедеев, В.Г. Гецен. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1987. 124 с.
15. *Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой)*. Екатеринбург: Уралгеолком, 1994.
16. *Пыстин А.М., Пыстина Ю.И.* Структура, метаморфизм и возраст докембрийских образований полуострова Канин и Северного Тимана // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 176–194.
17. *Пыстин А.М., Пыстина Ю.И.* Базальные отложения верхнего докембрия в Тимано-Североуральском регионе // *Литосфера*. 2014. №3. С. 41–50.
18. *Тиманский краж*. В 2 т. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы / Н.Д. Цхадая, А.И. Кобрунов, Л.П. Шилов и др. Ухта: УГТУ, 2010. 427с.
19. *Андреичев В.Л., Соболева А.А., Герелс Дж.* U–Pb возраст и источники сноса обломочных цирконов из верхнедокембрийских отложений Северного Тимана // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2014. Т.22, №2. С. 32–45.
20. *Андреичев В.Л., Соболева А.А., Хоуриган Дж.* Результаты U–Pb (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из терригенных отложений верхней части докембрийского фундамента Северного Тимана // *Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол.* 2017. Т.92. Вып. 1. С. 10–20.
21. *Удоротина О.В., Бурцев И.Н., Никулова Н.Ю., Хубанов В.В.* Возраст метапесчаников верхнедокембрийской четласской серии среднего Тимана на основании U–Pb датирования детритных цирконов // *Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол.* 2017. Т. 92. Вып. 5. С. 15–32.
22. *Брусницына Е.Б., Ершова В.Б., Худoley А.К., Андерсен Т.* Результаты исследований U–Pb изотопного возраста обломочных цирконов из средне-верхнерифейских отложений Четласского Камня Тиманской гряды // *Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии: Материалы 50-го Тектонического совещания*. М.: ГЕОС, 2018. С. 384–388.
23. *Уляшева Н.С., Пыстин А.М., Пыстина Ю.И. и др.* U–Pb LA-SF-ICP-MS датирование цирконов из верхнепротерозойских отложений Полярного Урала // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления». Сыктывкар: Геопринт, 2017. С. 223–224.
24. *Оловяшников В.Г.* Верхний докембрий Тимана и полуострова Канин. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 164 с.
25. *Пучков В.Н.* Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
26. *Kuznetsov N.B., Belousova E.A., Alekseev A.S., Romanuyuk T.V.* New data on detrital zircons from the sandstones of the lower Cambrian Brusol Formation (White Sea region, East-European Craton): unraveling the timing of the onset of the Arctida–Baltica collision // *Intern. Geology Review*. 2014. Vol. 56. № 16. P. 1945–1963. doi: 10.1080/ 00206814.2014. 977968
27. *Gee D.G., Beliakova L., Pease V. et al.* New Single Zircon (Pb-Evaporation) Ages from Vendian Intrusions in the Basement beneath the Pechora Basin, Northeastern Baltica // *Polarforschung*, 1998. P. 161 – 170.
28. *Pease V., Dovzhikova E., Beliakova L., Gee D.G.* Late Neoproterozoic magmatism in the Pechora Basin basement to, NW Russia: geochemical constraints indicate westward subduction beneath EN Baltica // *The Neoprote-*

- rozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica / D. G. Gee, V. Pease (eds). Geological Society. Memoirs. London, 2004. No. 30. P. 75–85.
29. *Пыстин А.М., Пыстина Ю.И.* Метаморфизм и гранитообразование в протерозойско-раннепалеозойской истории формирования Приполярноуральского сегмента земной коры // Литосфера. 2008. № 6. С. 25–38.
 30. *Самыгин С.Г., Руженцев С.В.* Уральский палеоокеан: модель унаследованного развития // Докл. РАН. 2003. Т. 392. № 2. С. 226–229.
 31. *Ремизов Д.Н.* Островодужная система Полярного Урала (петрология и эволюция глубинных зон). Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 221 с.
 32. *Маслов А.В., Петров Г.А., Ронкин Ю.Л.* Ранние этапы эволюции уралид: U-Pb систематика обломочных цирконов из рифтогенных ассоциаций // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2018. Т. 26, № 2. С. 3–20.
 33. *Соболева А.А., Кузнецов Н.Б., Миллер Э.Л. и др.* Первые результаты U/Pb-датирования детритных цирконов из базальных горизонтов уралид (Полярный Урал) // Докл. АН. 2012. Т. 445. № 53. С. 570–576.
 34. *Никулова Н.Ю., Удоратина О.В., Хубанов В.Б.* Возраст песчаников в основании уралид на хр. Сабля (Приполярный Урал) по результатам U-Pb датирования детритных цирконов // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. 2016. Т. 91. Вып. 1. С. 15–23.
 35. *Соболева А.А., Салдин В.А., Юхтанов П.П., Хоуриган Дж.К.* Возраст пород останцов выветривания хр. Маньгупунер (Северный Урал) // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. 2017. Т. 92. Вып. 2. С. 3–20.
 36. *Ронкин Ю.Л., Прямососов А.П., Телегина Т.В., Лепихина О.П.* Дунит-гарцбургитовый и дунит-верлит-клинопироксенит-габбровый комплексы Полярного Урала: REE и Sm-Nb ограничения // Изотопное датирование геологических процессов: новые методы и результаты. М.: ИГЕМ РАН, 2000. С. 302–305.
 37. *Гурская Л.И., Смелова Л.В.* Платинометальное минералообразование и строение массива Сыум-Кеу (Полярный Урал) // Геология рудных месторождений. 2003. Т. 45, № 3. С. 353–371.
 38. *Савельева Г.Н., Шишкин М.А., Ларионов А.Н. и др.* Тектоно-магматические события позднего венда в мантийных комплексах офиолитов Полярного Урала; данные U-Pb датирования цирконов из хромитов // Офиолиты: геология, петрология, металлогения и геодинамика. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2006. С. 160–164.
 2. *Pystin A.M.* Klyuchevyye voprosy geologii yevropeyskogo Severo-Vostoka i severa Urala [Key questions of the geology of the European North-East and the North of the Urals] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2016. № 3. P. 71–78.
 3. *Konanova N.V., Udoratin V.V.* Rajonirovanie kristallicheskogo fundamenta Timano-Severo-uralskogo segmenta litosfery i sopredelnyx territorij po geofizicheskim dannym [Zoning of the cristalline basement of the Timan-North Urals segment of lithosphere and adjacent territory (according to geophysical data)] // Bull. of Inst. of Geology. 2014. № 6. P. 7–12.
 4. *Udoratin V.V.* Tektonicheskoe rajonirovanie kristallicheskogo fundamenta Kirovsko-Kazhinskogo avlakogena i prilgayushhix territorij [Tectonic zoning of crystalline basement of the Kirov-Kazhim aulakogene and adjoining territories] // Litosphere. 2014. № 3. P. 32–40.
 5. *Geodinamicheskaya evolyutsiya i geologo-geofizicheskiye mezhgeosfernyye vzaimosvyazi litosfery severo-vostochnoy okrainy Yevropeyskogo kratona* [Geodynamic evolution and geological-geophysical inter-geospheric inter-relationships of the lithosphere of the north-eastern margin of the European craton] / A.M. Pystin, N.V. Konanova, N.N. Noskova et al. Syktyvkar: Geoprint, 2008. 125 p.
 6. *Krasnobaev A.A.* Cirkon kak indikator geologicheskix processov [Zircon as an indicator of geological processes]. Moscow: Nauka, 1986. 152 p.
 7. *Pystina Yu.I., Pystin A.M.* Cirkonovaya letopis Uralskogo dokembriya [Zircon chronicle of the Ural Precambrian]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2002. 168 p.
 8. *Andreichev V.L.* Evolyuciya fundamenta Pechorskoj plity po izotopno-geoxronologicheskim dannym [Evolution of the basement of the Pechora plate on the isotopic-geochronological data]: Abstract of Diss... Dr. Sci. (Geol.&Mineral.). Ekaterinburg, 2010. 46 p.
 9. *Dushin V.A., Burmako P.L., Ronkin Yu.L. et al.* Sostav i novye vozrastnye datirovki metagabbroidov malykskogo kompleksa na Polyarnom Urale [The composition and newly-obtained ages of metagabbroides of the Malyk complex in the Polar Urals] // Structural-material complexes and problems of geodynamics of the Precambrian of Phanerozoic orogens: Proc. of the Intern. Sci. conf. Ekaterinburg: Inst. of Geology and Geography, Ural Branch, RAS, 2008. P. 27–29.
 10. *Pystina Yu.I., Pystin A.M.* Novyye dannyye o paleoproterozoyskom vozraste metamorfizma porod nyartinskogo kompleksa (Pripolyarnyy Ural) [New data on the Paleoproterozoic age of the metamorphism of the rocks of the Nyartin complex (Subpolar Urals)] // Geodynamics, matter, oregonesis of the East-European platform and its folded framing. Proc. of the Sci. Conf. Syktyvkar: Geoprint, 2017. P. 181–183.
 11. *Pystin A.M., Pystina Yu.I., Potapov I.L., Panfilov A.V.* Rannedokembriyskaya istoriya meta

References

1. *Aktualnye problemy geologii Timano-Severouralskogo regiona* [Actual problems of geology of the Timan-North Urals region] / A.M. Pystin, L.N. Andreicheva, A.I. Antoshkina et al. // Materials of XVI Geological Congress of the Komi Republic. Vol. III. Syktyvkar: Geoprint, 2014. P. 43–54.

- morfizma porod granulitovykh i eklogitovykh kompleksov paleokontinental'noy zony Urala [Early Precambrian history of metamorphism of rocks of granulite and eclogite complexes of the paleocontinental zone of the Urals]. Syktyvkar: Geoprint, 2012. 46 p.
12. *Pystin A., Pystina J.* The early Precambrian history of rock metamorphism in the Urals segment of crust // Intern. Geology Review. 2015. Vol. 57. Issue 11–12. P. 1650–1659. DOI: 10.1080/00206814.2014.991767.
 13. *Pystin A.M., Kushmanova E.V., Pystina Yu.I.* et al. Nerkayuskiyeklogit-amfibolit-slancevy kompleks Pripolyarnog Urala kak fragment nizhnedokembriyskikh paleookeanicheskikh obrazovaniy v structure Uralid [Nerkayu-eclogite-amphibolite-schist complex of the Sub-Polar Urals as a fragment of the Lower Precambrian paleoceanic formations in the structure of Uralides] // Tectonics of modern and ancient oceans and their margins: Materials of XLIX Tectonic meeting on the 100th anniversary of Acad. Yu.M. Pushcharovsky. Moscow: GEOS, 2017. P. 112–116.
 14. *Rifej i vend evropejskogo severa SSSR* [The Riphean and Vendian of the European North of the USSR] / Eds: V.A. Dedeev, V.G. Getsen. Syktyvkar: Komi Branch, USSR Ac. Sci., 1987. 124 p.
 15. *Stratigraficheskie sxemy Urala (dokembrij, paleozoj)* [Stratigraphic charts of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg: Ural Geol. Com., 1994.
 16. *Pystin A.M., Pystina Yu.I.* Struktura, metamorfizm i vozrast dokembriyskix obrazovaniy poluostrova Ranin i Severnogo Timana [Structure, metamorphism and age of the Precambrian formations of the Kanin Peninsula and the northern Timan] // Problems of Geology and Mineralogy. Syktyvkar: Geoprint, 2006. P. 176–194.
 17. *Pystin A.M., Pystina Yu.I.* Bazalnye otlozheniya verxnego dokembriya v Timano-Severouralskom regione [Basalt deposits of the Upper Precambrian in the Timan-North Urals region // Litosphere. 2014. № 3. P. 41–50.
 18. *Timanskiy kryazh.* V 2 t. T. 2. Litologiya i stratigrafiya, geofizicheskaya kharakteristika zemnoy kory, tektonika, mineral'no-syr'yevyye resursy [The Timan Ridge. In 2 volumes. Vol. 2. Lithology and stratigraphy, geophysical characteristics of the earth crust, tectonics, mineral resources] / N.D. Tskhadaya, A.I. Kobrunov, L.P. Shilov et al. Ukhta: Ukhta State Techn.Univ., 2010. 427p.
 19. *Andreichev V.L., Soboleva A.A., Gerels J.* U–Pb vozrast i istochniki snosa oblomochnykh tsirkonov iz verkhnedokembriyskikh otlozheniy Severnogo Timana [U–Pb age and sources of demolition of detrital zircons from the Upper Precambrian deposits of Northern Timan] // Stratigraphy. Geological Correlation. 2014. Vol. 22, No. 2. P. 32–45. doi: 10.7868/S0869522X14020021
 20. *Andreichev V.L., Soboleva A.A., Hourigan J.* Rezul'taty U–Pb (LA-ICP-MS) datirovaniya detritovykh tsirkonov iz terrigenykh otlozheniy verkhney chasti dokembriyskogo fundamenta Cevernogo Timana [Results of U–Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons from terrigenous deposits of the upper part of the Precambrian basement of Northern Timan] // Bull. of Moscow Soc. of Naturalists. Geol. Dept. 2017. Vol. 92. Issue 1. P.10–20.
 21. *Udoratina O.V., Burtsev I.N., Nikulova N.Yu., Khubanov V.B.* Vozrast metapeschanikov verkhnedokembriyskoy chetlasskoy serii srednego Timana na osnovanii U–Pb datirovaniya detritnykh tsirkonov [The age of metasandstones of the Upper Precambrian chetlas series of the Middle Timan on the basis of U–Pb dating of detrital zircons] // Bull. of Moscow Soc. of Naturalists. Geol. Dept. 2017. Vol. 92. Issue 5. P. 15–32.
 22. *Brusnitsyna E.B., Ershova V.B., Khudoley A.K., Andersen T.* Rezul'taty issledovaniy U–Pb izotopnogo vozrasta oblomochnykh tsirkonov iz sredne-verkhnerifeyskikh otlozheniy Chetlaskogo Kamnya Timanskoj gryady [Results of studies of U–Pb isotope age of detrital zircons from the Middle-Upper Riphean deposits of the Chetlas Stone of the Timan Ridge] // Problems of tectonics and geodynamics of the earth crust and mantle: Proc. of the 50th Tectonic Meeting. Moscow: GEOS, 2018. P. 384–388.
 23. *Ulyasheva N.S., Pystin A.M., Pystina Yu.I. et al.* U–Pb LA-SF-ICP-MS datirovaniye tsirkonov iz verkhneproterozoyskikh otlozheniy Polyarnogo Urala [U–Pb LA-SF-ICP-MS dating of zircons from the Upper Proterozoic deposits of the Polar Urals] // Geodynamics, matter, oreogenesis of the East-European platform and its folded framing. Proc. of Sci. Conf. Syktyvkar: Geoprint, 2017. P. 223–224.
 24. *Olovyanishnikov V.G.* Verkhnij dokembrij Timana i poluostrova Kanin [The Upper Precambrian of the Timan and Kanin peninsula]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 1998. 164 p.
 25. *Puchkov V. N.* Geologiya Urala i Priuralya (aktualnye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)]. Ufa: Desingn Poligraph Service, 2010. 280 p.
 26. *Kuznetsov N.B., Belousova E.A., Alekseev A.S., Romanyuk T.V.* New data on detrital zircons from the sandstones of the lower Cambrian Brusol Formation (White Sea region, East-European Craton): unraveling the timing of the onset of the Arctida–Baltica collision // Intern. Geology Review. 2014. Vol. 56. № 16. P. 1945–1963. doi: 10.1080/00206814.2014.977968
 27. *Gee D.G., Beliakova L., Pease V. et al.* New Single Zircon (Pb-Evaporation) Ages from Vendian Intrusions in the Basement beneath the Pechora Basin, Northeastern Baltica // Polarforschung, 1998. P. 161 – 170.
 28. *Pease V., Dovzhikova E., Beliakova L., Gee D.G.* Late Neoproterozoic magmatism in the Pechora Basin basement to, NW Russia: geoche-

- mical constraints indicate westward subduction beneath EN Baltica // The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica / D.G. Gee, V. Pease (eds). Geological Society. Memoirs. London, 2004. No. 30. P. 75–85.
29. *Pystin A.M., Pystina Yu.I.* Metamorfizm i granitooobrazovanie v proterozojsko-rannepaleozojskoj istorii formirovaniya Pripolyarnoural'skogo segmenta zemnoj kory [Metamorphism and Granit Formation in the Proterozoic-Early Paleozoic history of the Subpolar Urals segment of the Earth Crust] // *Lithosphere*. 2008. № 6. P.25–38.
 30. *Samygin S.G., Ruzhentsev S.V.* Uralskij paleocean: model unasledovannogo razvitiya [Ural paleocean: development model inherited] // *Reports of the Russian Ac. Sci.*, 2003. Vol. 392. № 2. P. 226–229.
 31. *Remizov D.N.* Ostrovoduzhnaya sistema polyarnogo urala (petrologiya i evolyuciya glubinnyx zon) [The island arc system of the Polar Urals (petrology and evolution of deep zones)]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2004. 221 p.
 32. *Maslov A.V., Petrov G.A., Ronkin Yu.L.* Ranniye etapy evolyutsii Uralid: U-Pb sistematika oblomochnykh tsirkonov iz riftogennykh asotsiatsiy [Early stages of the evolution of Uralides: U-Pb systematics of detrital zircons from riftogenic associations] // *Stratigraphy. Geological Correlation*. 2018. Vol. 26. No. 2. P. 3–20.
 33. *Soboleva A.A., Kuznetsov N.B., Miller E.L. et al.* Pervyye rezul'taty U/Pb-datirovaniya detritnykh tsirkonov iz bazal'nykh gorizontov uralid (Polyarnyy Ural) [The first results of U/Pb dating of detrital zircons from the basal horizons of the Uralides (Polar Urals)] // *Reports of the RAS*. 2012. Vol.445. № 53. P.570–576.
 34. *Nikulova N.Yu., Udoratina O.V., Khubanov V.B.* Voзраст peschanikov v osnovanii uralid na khr. Sablya (Pripolyarnyy Ural) po rezul'tatam U-Pb datirovaniya detritnykh tsirkonov [Age of sandstones in the base of the Uralides on the Sablya Ridge (Subpolar Urals) by results of U-Pb dating of detrital zircons] // *Bull. of Moscow Soc. of Naturalists. Geol. Dept*. 2016. Vol. 91. Issue 1. P. 15–23.
 35. *Soboleva A.A., Saldin V.A., Yukhtanov P.P., Khourigan J.K.* Voзраст porod ostantsov vyvetrivivaniya khr. Man'pupuner (Severnyy Ural) [Age of the rocks of the weathering residuals of Manpupuner Ridge (Northern Urals)] // *Bull. of Moscow Soc. of Naturalists. Geol. Dept*. 2017. Vol. 92. Issue 2. P.3–20.
 36. *Ronkin Yu.L., Pryamososov A.P., Telegina T.V., Lepikhina O.P.* Dunit-garzburgitovyj i dunit-verlit-klinopiroksenit-gabbrovyy kompleksy Polyarnogo Urala: REE i Sm-Nb ogranicheniya [Dunite-harzburgite and dunite-wehrnite-clinopyroxenite-gabbro complexes of the Polar Urals: REE and Sm-Nb restrictions] // *Isotopic dating of geological processes: new methods and results*. Moscow: Inst. of Geology of Ore Deposits, RAS, 2000. P. 302–305.
 37. *Gurskaya L.I., Smelova L.V.* Platinometal'noye mineraloobrazovaniye i stroyeniye massiva Syum-Keu (Polyarnyy Ural) [Platinometal mineral formation and the structure of the Syum-Keu massif (Polar Urals)] // *Geology of ore deposits*. 2003. Vol. 45, No. 3. P. 353–371.
 38. *Savelyeva G.N., Shishkin M.A., Larionov A.N. et al.* Tektono-magmatischekiye sobytiya pozdnego venda v mantiynykh kompleksakh ofiolitov Polyarnogo Urala; dannyye U-Pb datirovaniya tsirkonov iz khromitov [Tectonic-magmatic events of the Late Vendian in the mantle complexes of ophiolites of the Polar Urals; data of U-Pb dating of zircons from chromites] // *Ophiolites: geology, petrology, metallogeny and geodynamics*. Ekaterinburg: Inst. of Geology and Geography, Ural Branch, RAS, 2006. P. 160–164.

УДК:553.98.048(470.13+470.111)
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-68-80

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Н.Н. ТИМОНИНА, Т.В. МАЙДЛЬ, Н.Н. РЯБИНКИНА, И.С. КОТИК, О.С. КОТИК, И.И. ДАНЬЩИКОВА

*Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
nntimonina@geo.komisc.ru*

В статье рассматривается история развития нефтегазового комплекса, приводится оценка текущего состояния сырьевой базы Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Обобщены геологические и геофизические материалы по различным площадям. С использованием современных аналитических методов получены новые данные о текстурно-структурных особенностях и коллекторских свойствах карбонатных и терригенных пород, их фильтрационно-емкостных особенностях, составе органического вещества, условиях формирования и нефтегазогенерационном потенциале осадочных толщ.

Ключевые слова: Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, запасы и ресурсы, углеводороды, породы-коллекторы нефти и газа, нефтегазоносный комплекс, органическое вещество, пустотное пространство, фильтрационные и емкостные свойства

N.N. TIMONINA, T.V. MAIDL, N.N. RYABINKINA, I.S. KOTIK, O.S. KOTIK, I.I. DANSHIKOVA. PROSPECTS FOR THE RESOURCE BASE DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS INDUSTRY OF THE TIMAN-PECHORA PROVINCE

The history of the oil and gas complex development is considered, and the current state of the resource base of the Timan-Pechora oil and gas province is estimated. The relevance of the chosen topic is determined by the fact that at present the main direction of maintenance and development of oil production in the Timan-Pechora oil and gas province is the development of new fields and the introduction of oil deposits in the already developed fields. In the course of the work, a set of studies aimed at identifying new objects for the search for hydrocarbon deposits, establishing the regularities of the formation of the void space of the complex reservoirs of the lower Paleozoic and Mesozoic, clarifying the catagenetic zoning of the main oil and gas complexes, was carried out.

Particular attention was paid to the establishment of regularities in the structure of carbonate and terrigenous oil and gas complexes containing hydrocarbon deposits; the study of the formation of carbonate reservoirs of the early Paleozoic and terrigenous Mesozoic, as well as the identification of factors determining the formation of capactive and filtration properties of these deposits.

The results of geological and geophysical surveys in various areas are summarized. New data on the texture-structural features and reservoir properties of carbonate and terrigenous rocks, their filtration-capactive features, the composition of organic matter, the conditions of formation and oil and gas generating potential of sedimentary strata are obtained using modern analytical methods.

Keywords: the Timan-Pechora oil and gas province, reserves and resources, hydrocarbons, reservoir rocks of oil and gas, oil and gas complex, organic matter, void space, filtration and capactive properties

Введение

В настоящее время по уровню добычи нефти Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция (ТПП), охватывающая значительную территорию Республики Коми и Ненецкий автономный округ, занимает четвертое место и составляет 4% от общей добычи в России. Разрабатываемые месторождения характеризуются высокой выработанностью

и ростом доли трудноизвлекаемых запасов. Ресурсная база углеводородного сырья Тимано-Печорской провинции имеет сложную структуру как по категоричности, так и по соотношению активных и трудноизвлекаемых запасов.

В остаточных активных запасах доля нефти составляет 26% в Республике Коми, по свободному газу – 68,6% [1]. В настоящее время в активное освоение вовлечены запасы только пяти нефтегазо-

носных комплексов (НГК) осадочного чехла Тимано-Печорской провинции. При этом выработанность начальных извлекаемых запасов (НИЗ) как нефти, так и свободного газа по каждому из этих комплексов различная: по нефти в наибольшей степени вовлечен в освоение D₂-D_{3f} терригенный НГК, из которого добыто более 43% [2], в наименьшей -O₂-D₁ карбонатный НГК – выработано 14,4 % от НИЗ (рис.1).

В это время объем новой геологической информации был настолько велик, что ТПО ВНИГРИ, геологическая служба Ухтанфтегазгеологии и др. едва справлялись с первичной обработкой полученного материала, на какие-либо серьезные научные обобщения и прогнозы просто не хватало ни времени, ни человеческих сил. Именно тогда решили создать в Институте геологии Коми филиала

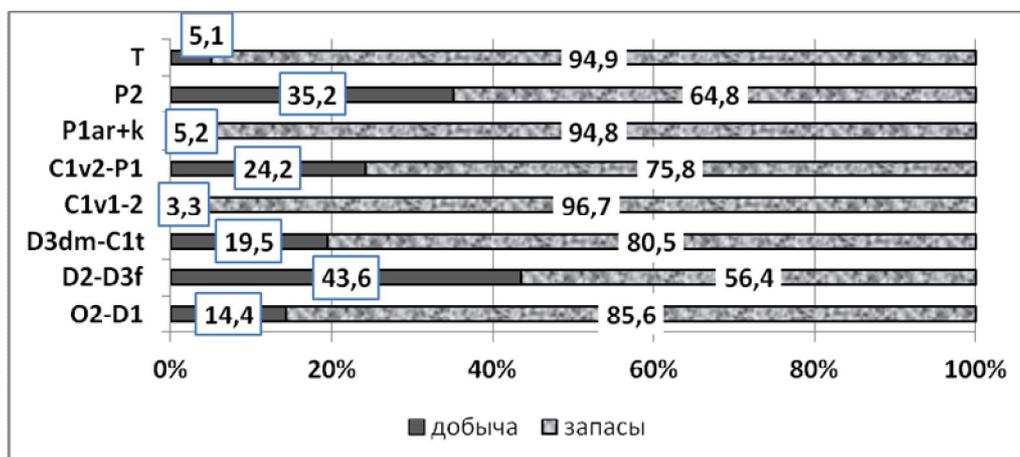


Рис. 1. Вовлеченность запасов нефти в освоение по нефтегазоносным комплексам.
Fig. 1. Involvement of oil reserves in the development of oil and gas complex.

Изучение особенностей седиментации, накопления и захоронения органического вещества, моделирование его преобразования при катагенезе является важным фактором в исследованиях по выявлению закономерностей протекания процессов генерации и миграции углеводородов в осадочных толщах. Особенно актуально проведение таких исследований в северных, в том числе арктических (материковых) территориях Тимано-Печорской провинции, к которым в последнее время проявляется повышенный интерес.

Вклад академической науки в изучение нефтегазоносности региона

В 2019 г. Республика Коми будет отмечать 90-летие нефтяной отрасли. Освоение подземных богатств началось Ухтинской экспедицией, прибывшей на р. Ухта в 1929 г. К промышленной разработке в республике приступили в 1930 г. на Чибьюском нефтяном месторождении. Вслед за этим шло освоение месторождений Ухта-Ижемского и Омра-Сойвинского районов (Нижнеомринское, Ярегское, Верхнеомринское, Нибельское и Войвожское). К 1973 г. на территории республики был достигнут такой суммарный уровень добычи нефти и газа, как в старейшем нефтегазоносном районе – Азербайджанской ССР. В середине 1970-х гг. образовались новые центры нефте- и газодобычи на севере нашей республики, завершено сооружение трубопроводной системы. Объемы разведочного бурения в этот период были колоссальными, в начале 1970-х превысили 100 тыс. м, а в 1988 г. достигли максимума – 315 тыс. м. За 15 лет (1961–1975 гг.) пробурено 1675 тыс. пог. м поисково-разведочных скважин и открыто 29 месторождений.

АН СССР новое подразделение – отдел геологии горючих ископаемых – и вменить ему в обязанность сбор, обобщение и высоконаучное академическое изучение нефтегазоносности Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и прогноз новых перспективных зон нефтегазонакопления. Проблемы геологии горючих ископаемых в Коми филиале АН СССР занимались всегда. Работы А.А. Чернова явились основополагающими в открытии Печорского угольного бассейна, в обосновании перспектив нефтегазоносности Печорского Урала и Большеземельской тундры. В начале 1960-х гг. в институте была создана довольно мощная лабораторная база, которая вела исследования на современном уровне, работали высококвалифицированные, широко мыслящие геологи, хорошо знающие территорию республики. В 1975 г. в Институте геологии Коми филиала АН СССР организован отдел геологии горючих ископаемых (ОГГИ), на должность заведующего отделом приглашен доктор геолого-минералогических наук В.А.Дедеев. В отделе были созданы два подразделения: лаборатория нефтегазоносных формаций и лаборатория тектоники. К концу 1970-х гг. отдел по численности стал одним из наиболее крупных и плодотворно работающих подразделений института. Залогом успешной работы отдела была добротная база региональных геологических исследований, получивших развитие в институте.

Как оказалось, создание ОГГИ было своевременным. В течение 1976–1980 гг. значительно расширена территория поисковых работ, особенно в слабо изученных северных и северо-восточных районах провинции – на Печоро-Кожвинском мегавале, Шапкина-Юрьяхинском вале, Хорейверской,

Косью-Роговской и Коротаихинской впадинах, Варандей-Адзвинской структурной зоне, северной части Колвинского мегавала (рис. 2). Всего за этот период пробурено 1228 тыс. пог. м скважин, открыто 17 месторождений.

Именно в эти годы геологи столкнулись с проблемой усложнения объектов поиска, значительная часть которых оказалась приуроченной к неоднородным карбонатным резервуарам, находящимся вне крупнейших линейных поднятий, что и повлекло за собой увеличение затрат на подготовку объектов к бурению, их опоскование и разведку, впоследствии произошло резкое снижение эффективности поисково-разведочных работ.

В этой ситуации необходимо было выйти на новый уровень обобщения имеющихся материалов. Институт геологии принимал участие в обосновании перспектив промышленной нефтегазоносности северной части Предуральского краевого прогиба, Западного Притиманья, Мезенской впадины и Большеземельской тундры. Были разработаны теоретические основы эволюционной модели онтогенеза горючих ископаемых в зависимости от крупных циклов седиментации, а также критерии оценки перспектив ресурсов горючих ископаемых, комплексная автоматизированная система обработки нефтегазогеологических, геохимических данных. Результаты исследований опубликованы в работах В.А.Дедеева, Л.З.Аминова, В.П. Якуцени, Н.И.Тимошина, Н.А. Малышева, Е.О.Малышевой, Н.В.Беляевой, Т.В.Майдль, Н.Н.Тимошиной и многих других сотрудников отдела. Изданы фундаментальные монографии, получившие признание и широкую известность.

На это же время пришелся и пик развития нефтегазовой промышленности в республике: в 1983 г. было добыто рекордное количество нефти за всю историю нефтяной промышленности республики – 19,2 млн. т (накопленная добыча превысила 195 млн. т), введены в разработку Усинское и Возейское месторождения.

С 1991 г. началось сокращение геологоразведочных работ. Резкое снижение объемов финансирования и, соответственно, объемов глубокого бурения в 1991–1992 гг. привело к снижению показателей прироста запасов УВ сырья. Начиная с 1992 г., в связи с принятием Закона «О недрах», кардинально изменились условия проведения геологоразведочных работ. Принятый закон предусматривал проведение поисковых и разведочных работ на лицензионной основе. Резко изменилась система финансирования, вместо центра-

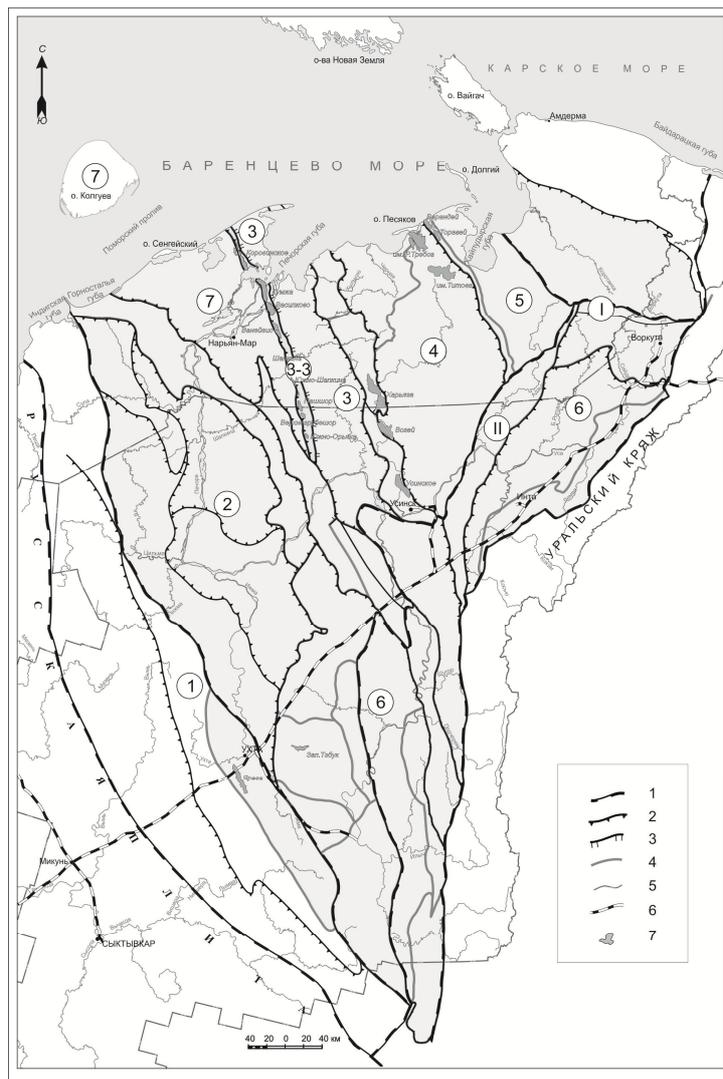


Рис. 2. Схема тектонического и нефтегазогеологического районирования Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (по [1]).

Границы структур: 1 – крупнейших, надпорядковых; 2 – крупных, первого порядка; 3 – средних, второго порядка; 4 – границы нефтегазоносных районов; 5 – административная граница; 6 – железная дорога; 7 – месторождения. Элементы нефтегазогеологического районирования: 1 – Тиманская НГО, 2 – Ижма-Печорская НГО, 3 – Печоро-Колвинская НГО, 3-3 – Шапкина-Юрьяхинский НГР, 4 – Хорейверская НГО, 5 – Варандей-Адзвинская НГО, 6 – Северо-Предуральская НГО, 7 – Малоземельско-Колгуевская НГО. Элементы тектонического районирования: I – поднятие Чернова, II – гряда Чернышева.

Fig. 2. Scheme of tectonic and oil and gas geological zoning of the Timan-Pechora oil and gas province (according to [1]). The boundaries of the structures: 1 – the largest, over ordinal; 2 – large, first-order; 3 – medium, second-order; 4 – the boundaries of oil and gas regions; 5 – administrative boundary; 6 – railway; 7 – deposits. Elements of oil and gas geological zoning: 1 – Timan oil and gas area, 2 – Izhma-Pechora oil and gas area, 3 – Pechora-Kolva oil and gas area, 3-3 – Shapkin-Yuryakhin oil and gas region, 4 – Khoreyver oil and gas area, 5 – Varandey-Adzvin oil and gas area, 6 – North-Pre-Ural oil and gas area, 7 – Malozemelsk-Kolguev oil and gas area. Elements of tectonic zoning: 1 – Chernov Rise, 2 – Chernyshev Ridge.

лизованного бюджетного финансирования пришло смешанное: как бюджетное, так и за счет собственных средств компаний. Дефицит средств у предприятий в результате резкого снижения мировых цен на нефть явился причиной свертывания производственных программ, таких как бурение новых скважин, капитальные ремонты скважин и промышленного оборудования, обустройство месторождений, что отразилось на объемах добычи нефти.

В последнее время геологические службы крупных добывающих компаний, сервисные компании решают очень конкретные задачи в рамках одной или нескольких лицензионных площадей. Как правило, они не располагают ни временем, ни специалистами для серьезных региональных обобщений. В этих условиях повышается роль действующих академических институтов в вопросах сохранения, обобщения и осмысления геологического материала, который собран многими поколениями геологов. В первую очередь это относится к ядру глубоких скважин, материалам ГИС, результатам анализов и опробований, сейсмическим материалам и пр. Поэтому актуализация, поддержка и развитие базы данных о геологоразведочных работах, ресурсах углеводородов, геологическом строении Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции можно отнести к чрезвычайно важному направлению работ.

Выбор направлений геологоразведочных работ, определение и подбор участков для лицензирования во многом зависят от перспектив территории. Поэтому продолжают работы, связанные с прогнозом нефтегазоносности. На современном этапе перед наукой встают новые задачи – выявление закономерностей формирования залежей углеводородов, уточнение их геологического строения с целью создания моделей строения и более обоснованного выбора способа разработки. Учитывая то, что запасы не беспредельны, необходимо задуматься о том, как восполнить сырьевую базу, обеспечить рост эффективности нефтедобычи за счет применения методов увеличения нефтеотдачи.

Карбонатные природные резервуары

В последние годы уделяется большое внимание районам сложного геологического строения, к числу которых относятся складчато-надвиговые зоны. Одним из таких объектов является гряда Чернышева, перспективы карбонатного нижнепалеозойского нефтегазоносного комплекса (НГК) которой до сих пор неясны.

Нефтеносность ордовикско-нижнедевонских отложений северных и южных территорий гряды Чернышева установлена открытием залежей на Усино-Кушшорской, Южно-Степковожской, Заостренской и Хоседау-Нерульской площадях, а также результатами бурения поисково-оценочных скважин 1-, 2-Адакские, 1-Харутамыльская. На долю этого комплекса (O-D₁) приходится 31,3% извлекаемых запасов нефти. Причем они сконцентрированы в 18 месторождениях, среди которых Салюкинское, Среднемакарихинское и ряд других [3].

Исследования Института геологии касались фациальной природы силурийско-нижнедевонских отложений территории гряды Чернышева. В работе была использована фациальная модель, наиболее полно отражающая особенности процессов накопления карбонатных осадков в мелководных шельфовых (перикратонных) бассейнах.

Седиментация в таких бассейнах, вследствие их мелководности, сильно зависит от расчлененности рельефа дна на поднятия – платформы и компенсированные осадками депрессии, вследствие различной скорости погружения дна бассейна, обусловленной «жесткостью» или «пластичностью» вовлекаемых в погружение подстилающих блоков фундамента.

В ходе работы было доказано, что при моделировании резервуаров складчато-надвиговых зон необходимо учитывать фактор тектонического стресса, так как карбонатные породы весьма подвержены изменениям гидродинамических обстановок и связанных с ним гидрохимических условий залегающих толщ. Формирование залежей углеводородов в осадочных бассейнах в значительной степени обусловлено процессами эпигенеза, а переформирование залежей и формирование сложных резервуаров – преимущественно тектогенезом и эпигенезом наложенного типа. В связи с этим основное внимание уделялось исследованию эпигенетических стадийальных и наложенных изменений пород по ядру скважин, вскрывших надвиговые зоны. В ходе данных исследований был выделен ряд диагностических признаков, позволяющих судить о преобладающем характере тектонических режимов (сжатия или растяжения), характере эпигенетических процессов (тип эпигенеза) и их влиянии на коллекторские свойства пород [4–5].

Как известно, различия в морфологии, структуре и характере соотношения, слагающих породы слоевых единиц, в конечном счете, проявляются в структуре пустотного пространства и фильтрационно-емкостных свойствах коллекторов. Помимо текстурно-структурных особенностей, закладывающих основу первичной пористости осадков, условия осадконакопления и особенности бассейна седиментации – его типа и характера развития – определяли трансформации этого первичного пустотного пространства на разных стадиях литогенеза. Особенности силурийско-раннедевонского бассейна, помимо описанного фациального облика осадков, проявились также в значимом влиянии факторов и процессов, в целом, негативно влияющих на формирование и сохранение их коллекторских свойств. К факторам, действующим уже на ранних стадиях диагенеза, относятся: повышенное содержание глинистой составляющей, значительное количество карбонатного ила (микрита), высокое содержание в осадке микроорганизмов, приводящих к микритизации карбонатных зерен, изменение структуры осадка, в том числе и биотурбация, ранняя цементация зернистых прослоев. Были выявлены также и другие негативные факторы, до настоящего времени мало исследованные, однако существенно

понижающие пористость и проницаемость коллекторов. К ним можно отнести процессы глинизации палеокарстовых пустот и трещин в районах, подверженных воздействию предфранского размыва и разрушения коллекторов вследствие дилатансии.

Для выбора эффективного метода разработки месторождений территорий сложного тектонического строения весьма актуальной является разработка адекватной фильтрационной модели, которая невозможна без исследования геометрии пустотного пространства коллекторов. С этой целью было проведено рентгено-томографическое и электронно-микроскопическое изучение пустотного пространства трех литотипов, два из которых характеризуют коллекторы из надвиговых зон (Адакская площадь), и один – более стабильные территории (Среднемакарихинская площадь) [5]. Все литотипы

новой геометрией пустотного пространства, различным сочетанием и морфологией слагающих его микротрещин и пустот различного генезиса. В литотипе, получившем наибольшее распространение, пустотное пространство на микроуровне образовано порами доломитизации-выщелачивания, а также плоскостными и сигмоидальными микротрещинами. Большинство пустот относится к порам выщелачивания, которые, как правило, имеют низкую связность и не обеспечивают формирование открытой пористости. Проницаемость пород в значительной степени обусловлена наличием субвертикальных и наклонных микротрещин, обеспечивающих связь отдельных пор выщелачивания (рис. 3).

Было установлено, что фациальный аспект определяется зависимостью характера первичной пористости и проницаемости породы от количества и характера слагающих ее компонентов осадка. Отмечено, что наилучшими коллекторскими свойствами обладают породы с высокой долей граноморфных (форменных) компонентов и структурой грейстоунов-пакстоунов. Породы с преобладающим микробиального и пелито-морфного компонентов и структурой вакстоунов и мадстоунов, как правило, характеризуются низкой пористостью.

Выявлены вторичные процессы, оказавшие наиболее сильное влияние на формирование емкостных и фильтрационных свойств. К ним относятся перекристаллизация с увеличением размера зерен, доломитизация, выщелачивание, стилолит- и трещинообразование, пиритизация, реже сульфатизация, окремнение и кальцитизация. Большинство из них приводят к уплотнению пород и потере первичной пористости.

Исследования структуры пустотного пространства были дополнены методом изучения рентгеновской микротомографии. Формирование пустотного пространства пород обусловлено различным сочетанием процессов выщелачивания и доломитизации, а часто и трещинообразности. На микроуровне пустотное пространство сформировано порами выщелачивания (преимущественно результат процессов доломитизации), а также трещинами прямолинейной (скола) и извилистой (отрыва) форм. Поры выщелачивания имеют низкую связность и не обеспечивают формирование открытой пористости. Проницаемость пород в значительной степени обусловлена наличием субвертикальных и наклонных микротрещин, обеспечивающих связь отдельных пор выщелачивания.

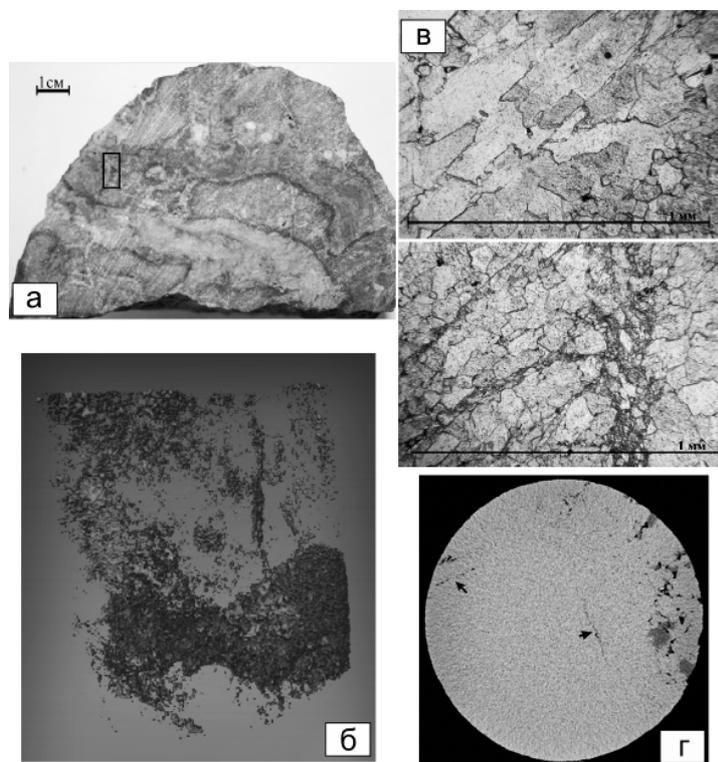


Рис. 3. Характер пустотного пространства образца второго литотипа: а – фотография ядра, прямоугольником обозначен участок томографического изучения; б – трехмерная модель пустотного пространства; в – фотографии шлифов; г – горизонтальное томографическое сечение с порами выщелачивания и открытыми трещинами (отмечены стрелками).
Fig.3. The void space of the second lithotype sample: а – a photo of the core, a rectangle indicates the area of tomographic study; б – three-dimensional model of the void space; в – photos of thin sections, г – horizontal tomographic section with leaching pores and open cracks (marked with arrows).

относятся к низкоемким сложным коллекторам, в которых пустотное пространство представлено, главным образом, порами капиллярного и субкапиллярного размеров. Основной объем пустотного пространства в них формируют поры с объемом менее одной тысячной кубического миллиметра. Однако каждый из них характеризуется определен-

Терригенные природные резервуары

Природные резервуары, приуроченные к терригенным коллекторам, исследовались на примере нижневизейских и нижнетриасовых отложений;

первые сформировались в прибрежно-морских условиях, вторые – в условиях аллювиальной равнины. Нефтегазоносные нижневизейские отложения приурочены к районам регионального или зонального развития бобриковского горизонта. Коллекторские свойства песчаников комплекса высокие: $K_n = 25\%$, а $K_{np} = 25 \cdot 10^{-15}$. Залежи нефти и газа в отложениях комплекса выявлены на юге Печоро-Кожвинского мегавала, в северной части Варандейского вала, Вуктыльской зоне, Большесынинской впадине и на Омра-Лузской седловине. Нефти выявленных залежей преимущественно тяжелые, сернистые, малопарафинистые, с глубиной устанавливается уменьшение плотности нефтей в залежах. Свободные газы характеризуются повышенным содержанием метана.

Мощность комплекса на севере и северо-востоке ТПП изменяется в диапазоне от 10 до 100 м, максимальная мощность зафиксирована на территории Косью-Роговской впадины – около 400 м. Максимальная глубина залегания комплекса – до 6300 м – отмечена в Предуральском прогибе. На остальной территории глубина залегания кровли комплекса изменяется от 400 до 3200 м. Пласты коллекторов связаны с терригенной песчано-алевритовой толщей радаевского, бобриковского горизонтов нижневизейского подъяруса и с нижней терригенной частью разреза тульского горизонта верхневизейского подъяруса. Тип коллектора – гранулярный, в районах с большими глубинами залегания – трещинно-поровый (Верхнепечорская впадина). Значения открытой пористости и проницаемости изменяются в зависимости от условий седиментации коллекторов и степени катагенеза. Пористость варьирует от 5–10 до 30%, проницаемость – от первых миллиардов до $1,7 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$. Доля коллекторов в разрезе изменяется от 5–10 до 50%. «Подугленосная толща» радаевского возраста залегает в основании комплекса и представлена алевропесчаной и песчаной пачками. Коллекторами являются песчаники олигомиктовые, преимущественно кварцевые с редкой примесью обломков полевых шпатов. Значения пористости изменяются от 8 до 25%, проницаемость – $220 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$.

Хорошими коллекторскими свойствами обладают также песчаники бобриковского горизонта («угленосная толща»), преимущественно с ними связаны вся установленная промышленная нефтегазоносность НГК и дальнейшие перспективы. На территории ТПП они имеют ограниченное распространение: отсутствуют на значительной части Малоземельско-Колгуевской моноклинали и Печоро-Колвинского авлакогена, большей части Ижма-Печорской и Хорейверской впадин, в южной части вала Сорокина. Тульские терригенные отложения характеризуются малыми мощностями, отсутствием или низким качеством коллекторов, поисковый интерес представляют лишь в комплексе с бобриковскими отложениями. Флюидоупором является верхневизейская (тульский и алексинский горизонты) региональная покрывка, существуют также внутриформационные флюидоупоры.

Так, в ранневизейское время территории современных месторождений (Югидское, Печоро-Кожвинское, Печоргородское и др.) развивались в пределах аккумулятивной равнины, что привело к формированию природных резервуаров пластового типа, где коллектором служат, как правило, визейские кварцевые песчаники руслового генезиса, а покрывкой – глинистые и глинисто-карбонатные отложения тульского и алексинского горизонтов позднего визе. К юго-востоку от этих месторождений наблюдается смена аллювиальных фаций дельтовыми. В раннем визе, на стадиях седиментогенеза и диагенеза из отложений дельтового комплекса сформировалось линзовидное песчаное тело, послужившее ловушкой для углеводородов, которая заполнилась, очевидно, в среднем-позднем карбоне с образованием нефтяного месторождения (Войское). Песчаное тело (мощность песчаников более 40 м) с высокой пористостью (до 25%) и латеральной изменчивостью сформировало природный резервуар массивного типа. На границе позднего карбона и ранней перми при формировании Воя-Соплясской антиклинали произошло разрушение залежи и её вывод на дневную поверхность, что привело к окислению нефти и формированию Войского месторождения твердых битумов. Содержание битума (асфальты и асфальтиты) в песчаниках достигает от 0,6 до 8–10 мас. %, обычно 1,0–2,0% [6]. По плоскостям наложения пород и трещинам в них также идет заполнение битумом, в отдельных случаях толщина почти вертикальных трещин (угол падения до 70°) составляет 1,5–2 см.

В ранневизейское время накапливалось полимацеральное органическое вещество, в состав которого входили остатки гумусовой и водорослевой органики, бактериальной массы и спор. Наличие сапропелевой органики значительно повышает генерационный потенциал комплекса в целом и благоприятно для формирования автохтонных залежей углеводородов. Даже при приблизительном подсчете, при условии катагенеза до градаций $МК_{1-2}$, эти породы могли генерировать значительное количество жидких углеводородов, которые имели все условия для захоронения в виде залежей как в ловушках разновозрастных отложений, так и мигрировать в более молодые. Так, при благоприятных условиях вертикального перераспределения углеводородов на последнем этапе развития бассейна могли сформировать комбинированные, седиментогенные и экзогенные ловушки с аллохтонными залежами нефти (Нитчемью-Сынинская ступень), нефти и газа (Югид-Печоргородская зона) и газа (юг Верхнепечорской впадины)[7].

Наряду с нижневизейскими отложениями большой интерес представляют отложения нижнего триаса, с которыми связан ряд крупных месторождений, среди них Варандейское, Торавейское, Коровинское, Кумжинское (рис. 1).

В результате исследования нижнетриасового комплекса обосновано аллювиальное происхождение природных резервуаров, детализировано строение песчаных тел, проанализирован вещественный

состав песчаников. Показано, что высокая изменчивость состава и структуры минералов цемента пород коллекторов связана с локальными фациально-палеогеографическими обстановками осадконакопления в условиях речной системы.

В ходе работы была предложена концептуальная модель формирования природного резервуара, приуроченного к отложениям чаркабожской свиты на территории одного из месторождений Шапкино-Юрьяхинского вала. Построение рабочих моделей выполнялось с использованием результатов комплексной обработки всей имеющейся информации, включающей ГИС и исследование кернового материала. Выбранное месторождение изучается еще с середины 1970-х гг., тем не менее в настоящее время не до конца решенным остается ряд важных геологических задач, среди которых можно назвать следующие. Детальные структурные построения, а также карты прогнозных параметров продуктивных пластов выполнены только в центральной и южной частях месторождения. Северная зона остается освещенной лишь данными поисково-разведочного бурения, а также редкими профилями сейсморазведки 2D низкого качества. Относительно небольшое количество скважин на изучаемой площади снижает точность прогноза эффективных толщин, что является особенно актуальным в условиях резкой литолого-фациальной изменчивости нижне-триасовых отложений, характеризующихся сложным строением. Кроме того, охарактеризованность керном залежей по площади является неравномерной, поскольку большинство скважин пробурено в осевой зоне структуры, что также сказывается на достоверности определения параметров и требует дальнейшего доизучения.

На первом этапе создания геологической модели терригенного резервуара осуществлялась корреляция отдельных пластов. Выделение и прослеживание пластов проводились по каротажным диаграммам. В качестве основных реперов принимались локальные поверхности, связанные с однородными породами, более или менее выдержанными по площади; в пределах отдельных участков использовались дополнительные реперы, характеризующиеся устойчивыми геофизическими характеристиками. К нижнетриасовым отложениям приурочено два продуктивных пласта. Для максимального учета особенностей строения продуктивных пластов на первом этапе моделирования проведено изучение макронеоднородностей продуктивных отложений на основе литолого-фациальных и седиментационных моделей.

Основная причина неоднородности природных резервуаров по свойствам слагающих их коллекторов и покрышек – условия их образования. Поэтому разработка седиментационных моделей резервуаров является одной из первоочередных задач, от решения которой зависит качество и достоверность технологических проектов разработки. В этой связи был выполнен детальный литолого-фациальный анализ нижнетриасовых отложений, базирующийся на комплексе методик, разработанных как отечественными [8–9], так и зарубежными

исследователями [10–11]. Анализ геолого-геофизической информации, изучение керна скважин, интерпретация данных геофизических исследований скважин позволили провести реконструкцию условий образования нижнетриасовых природных резервуаров.

Установлено, что формирование этих отложений происходило в континентальных условиях, наибольшее распространение получили обстановки аллювиальной равнины. Нижний базальный пласт сформировался в условиях меандрирующей речной системы. Доказательством этого служат следующие критерии. В подошве толщи залегают слой конгломератов, состоящих из гравия и гальки, выше залегают песчаники крупно- и среднезернистые, с косослоистой текстурой [12]. Вверх по разрезу происходит снижение гранулометрического состава обломочной части до мелкозернистых песчаников и алевролитов, их перекрывают отложения поймы.

На основе анализа имеющихся материалов в интервале базального пласта чаркабожской свиты установлены следующие фации: пристрежневая зона русла, отложения прирусловой отмели, осадки внешней (песчаной) части поймы и внутренней (алевроглинистой), фация прирусловых (береговых) валов, отложения фации песков разливов. При создании геологических моделей природных резервуаров был использован весь имеющийся арсенал качественных и количественных показателей, позволяющих наиболее точно описать геологическое строение пласта.

Кроме геологической структуры, в статической рабочей модели отражается, в соответствии с требованиями Регламента по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей [13], количественная неоднородность пластов. Эту информацию можно получить при детальном изучении кернового материала, всестороннем исследовании песчаных пластов, слагающих природный резервуар. Особенно большое влияние на формирование емкостных и фильтрационных свойств оказывают состав и характер распределения минералов цемента песчаников.

Минералы цемента песчаников представлены кальцитом, каолинитом, смектитом, иллитом, хлоритом. Распределение и количество глинистых минералов в цементе песчаников определяются как условиями седиментации, так и постседиментационными преобразованиями. В результате действия комплекса факторов распределение емкостных и фильтрационных свойств отличается значительной неоднородностью. Наибольшее распространение получили коллекторы III-V классов по классификации А.А. Ханина [14]. Коллекторы VI класса характерны для пойменных образований и представлены алевролитами и мелкозернистыми песчаниками, в которых практически отсутствуют крупные поровые каналы. Коллекторы V класса представлены мелкозернистыми песчаниками с поровым цементом преимущественно смектитового состава, низкие значения емкостных и фильтрационных свойств обусловлены незначительным содержанием крупных поровых каналов (менее 5%) и увеличением количества

нефильтрующих пор. Эти образования формировались в пойменных условиях.

К коллекторам IV класса отнесены мелко- и среднезернистые песчаники с полиминеральным цементом: глинистым поровым и карбонатным ступково-порового типа. Коллекторы II-III классов представлены крупно- и среднезернистыми, плохо отсортированными песчаниками с цементом порового типа, сформировавшимися в обстановке с относительно спокойным гидродинамическим режимом.

Результатом проведенных исследований явилось создание моделей природных резервуаров, сформировавшихся в условиях меандрирующей реки, и реки, ограниченно меандрирующего типа. В качестве первой модели можно в целом рассматривать базальный пласт ($T_1\check{c}b_1$), примером второй модели является второй пласт ($T_1\check{c}b_2$).

Как отмечают многие исследователи, недостатки геологических и фильтрационных моделей, используемых в отечественной практике, связаны с несовершенством методики их построения и малым объемом исходной информации. Стремясь непременно построить геологическую модель при недостатке первичной информации, прибегают к произвольным допущениям, необоснованным аналогиям, домыслам и догадкам. Построенные геологические модели не адекватны реальным условиям. Фильтрационные модели строятся на осредненных, огрубленных геологических моделях, поэтому расчеты, выполненные на таких моделях, не отражают реальные режимы течения [15,16].

Следует обратить внимание, что дифференцированность состава и типа цемента требует индивидуального подхода, взвешенного выбора технологий при определении стратегии разработки месторождений и тщательного подбора комплекса методов, направленных на увеличение нефтеотдачи для различных участков месторождений.

Нефтематеринские породы

Для формирования месторождений углеводородов необходимо наличие не только высокопроницаемых коллекторов, но и флюида, который мог бы заполнить пустотное пространство и сформировать залежь. Поэтому в настоящее время одним из важнейших направлений исследований остается геохимическое изучение органического вещества палеозойских образований. При этом особое внимание уделяется исследованию органического вещества (ОВ) отложений северных впадин Предуральяского краевого прогиба, а также гряды Чернова и Чернышева.

В пределах гряды Чернышева одним из основных объектов для поиска залежей нефти и газа являются силурийские отложения в составе среднеордовикско-нижнедевонского нефтегазоносного комплекса. Проведенные ранее геологоразведочные работы позволяют положительно оценить перспективы нефтегазоносности центральной части гряды [17,18]. По результатам бурения по всему разрезу силурийских отложений отмечаются нефтенасыщенные интервалы, в керне по трещинам и кавернам наблюдаются выпоты нефти, а при опробовании

в скв. 2-Адакская из верхнесилурийско-нижнедевонского интервала получен приток легкой нефти.

На гряде Чернышева литолого-геохимические исследования проводились по скважинам 1-Воргамусюрская, 1-Харутамыльская, 1 и 2 – Адакская и др., в которых с различной полнотой вскрываются силурийские отложения в автохтонном и аллохтонном залеганиях.

Содержание ОВ, его генетический тип и степень катагенетической преобразованности являются важными показателями нефтегазогенерационных свойств пород. На основании химико-битуминологических и пиролитических исследований в разрезе силурийских отложений выделяются различные классы нефтегазоматеринских пород (НГМП) – бедные, средние и богатые. Бедные НГМП выделены в основном в отложениях нижнего силура. Наиболее низкие концентрации органического углерода ($C_{орг}$, %) $< 0,1-0,3$ % установлены в известняках и доломитах. Значения водородного индекса в этих породах составляют 4–173 мг УВ / г $C_{орг}$, генерационный потенциал < 1 мг УВ / г породы. Средние и богатые НГМП приурочены к глинисто-карбонатным разностям пород, которые слагают верхнесилурийскую часть разреза. В мергелях, глинистых известняках и доломитах содержание $C_{орг}$ составляет 0,5–6 %. Генерационный потенциал ОВ пород повышается до 2–6, достигая 33 мг УВ / г породы, значения HI составляют 224–580 мг УВ / г $C_{орг}$ [19]. Степень катагенетической преобразованности ОВ и время начала генерации УВ в силурийских отложениях оценивались по результатам моделирования истории нефтегазообразования на примере скважины 1-Воргамусюрская (рис.4).

Углеводородный потенциал нефтематеринских пород нижнего палеозоя изучался также по разрезам поднятия Чернова. В результате нами установлено, что большую часть силурийско-нижнедевонского разреза слагают нефтегазоматеринские образования с субдоманикоидными концентрациями $C_{орг}$ (0,1–0,5 %). Породы с более высоким содержанием ОВ ($> 0,5$ %) тяготеют к глинисто-карбонатным разностям, слагающим около 20 % разреза в силурийской части и отдельными слоями битуминозных доломитов в нижнедевонской.

Изучение углеводородного состава битумоидов, выделенных из пород, выявило несколько типов молекулярно-массового распределения *n*-алканов и изопреноидов, отражающих различный состав исходного ОВ. Характер распределения насыщенных УВ в целом отражает морское сапропелевое ОВ, но отличающееся генетической основой – планктоногенной и фитобентосной. Определение биоценотического состава ОВ, как источника различных типов битумоидов, требует дальнейших палинологических и геохимических исследований.

Уровень катагенетической преобразованности оценивался по индексам окраски конодонтов (ИОК), используемых в качестве меры прогресса вмещающих толщ [20]. Значения ИОК изменяются в пределах 1,5–2 и увеличиваются вниз по разрезу, составляя в основном 1,5 в нижнедевонских отло-

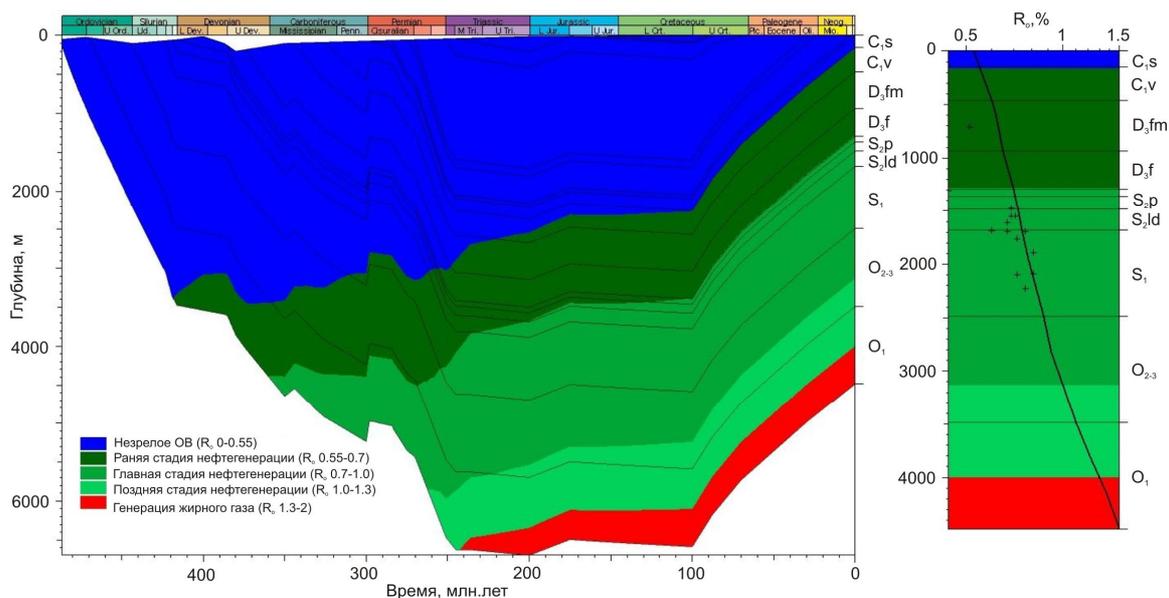


Рис. 4. Модель катагенетической преобразованности ОВ по скважине 1-Воргамусюрская.
 Fig. 4. Model of catagenetic transformation of chemical agent in borehole 1-Vorgamusyur.

жениях и 1,5–2 в силурийских. По полученным значениям ИОК интенсивность прогрева вмещающих толщ достигала 90–140 °С, что отвечает грациям катагенеза на уровне МК₁₋₂. Наличие процессов нефтегенерации и миграции подтверждается битумонасыщенностью различного характера по всему изученному разрезу силурийско-нижнедевонских отложений.

Проведенные исследования позволили получить новые сведения о нефтегазоматеринских толщах поднятия Чернова и предположить наличие нефтегазоматеринских свойств у глубокопогруженных разновозрастных толщ западного борта Кортаихинской впадины, которая с геохимической точки зрения является одной из наименее изученных структур на северо-востоке Тимано-Печорской провинции. Геохимическая характеристика ОВ, его нефтегазогенерационного потенциала в осадочных комплексах впадины приводится в ряде работ [21–23]. В последние годы в Институте геологии проводились детальные исследования по оценке газо- и нефтегенерационного потенциала пермских отложений [20,24]. Углепетрографическими и геохимическими исследованиями установлен повышенный УВ потенциал (> 350 мг УВ / г С_{орг}) НГМП пермских отложений Кортаихинской впадины и других структур севера Предуральяского прогиба, обусловленный наличием в составе ОВ компонентов группы липтинита. Выделены районы, где пермские отложения могли генерировать как газообразные, так и нефтяные УВ. Эти территории расположены на западном борту и северо-востоке Косью-Роговской впадины и юго-восточной части Кортаихинской впадины (рис.5).

Франские депрессионные отложения являются основной нефтегазоматеринской толщей Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна [24]. Детальные углепетрографические исследования ОВ франских отложений позволили установить различия в компонентном составе ОВ, что в значитель-

ной степени влияет на изменение его УВ потенциала. Изменчивость литолого-фациального состава доманиково-саргаевских отложений отражается на концентрации в них ОВ и хорошо коррелируется с показаниями гамма-активности пород. Такая зависимость позволила закартировать локальные зоны с высоким и аномально высоким УВ потенциалом. Для наиболее продуктивных доманиково-саргаевских отложений проведены расчеты плотностей эмиграции нефти и газа. Проведенные расчеты показали, что плотности эмиграции УВ максимальны в пределах западного борта Косью-Роговской впадины, где они достигают 1909–2291 тыс.т/км² для нефти и 609–750 млн. м³/км² для газа.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что при моделировании резервуаров складчато-надвиговых зон необходимо учитывать фактор тектонического стресса, так как карбонатные породы весьма подвержены как локальным механическим разрушениям, так и более масштабным изменениям гидродинамических обстановок, приводящим к переформатированию пустотного пространства пород-коллекторов.

При разработке моделей резервуаров в терригенных отложениях необходимо учитывать особенности условий осадконакопления, в которых шло формирование осадка, вторичные преобразования пород, а также состав и характер распределения глинистых минералов цемента.

Как показывают проведенные исследования, перспективы на региональном уровне связаны с отложениями ордовикско-нижнедевонского нефтегазоносного комплекса, в частности, это относится к гряде Чернышева и поднятию Чернова. Эти территории в административном отношении относятся к Интинскому району республики. Для уточнения перспектив и выбора направлений выполнения поисково-разведочных работ необходимо провести допол-



Рис. 5. Схема зон генерационной продуктивности в казанско-татарских отложениях Косью-Роговской впадины и прилегающих территорий.

1–3 – зоны генерационной продуктивности: 1 – низкой, 2 – средней, 3 – высокой; подзоны УВ различного фазового состава: а – генерации газа и газоконденсата, б – газа и автохтонных нефтяных УВ; с – аллохтонных нефтяных УВ; 4 – контур повышенных содержаний липтинита; 5 – контур повышенных значений водородного индекса (НИ); 6 – изореспленды R_o ; 7 – притоки и нефтепроявления: а – притоки тяжелой нефти, б – проявления тяжелой нефти по керну; 8 – проявления по керну: а – легкого битума, б – смолистого битума, с – тяжелого битума; 9 – тектонические элементы (1 – Косью-Роговская впадина, 2 – гряда Чернышева, 3 – гряда Чернова, 4 – Коротаихинская впадина, 5 – Хорейверская впадина, 6 – Варандей-Адзвинская структурная зона, 7 – Большесынинская впадина).

Fig. 5. Scheme of zones of generational productivity in the Kazan-Tatar deposits of the Kosyu-Rogovskaya depression and adjacent territories. 1–3 – zones of generational productivity: 1 – low, 2 – medium, 3 – high; sub-zone of hydrocarbons of different phase composition: a – gas and gas condensate generation, b – gas and autochthonous oil hydrocarbons; c – allochthonous oil hydrocarbons; 4 – contour of elevated contents of liptinite; 5 – contour of elevated values of hydrogen index (HI); 6 – isoresplenda R_o ; 7 – inflows and oil shows: a – heavy oil inflows, b – heavy oil manifestations by core; 8 – core manifestations, a – light bitumen, b – resinous bitumen, c – heavy bitumen; 9 – tectonic elements (1 – Kosyu-Rogovskaya depression, 2 – Chernyshev ridge, 3 – Chernov ridge, 4 – Korotaikhina depression, 5 – Khoreyver depression, 6 – Varandey-Adzvin structural zone, 7 – Bolshe-syninsk depression).

нительно сейсморазведочные работы и поисковое бурение, что потребует значительных инвестиций. Учитывая довольно высокие риски, связанные с большими глубинами и сложным геологическим строением, необходимо разработать определенные преференции (налоговые льготы) для инвесторов, которые выйдут с геологоразведочными работами на эти участки.

Помимо увеличения объемов геологоразведочных работ в новых перспективных районах, на разрабатываемых месторождениях следует инициировать мероприятия, направленные на рациональное извлечение их запасов. Прежде всего, необходимо провести работу по уточнению кондиционных значений пород-коллекторов, применить новые методы интерпретации геофизических иссле-

дований скважин, учитывающих свойства пластов, обусловленные условиями осадконакопления и последующих преобразований пород.

Дальнейшим резервом увеличения извлекаемых запасов на разрабатываемых месторождениях являются остаточные запасы нефти. Это запасы выработанных участков, которые остаются в недрах после достижения утвержденного коэффициента извлечения нефти. Это запасы в благоприятных условиях – в основном маловязкие нефти в высокопроницаемых коллекторах.

Работа выполнена при частичной поддержке проекта Комплексной программы фундаментальных исследований УрО РАН № 18-5-5-13 «Модели геологического строения, условия формирования и прогноз нефтегазоносности фанерозойских отложений арктических районов Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции».

Литература

1. Сырьевая база нефти и газа Тимано-Печорской провинции и перспективы их освоения / О.М.Прищеп, А.А. Отмас, В.Н. Макаревич, Е.В. Теплов, Н.И. Никонов, А.В. Куранов, Г.А. Григорьев // Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях. СПб.: ФГУП «ВНИГРИ», 2014. С. 32–38.
2. Результаты оценки начальных суммарных ресурсов углеводородного сырья Республики Коми / А.В.Куранов, А.А.Кутлинский, М.С.Желудова, С.Ю.Матвеева, Н.А.Зегер // Горный журнал. 2013. № 9. С. 57–61.
3. Государственный доклад: «О состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2016 году» / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми. Сыктывкар, 2017. 179 с.
4. Майдль Т.В., Даньщикова И.И. Роль тектогенеза в формировании коллекторов нижнепалеозойских карбонатных отложений в центральной части поднятия Чернышева // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2015. № 10. С. 3–10.
5. Микроморфология пустотного пространства в карбонатных коллекторах на севере Тимано-Печорской провинции / И.И.Даньщикова, Т.В.Майдль, А.В.Журавлев, Е.О.Стеценко, В.Н.Филиппов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2017. Т.12. № 1. [Электронный ресурс]. URL: – http://www.ngtp.ru/rub/2/5_2017.pdf
6. Марковский Н.И. Окисленная нефть в отложениях палеодельты // Природа. 1966. №10. С. 106–109.
7. Рябинкина Н.Н., Валяева О.В. Состав и органическое вещество аргиллитов нижнего карбона Печорского бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2017. Т.12. №1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/2_2017.pdf
8. Бружес Л.Н., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М. Литолого-фациальные условия формирования горизонта Ю₁ Тевлинско-Русскинского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Георесурсы. 2010. № 2 (34). С. 6–9.
9. Морозов В.П., Шмырина В.А. Влияние вторичных изменений пород-коллекторов на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов БС₁₁¹ и ЮС₁¹ Кустового месторождения // Ученые записки Казанского университета. Казань, 2013. Т.155. Кн.1. С. 95–98.
10. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. М.: Недра, 1989. 294 с.
11. Хэллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. М.: Мир, 1983. 328 с.
12. Тимонина Н.Н., Мочалова И.Л. Литологические особенности продуктивных отложений нижнего триаса Шапкина-Юрьянского вала (Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2017. Т.12. №3. Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/2/9_2016.pdf.
13. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. РД 153-39.0-047-00. М.: Изд-во Минтопэнерго РФ, 2000.
14. Ханин А.А. Петрофизика нефтяных и газовых пластов. М.: Недра, 1976. 259 с.
15. Муслимов Р.Х. Проблемы инновационного проектирования особенно сложных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти // Нефтяное хозяйство. 2012. № 10. С. 92–97.
16. Халимов Э.М. Детальные геологические модели и трехмерное моделирование // Геология нефти и газа. 2012. № 6. С. 79–83.
17. Богданов В.Л. Тектонические и геохимические предпосылки нефтегазоносности гряды Чернышева // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2016. Т. 11. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/18_2016.pdf
18. Данилов В.Н. Основные результаты изучения органического вещества и УВ-флюидов Адакской площади // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т. 6. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/22_2011.pdf
19. Литолого-геохимическая характеристика силурийских отложений Тальбейского блока гряды Чернышева / И.С.Котик, И.И.Даньщикова, О.С.Котик, О.В.Валяева, С.В.Можегова, Л.В.Соколова // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 11. С. 15–22.
20. Epstein A.G., Epstein J.B., Harris L.D. Conodont color alteration – an index organic metamorphism // U. S. Geological Survey Professional Paper 995. 1977. P. 27.
21. Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера предуральяского прогиба: монография / Л.А.Анищенко, С.С.Клименко, Н.Н.Рябинкина, С.В.Рябинкин, Н.А.Мальшев, Л.И.Куплевич, А.А.Захаров и др. СПб.: Наука, 2004. 214 с.
22. Баженова Т.К., Богословский С.А., Шапиро А.И. Геохимия палеозоя юго-западного скло-

на Пай-Хоя и генерация углеводородов в Коротайхинской впадине // Разведка и охрана недр. 2010. №6. С.21–26.

23. *Органическая геохимия* Тимано-Печорского бассейна / Т.К. Баженова, В.К. Шиманский, В.Ф. Васильева, А.И. Шапиро, Л.А. Яковлева (Гембицкая), Л.И. Климова. СПб.: ВНИГРИ, 2008. 164 с.
24. *Котик О.С.* Типы органического вещества и генерационный потенциал пермских угленосных отложений Косью-Роговской впадины: Автореф. канд. дис. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2017. 24 с.

References

1. *Syryeyaya baza nefti i gaza Timano-Pechorskoj provincii i perspektivy ih osvoeniya* [The raw oil and gas base of the Timan-Pechora province and prospects for their development] / O.M. Prishchepa, A.A. Otmas, V.N. Makarevich, E.V. Teplov, N.I. Nikonov, A.V. Kuranov, G.A. Grigoryev // Problems of reproduction of oil reserves and gas in modern conditions. St. Petersburg: All-Union oil research geological prospecting Inst., 2014. P. 32–38.
2. *Rezultaty otsenki nachalnykh summarnykh resursov uglevodorodnogo sirya Respubliki Komi* [Results of estimating the initial total hydrocarbon resources of the Republic of Komi] / A.V. Kuranov, A.A. Kutlinsky, M.S. Zheludova, S.Yu. Matveeva, N.A. Zeger // Mining J. 2013. No. 9. P. 57–61.
3. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyaniy prirodnoi sredy Respubliki Komi v 2016" [State report "On the state of the environment of the Komi Republic in 2016"] / Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Komi. Syktyvkar. 2017. 179 p.
4. *Maidl T.V., Danshikova I.I.* Rol tectogeneza v formirovani kolektorov niynepaleozoiskich karbonatnykh otlojeniy v centralnoy tchastiy podnatya Chernysheva [The role of tectogenesis in the formation of the reservoirs of the Lower Paleozoic carbonate deposits in the central part of the Chernyshev ridge] // Bull. of the Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2015. No. 10. P. 3–10.
5. *Micromorphology pustotnogo prostranstva v karbonatnykh kolektorach na severe Timano-Pechorskoj provincii* [Micromorphology of the void space in carbonate reservoirs in the north of the Timan-Pechora province] / I.I. Danshikova, T.V. Maidl, A.V. Zhuravlev, E.O. Stetsenko, V.N. Filippov // Oil and gas geology. Theory and practice. 2017. Vol. 12. №1. URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/5_2017.pdf
6. *Markovskiy N.I.* Okislennaya neft v otlojenyakh paleodelta [Oxidized oil in sediments of the paleodelta] // Nature. 1966. No. 10. P. 106–109.
7. *Ryabinkina N.N., Valyaeva O.V.* Sostav i organicheskoe veshstvo argillitov niynego carbona Pechorskogo basseina [Composition and organ-

ic matter of the argillites of the Lower Carboniferous of the Pechora Basin] // Oil and gas geology. Theory and practice. 2017. Vol. 12. №1. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/2_2017.pdf

8. *Bruzhes L.N., Izotov V.G., Sitdikova L.M.* Litologo-facial usloviya formirovaniya gorizonta J₁ Tavlinsko-Russkinskogo mestorojdeniya Zapadno-Sibirskoy provintsii [Lithofacies conditions of J₁ horizon formation within the Tavlinsko-Russkinskoe deposit of the Western Siberia oil and gas province] / Georesources. 2010. № 2 (34). P. 6–9.
9. *Morozov V.P., Shmyrina V.A.* Vliyanie vtoritnykh izmeneniy porod-kollektorov na filtratsionno-emkostnye svoystva productivnykh plastov Kustovogo mestorojdeniya [Effects of secondary alteration of reservoirs on porosity and permeability of productive layers BS₁₁¹ and US₁¹ at the Kustovoye field] / Sci. notes of Kazan Univ. Kazan, 2013. Vol. 155. Book 1. P. 95–98.
10. *Selley R.Ch.* Drevnie obstanovki osadkonakopleniya [Ancient sedimentary environments]. Moscow: Nedra. 1989. 294 p.
11. *Hallam A.* Facies interpretation and the stratigraphic record. Moscow: Mir. 1983. 328 p.
12. *Timonina N.N., Mochalova I.L.* Litologicheskie osobennosti prodyuktivnykh otlojeniy niynego triasa Shapkin-Yuryakhinskogo vala (Timano-Pechorskaya provincial) [Lithological features of the productive deposits of the Lower Triassic Shapkin-Yuryakhin swell (Timan-Pechora oil and gas province)] // Oil and gas geology. Theory and practice. 2017. Vol. 12. No. 3. http://www.ngtp.ru/rub/2/9_2016.pdf.
13. *Reglament po sozdaniyu postoyannodeystvuyshchikh geologo-technologicheskikh modeley neftyanykh i gasoneftyanykh mestorojdeniy* [Rules for creation of constant geological and technological models of oil and gas deposits]. RD 153-53-39.0-047-00. Moscow: Mintopenergy RF Publ. 2000.
14. *Khanin A.A.* Petrofizika neftyanykh i gazovykh plastov [Petrophysics of oil and gas reservoirs] Moscow: Nedra, 1976. 259 p.
15. *Muslimov R.Kh.* Problemy innovatsionnogo proktirovaniya osobo sloznykh mestorojdeniy s trudnoizvlekaemyimi zapasami nefti [Problems of innovative projects of complex fields with hard-to-recover oil reserves] // Oil industry. 2012. № 10. P. 92–97.
16. *Khalimov E.M.* Detalnye geologicheskie modeli i triychnernoye modelirovaniye [Detailed geological models and 3D modeling] // Geology of oil and gas. 2012. №6. P. 79–83.
17. *Bogdanov. B.P.* Tectonicheskie i geokhimiicheskiye predposilki neftegasonosnosti gryady Chernychova [Tectonic and geochemical preconditions for the oil and gas potential of the Chernyshev ridge] // Geology of oil and gas. Theory and practice. 2016. Vol. 11. No. 2. URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/18_2016.pdf
18. *Danilov V.N.* Osnovnye rezultaty izyicheniya organicheskogo veshstva i uglevodorodnykh fluidov Adakskoy ploshadi [The main results

- of the study of organic matter and hydrocarbon fluids in the Adakskaya area] // *Geology of oil and gas. Theory and practice*. 2011. Vol. 6. № 2. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/22_2011.pdf
19. *Litologo-geokhimicheskaya* kharakteristika siluriyskikh otlozheniy Tal'beyskogo bloka gryady Chernysheva [Lithological and geochemical characterization of Silurian deposits in the Talbey block of Chernyshev ridge] / I.S.Kotik, I.I.Danshchikova, O.S.Kotik, O.V.Valyayeva, S.V.Mozhegova, L.V.Sokolova. // *Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*. 2016. № 11. P. 15–22.
 20. *Epstein A.G., Epstein J.B., Harris L.D.* Conodont color alteration - an index organic metamorphism// *U.S. Geological Survey Professional Paper 995*. 1977. P. 27.
 21. *Organicheskaya geokhimiya i neftegasonosnost permskykh otlozheniy severnoy tchasti Preduralskogo progiba* [Organic geochemistry and oil and gas content of the Permian deposits of the north of the Pre-Ural trough]: monograph / L.A. Anishchenko, S.S. Klimenko, N.N.Ryabinkina, S.V.Ryabinkin, N.A.Malyshchikov, L.I.Kuplevich, A.A. Zakharov et al. St.Petersburg: Nauka, 2004. 214 p.
 22. *Bazhenova T.K., Bogoslovsky S.A., Shapiro A.L.* Geochimia paleozoya yugo-zapadnogo sklona Pay-Khoya i generatsia uglevodorodov v Korotaichinskoy vpadine [Geochemistry of the Paleozoic of the southwestern slope of Palkhoi and the generation of hydrocarbons in the Korotaikha depression] // *Exploration and Conservation of Subsurface*. 2010. No.6. P. 21–26.
 23. *Organicheskaya geochemistry Timanopechorskogo basseina* [Organic Geochemistry of the Timan-Pechora Basin]/T.K.Bazhenova, V.K.Shimansky, V.F.Vasilyeva, A.I.Shapiro, L.A.Yakovleva (Gembitskaya), L.I.Klimova. St.Petersburg: All-Union Oil Res. Geol. Prospecting Inst., 2008. 164 p.
 24. *Kotik O.S.* Tipy organicheskogo veshchestva i generatsionnyy potentsial permskikh uglenosnykh otlozheniy Kos'yu-Rogovskoy vpadiny [Types of organic matter and generation potential of Permian coal-bearing deposits of the Kosyu-Rogovskaya depression]: Abstract of Diss... Cand. Sci. Syktывkar: Inst. of Geology, Komi Sci.Centre, Ural Branch, RAS, 2017. 24 p.

УДК 549:553.41

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-81-94

ЗОЛОТОНОСНЫЕ РАЙОНЫ ЗАПАДНОГО СКЛОНА СЕВЕРА УРАЛА И ТИМАНА

С.К. КУЗНЕЦОВ*, Т.П. МАЙОРОВА**, Н.В. СОКЕРИНА*, Ю.В. ГЛУХОВ*

*Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

**Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

kuznetsov@geo.komisc.ru

Представлены основные сведения о золотоносности Кожимского и Манитаньрдского районов западного склона Приполярного и Полярного Урала, Кыввожского района Среднего Тимана. Описана золотосульфидная минерализация проявлений Синильга, Караванного, Каталамбинского, Верхненяюского, золото-платиноидно-фукситовая минерализация проявлений Чудного, Нестеровского. Дана характеристика золота и сопутствующих минералов. Показано, что отложение золота происходило преимущественно на поздних стадиях минералообразования.

Ключевые слова: золото, золотосульфидная минерализация, Приполярный Урал, Полярный Урал, Тиман, рудопроявления

S.K. KUZNETSOV, T.P. MAYOROVA, N.V. SOKERINA, YU.V. GLUKHOV.
GOLD-BEARING AREAS OF THE WESTERN SLOPE OF NORTHERN URALS AND TIMAN

The main information on the gold content of the Kozhim and Manitanyrd areas of the western slope of the Subpolar and Polar Urals, and the Kyvvozh area of the Middle Timan is presented. The gold-sulfide mineralization of the Sinilga, Karavannoye, Katalambinsk, and Verkhneniyayusk manifestations, as well as gold-platinum-fuchsite mineralization of the Chudnoye and Nesterovsk manifestations are described. The characteristics of gold and accompanying minerals is given. Silver is presented as one of the elements-impurities in gold from the majority of ore occurrences. In gold of the Verkhneniyayusk manifestation along with silver, copper and mercury are often observed; in gold of the Chudnoye manifestation copper, mercury, and palladium are observed. It is shown that the deposition of gold occurred mainly in the late stages of mineral formation. Of great interest is the Kyvvozh area characterized by a wide gold distribution in alluvial sediments, the mineralogical peculiarities of which indicate a close location of indigenous sources.

Keywords: gold, gold-sulfide mineralization, Subpolar Urals, Polar Urals, Timan, ore occurrences

Введение

Изучение рудной минерализации Тимано-Североуральского региона является одним из основных направлений геологических исследований, которые ведутся в течение многих лет различными производственными предприятиями, Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН, другими отраслевыми и академическими институтами. Открыты проявления хрома, марганца, железа, бокситов, золота, горного хрусталя, баритов, бокситов, титана, меди, цинка, свинца, золота, алмазов, платиноидов, редких и редкоземельных металлов и других полезных ископаемых. Выделены рудные провинции, районы, узлы, поля, установлены закономерности рудообра-

зования. В настоящее время разрабатываются среднетиманские бокситовые месторождения, кварцево-жильно-хрусталеносное месторождение Желанное на Приполярном Урале. В небольших объемах ведется добыча титановых руд на крупном Ярегском месторождении. Практически подготовлены для освоения, ранее уже разрабатывавшиеся, Амдерминское флюоритовое, Хойлинское баритовое, Парнокское железо-марганцевое месторождения.

Систематическое изучение золотоносности севера Урала и Тимана, проведение специализированных поисковых работ начато в 1970-х гг. В ходе этих работ открыты многочисленные россыпные и коренные проявления золота. В Кожимском районе Приполярного Урала были обнаружены промыш-

ленные россыпи, которые вскоре стали разрабатываться. Выявлены также коренные золото-рудные проявления, в частности, Верхняяюрское на Полярном Урале, Чудное на Приполярном Урале. На ряде участков установлены золотоносные коры выветривания. На Среднем Тимане обнаружены палеороссыпь Ичетью, связанная с девонскими конгломератами, и ряд небольших россыпей в долине ручьев Средний Кыввож, Кыввож, Димтемьель. Большой вклад в изучение золотоносности региона внесен геологами ПГО Полярноуралгеология (г.Воркута), Ухтинской геологоразведочной экспедиции (г. Ухта), ОАО Интагео (г. Инта), сотрудниками ЦНИГРИ (г.Москва), ИГ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), ИГГ УрО РАН (г.Екатеринбург). Результаты исследований изложены во многих геологических

отчетах и опубликованных работах [1–12]. В настоящей статье обобщены полученные нами данные, касающиеся золотоносности Кожимского, Манитаньрдского и Кыввожского районов.

Кожимский район

В Кожимском районе Приполярного Урала, охватывающем территорию верховьев р. Кожим с притоками Балбанью, Каталамби-Ю, Кузь-Пуа-Ю, Николай-Шор, сосредоточены основные ресурсы и запасы россыпного и коренного золота (рис. 1). В этом районе ранее, как отмечалось выше, разрабатывались золотоносные россыпи. С организацией национального парка «Югыд ва» разработка россыпей, поиски и разведка коренных месторождений прекращены. Тем не менее Кожимский район

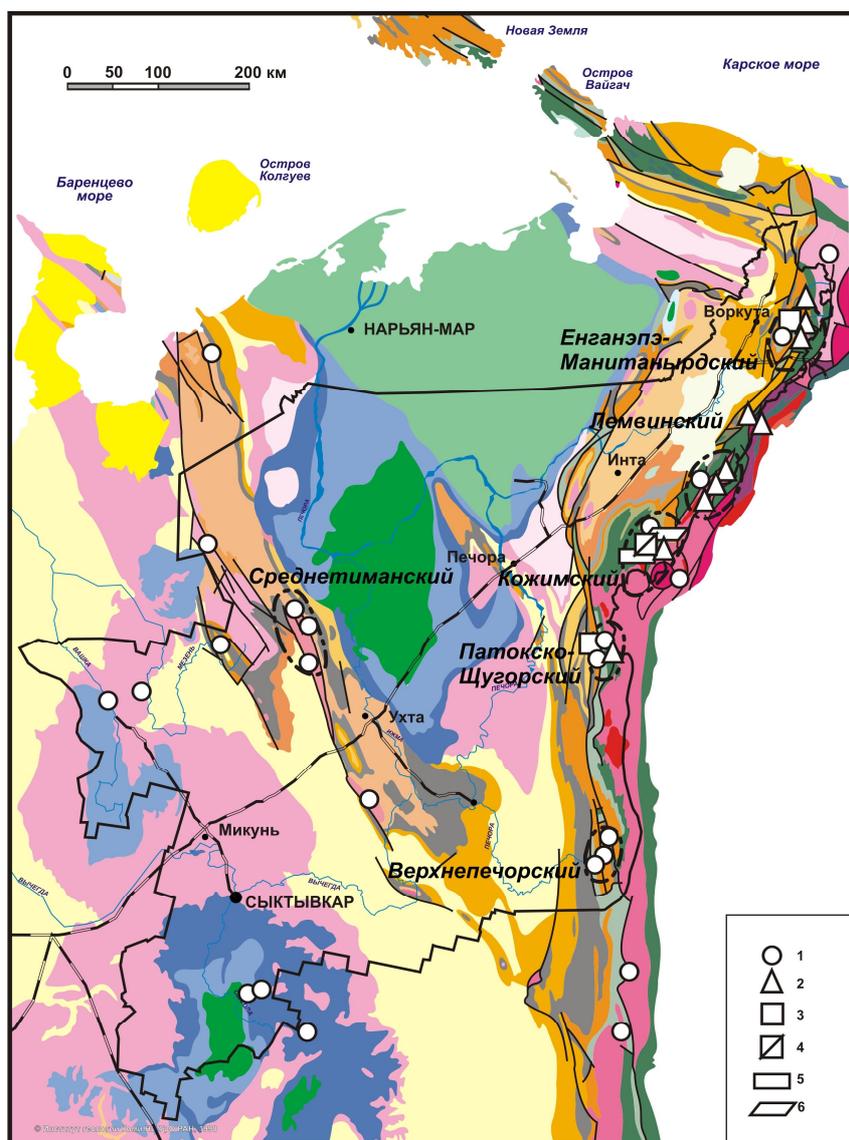


Рис. 1. Основные золотоносные районы Тимано-Североуральяского региона:

1 – месторождения и проявления россыпного золота, 2–6 – месторождения и проявления коренного золота: 2 – золото-сульфидные, 3 – золото-сульфидно-кварцевые, 4 – палладисто-золото-фукситовые, 5 – золотоносные кварцевые конгломераты, 6 – золотоносные коры выветривания.

Fig. 1. The main gold-bearing areas of the Timan-North Urals region:

1 – deposits and occurrences of placer gold; 2-6 – deposits and manifestations of indigenous gold: 2 – gold-sulfide, 3 – gold-sulfide-quartz, 4 – palladium-gold-fuchsitic, 5 – gold-bearing quartz conglomerates, 6 – gold-bearing crusts of weathering.

остаётся одним из наиболее важных и представляет большой интерес в отношении золотоносности.

В геологическом строении Кожимского района принимают участие осадочные, вулканогенно-осадочные и магматические породы разного состава и возраста от раннего протерозоя до ордовика. Этот район, входящий в зону Центрально-Уральского поднятия, характеризуется сложной историей геологического развития, включающей интенсивное проявление тектонических, магматических, метаморфических, гидротермально-метасоматических процессов. Выделяются Малдинская (западная) и Росомахинская (восточная) рудные зоны, контролируемые крупными разрывными нарушениями северо-восточного простирания.

Россыпные месторождения и проявления золота связаны с аллювиальными и аллювиально-делювиальными русловыми и террасовыми отложениями современных долин. Выделяются также россыпи погребенных тальвегов и террас древних долин, также небольшие ложковые, карстовые, коросовые россыпи. Наиболее крупными являются террасовые россыпи. Для них характерна высокая мощность продуктивных пластов с концентрацией золота, преимущественно, в приплотиковой части. Кроме террасовых россыпей представляют интерес аллювиально-делювиальные отложения мелких водотоков и ложков. Отмечаются щетки с повышенным, местами ураганным, содержанием золота.

Наиболее крупными коренными золоторудными объектами являются месторождение Чудное, проявления Нестеровское, Караванное, Синильга, Каталамбинское [5, 13].

Месторождение Чудное находится в Кожимском районе на левобережье р.Балбанью в приводораздельной части хребта Малдынырд в пределах Малдинской рудной зоны. В геологическом плане оно приурочено к осевой зоне Малдинской антиклинали, ориентированной в северо-восточном направлении и осложненной серией разрывных нарушений. Наиболее крупным является Малдинский глубинный разлом, протягивающийся на десятки километров. Площадь проявления сложена метабазами и риолитами саблегорской свиты позднего рифея-венда. На северо-западном и юго-восточном флангах месторождения породы саблегорской свиты перекрываются кварцитопесчаниками, гравелитами и конгломератами алькесвожской толщи позднего кембрия – раннего ордовика, которые выше по разрезу сменяются конгломератами обеизской свиты раннего ордовика. В южной части месторождения по контакту риолитов с кварцевыми конгломератами и гравелитами проходит основная ветвь Малдинского разлома, хорошо выраженная в виде зоны интенсивного расщепления пород шириной до 100 м. Выделяются еще несколько разрывных нарушений северо-восточного простирания. Одно из них прослеживается в риолитах и пересекает проявление с юго-запада на северо-восток. Риолиты здесь также сильно расщеплены и на некоторых участках брекчированы. Тектонически нарушен контакт риолитов и метабазальтов. Отмечаются более мелкие

нарушения северо-западного простирания с крутым субвертикальным падением.

Вдоль разрывных нарушений северо-восточной ориентировки породы претерпели гидротермально-метасоматическое изменение. Метабазиты хлоритизированы, эпидотизированы, карбонатизированы. Для риолитов характерны серицитизация, осветление, высокая пористость. Их изменение сопровождалось выносом натрия, в некоторых случаях железа и кремния, привносом или накоплением калия, алюминия, титана.

Широко развиты кварцевые прожилки и жилы мощностью до 1 м, состав которых в значительной мере зависит от вмещающих пород. В породах основного состава в жилах, наряду с кварцем, присутствуют хлорит, эпидот, кальцит, альбит, гематит, в риолитах – альбит, крупночешуйчатый мусковит, гематит. Имеются хрусталеносные кварцевые жилы. Кроме того, повсеместно отмечаются тонкие серицитовые прожилки, приуроченные к трещинам расщепления пород. Весьма характерны, особенно для риолитов, протяженные, ориентированные в разных направлениях, часто сдвоенные прожилки, сложенные тонкочешуйчатым гематитом. В риолитах отмечаются серицит-гематитовые линзы или жилы, иногда с обломками риолитов, выполняющие трещины, согласные сланцеватости пород. Их мощность колеблется от 2 до 10, иногда до 20 см.

Важнейшей особенностью проявления Чудного является наличие в риолитах многочисленных тонких фукситовых прожилков, образующих штокверкоподобные тела, которые тяготеют к зонам расщепления пород. Они выполняют трещины, преимущественно согласные сланцеватости риолитов, реже занимают кососекущее или поперечное положение. Мощность прожилков не превышает 2 см. В некоторых случаях они совмещены с кварцевыми, альбит-кварцевыми и редкими кальцитовыми прожилками.

Распределение золота в пределах проявления крайне неравномерное. Единичные золотины отмечаются в различных породах – в базитах, риолитах, особенно в осветленных и брекчированных, в черных серицит-гематитовых сланцах, залегающих в риолитах. Подавляющая часть золота сосредоточена в фукситовых прожилках в риолитах. Выделяются два основных участка развития золотоносных фукситовых прожилков – Славный и Людный. Участок Славный приурочен к уже упоминавшемуся разлому северо-восточного простирания, прослеживающемуся в риолитах, вдоль которого породы метасоматически изменены, сильно расщеплены и брекчированы. Участок Людный находится в риолитах в зоне их контакта с породами основного состава. Содержание золота в риолитах с фукситовыми прожилками обычно колеблется от 2 до 8 г/т, а в наиболее богатых участках достигает сотен граммов на тонну.

Основной объем прожилков сложен фукситом. Встречаются прожилки с высоким содержанием алланита. Кроме фуксита и алланита присутствует ряд других минералов. Прежде всего это альбит, кварц, гематит, титанит, анатаз, лейкоксен, ксено-

тим, монацит, черновит. В виде единичных зерен отмечаются циркон, серебро, цинкохромит, халькопирит, молибденит, акантит, пираргирит, редкоземельные минералы и др. В тесной ассоциации с золотом находятся минералы платиновых металлов [14, 15]. Установлены мертиит (изомертиит), ате-неит, стиллуотерит, самородный палладий, сперилит, стибиопалладинит и самородная платина. При формировании фукситовых прожилков первыми отлагались алланит и фуксит, затем золото, далее минералы платиновых металлов.

Золото находится непосредственно в фукситовой массе. В основном оно мелкое – обычно до 50 мкм, величина отдельных золотин достигает 8 мм. Форма золотин чешуйчатая с бороздами скольжения, реже таблитчатая или неправильная – комковидная (рис. 2). На некоторых зернах наблюдается штриховка в виде параллельных друг другу ступеней, которые являются, вероятно, отпечатка-

пада твердого раствора. Наблюдается множество пластинок толщиной 1–2 мкм, в которых по сравнению с матрицей ниже содержание Au – 82–84.6, Ag – 4.9–10.4, Hg – 0.1–1.0 мас.% и выше содержание Cu – 2.5–10.5 и Pd – 0.7–1.1 мас.%. Для участка Людного характерно золото с повышенным содержанием Ag до 20–25 мас.% и более. При этом Cu и Hg могут отсутствовать.

Иногда в золоте в виде включений и кайм отмечаются более высокопробные участки. Содержание Au в них достигает 95.4 мас.%, всегда присутствует Pd – до 1.66 мас.%, содержание Ag невысокое – до 0.62 мас.%, содержание Cu довольно сильно варьирует от 0.1 до 4.55 мас.%, Hg – отсутствует. Пробность этого золота достигает 980 ‰. В виде мелких включений в нем устанавливаются Au-Cu фазы: тетрааурикуприд и аурикуприд.

Рудопроявление Нестеровское, как и Чудное, находится в пределах Малдинской рудной зоны в 1.5–2 км юго-западнее последнего. Оно охватывает площадь северо-западной стенки кара Грубепендиты и плато над ним. Здесь развиты терригенные отложения алькесвожской свиты верхнего кембрия – нижнего ордовика, залегающие в вулканитах кислого и основного состава саблегорской свиты позднего рифея–венда. Весьма характерны пологие складки северо-восточного простирания, осложненные разрывными нарушениями как крутопадающими, так и пологими, имеющими признаки надвигов. Особенно сильно дислоцированы породы на участке Нестеровский-кар, где прослеживаются довольно крупные нарушения северо-восточного простирания, сопряженные с Малдинским разломом. Широко развиты многочисленные кварцевые жилы, которые обычно выполняют трещины, согласные сланцеватости пород.

В зоне тектонических нарушений в стенке кара Грубепендиты хорошо выражены участки фукситизации и осветления пород, связанные с наложением гидротермально-метасоматических процессов. Фуксит развивается вдоль слоистости или сланцеватости гравелитов, песчаников и крайне редко алевролитов, отмечает-

ся в зальбандах кварцевых жил, иногда образует самостоятельные тонкие прожилки мощностью до 1–2 см различной ориентировки.

Золото встречается по всему разрезу алькесвожской толщи [16]. Распределение его весьма неравномерное. Содержание золота в породах невысокое – от единичных знаков до сотен миллиграммов на тонну, но иногда достигает нескольких граммов на тонну. Оно характеризуется чешуйчатой, комковидной формой, красновато-желтым, желтым цветом, часто бывает пористым с включениями циркона, рутила. Величина золотин редко

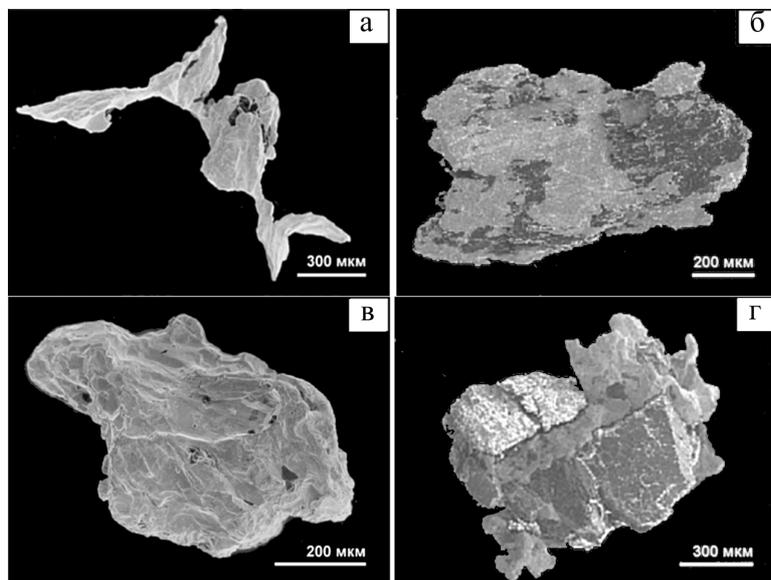


Рис. 2. Золото рудопроявления Чудного: а-б – чешуйчатые частицы с включениями фуксита, кварца, алланина; в – частицы сложной комковидной формы; г – обрастание золотом зерен альбита и кварца. Электронно-микроскопические изображения в режиме вторичных электронов.

Fig. 2. Gold of the Chudnoye ore occurrence: a-b – scaly particles with fuchsite, quartz, and allanine inclusions; в – particles of complex clod-shaped form; г – fouling of albite and quartz grains by gold. Electron microscopic images obtained in the secondary electron mode.

ми фуксита. Цвет золота – бледно-желтый. Иногда на золотилах присутствуют пленки красноватого, серого цвета. Встречаются зерна серого цвета, которые по данным рентгеноструктурного анализа представляют собой золото с пленками, предположительно, самородного палладия.

В золоте участка Славного содержание Ag составляет 8.21–11.65, Cu – 1.28–3.03 мас.% (табл. 1). Нередко отмечаются Hg до 1.28 и Pd до 1.72 мас.%. Пробность колеблется в пределах 850–906 ‰. Встречаются золотины со сложным внутренним строением, напоминающим структуру рас-

Таблица 1
Состав золота месторождения Чудного,
мас.%

Table 1
Gold composition of the Chudnoye ore deposit, wt. %

Номера анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Pd	Сумма	Пробность, %
Участок Славный (фукситовые прожилки в риолитах)							
1	91.8	8.28	1.28	–	–	101.44	906
2	87.77	8.21	3.03	–	1.72	98.41	886
3	88.03	9.72	1.33	–	–	99.08	888
4	85.45	10.00	1.56	1.28	0.64	98.93	863
5	84.00	11.65	1.88	0.68	0.57	98.78	850
6	92.62	0.51	4.55	–	0.63	98.31	942
7	94.90	0.62	1.30	–	1.66	98.48	964
8	96.55	0.40	0.38	0.02	1.14	98.49	980
Участок Людный (фукситовые прожилки в риолитах)							
9	79.55	21.35	–	–	0.55	101.45	784
10	74.28	25.01	–	–	–	99.29	748
11	68.13	31.47	–	–	–	99.60	684
12	53.51	46.08	0.06	–	0.13	99.78	536
13	50.50	49.02	0.14	–	0.12	99.78	506
Участок Серый (каверны в серицит-гематитовых породах)							
14	91.17	7.59	–	–	–	98.76	923
15	92.89	8.06	–	–	–	100.95	920
16	97.13	5.65	–	–	–	102.78	945

Примечание. Анализы 1–5, 8–11, 14–16 выполнены в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН на растровом электронном микроскопе JSM-6400 с энергетическим рентгеновским спектрометром фирмы Link. Оператор В.Н.Филиппов. Анализы 6–7 приведены по М.Б.Тарбаеву и др. [8], 12–13 по О.Л.Галанкиной и др. [9]. Прочерк – элемент не обнаружен.

превышает 0.1 мм. Содержание примесей, как правило, невысокое: Ag – 0.28–0.75, Cu – 0.99–3.82 мас.% (табл. 2). Важно отметить, что Cu здесь преобладает над Ag. Иногда отмечаются Hg – до 0.5 мас.% и в весьма незначительном количестве Pd, Sb, Fe. Пробность золота колеблется от 963 до 982 ‰, в единичных случаях достигает 998 ‰.

В участках фукситизации и осветления пород содержание золота обычно значительно выше, чем в пластах на удалении от них. В отдельных местах оно достигает сотен граммов на тонну. Величина золотин крайне мала и составляет в основном 0.02–0.03 мм, но иногда достигает 2–4 мм. Форма их чешуйчатая, комковидная, сложная с утолщениями и ответвлениями (рис. 3). Цвет желтый, красновато-желтый. На поверхности наблюдаются фигуры роста, каверны, отпечатки и включения серицита, фуксита, гематита, циркона, рутила. В ассоциации с золотом отмечаются минералы палладия, в частности, аттенит. Пробность золота составляет 978–993 ‰. Из примесей присутствуют Cu – 0.55–1.98, в некоторых случаях Ag – до 0.97 мас.%, и преимущественно в золоте участков осветления Pd – до 1.47 мас.%.

Таблица 2
Состав золота месторождения Нестеровского,
мас.%

Table 2
Gold composition of the Nesterovsk ore deposit, wt. %

Номера анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Pd	Сумма	Пробность, %
Участок Нестеровское-плато (стратиформное оруденение)							
1	99.17	0.46	0.93	0.2	0.08	100.95	982
2	98.80	0.28	0.90	–	–	100.65	982
3	97.89	0.75	1.76	0.12	–	100.52	974
4	95.83	0.66	3.82	–	–	100.31	955
5	97.00	0.64	2.14	–	–	99.78	972
6	96.91	0.56	2.19	–	–	100.65	963
Участок Нестеровское-кар (участки фукситизации и осветления пород)							
7	98.81	–	0.81	–	–	99.62	991
8	99.55	–	1.13	–	–	100.68	989
9	99.56	–	0.84	–	–	100.40	992
10	99.61	–	0.70	–	–	100.31	993
11	95.67	0.81	0.84	–	0.96	98.28	973
12	100.57	–	0.78	–	–	101.35	992
13	99.00	–	0.55	–	1.34	100.89	981
14	97.14	–	0.89	–	1.13	99.16	980
15	99.87	0.97	0.80	–	0.82	102.42	975
16	95.83	–	1.98	–	1.47	99.28	965
17	98.44	–	0.89	–	–	99.33	991
18	97.60	–	1.16	–	1.04	99.80	978

Примечание. Анализы 1–6 приведены по А.В.Козлову и др. (1999 г.).

Анализы 7–18 выполнены в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН на растровом электронном микроскопе JSM-6400 с энергетическим рентгеновским спектрометром фирмы Link. Аналитик В.Н.Филиппов. Прочерк – элемент не обнаружен.

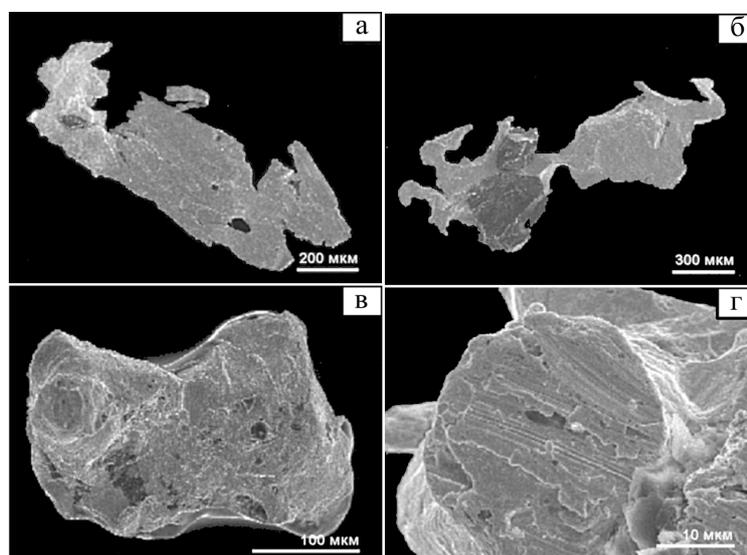


Рис. 3. Золото рудопроявления Нестеровского: а–б – чешуйчатые частицы со сложными очертаниями, включения серицита, фуксита и кварца; в – частица комковидной и удлиненно-комковидной формы. Фигуры роста, отпечатки чешуек серицита (г) на поверхности золотин. Электронно-микроскопические изображения в режиме вторичных электронов.

Fig. 3. Gold of the Nesterovsk ore manifestation: a–b – scaly particles with complex contours; sericite, fuchsite, and quartz inclusions; в – a particle of cloddy and cloddy-elongated shape. Growth figures, imprints of sericite scales (г) on the gold surface. Electron microscopic images obtained in the secondary electron mode.

Рудопроявление Караванное находится в юго-западной части Росомахинской рудной зоны в верховьях руч. Караванного, впадающего в р. Пелингичей. Площадь проявления сложена кварц-хлорит-серицитовыми, альбит-кварц-хлоритовыми сланцами с прослоями ортосланцев пуйвинской свиты среднего рифея. Хорошо выражены зоны интенсивного рассланцевания пород северо-восточного простирания. Прослеживаются разрывные нарушения субширотного и северо-западного простирания. Наблюдаются многочисленные мелкие складки. Золотоносными являются сульфидно-кварцевые, часто с карбонатами жилы, зоны вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализации.

Сульфиды представлены в основном сфалеритом и галенитом (рис. 4). Кроме них постоянно в

быстро убывающей частотой встречаемости по мере увеличения крупности. Частицы золота характеризуются разнообразной формой, преобладают относительно изометричной, уплощенной, удлинённой или сложной формы с утолщениями, выступами, неровными краями. На поверхности частиц наблюдаются слои роста, бугры, каверны, отпечатки зерен других минералов, гранные поверхности. Встречаются идиоморфные кристаллы, величина которых не превышает 0.1–0.15 мм. Наиболее характерны кристаллы, образованные гранями куба и октаэдра. В единичных случаях в огранке кристаллов принимают участие грани ромбододекаэдра. Иногда отмечаются сростки золота с кварцем, сфалеритом, галенитом. Результаты микросондового анализа состава золота приведены в табл. 3. Из элементов-примесей устанавливается серебро, содержание которого колеблется от 2 до 9.8 мас. %.

Рудопроявление Синильга находится южнее проявления Караванного в юго-западной части Росомахинской рудной зоны в верховьях р. Сурась-Рузь-Вож в непосредственной близости от ранее разрабатывавшейся золотоносной россыпи. Оно приурочено к северо-восточному экзоконтакту Народинского гранитного массива. Вмещающие породы представлены хлорит-мусковит-кварцевыми сланцами пуйвинской свиты среднего рифея. В сланцах отмечаются маломощные тела метабазитов верхнекожимского комплекса и плагиогранитов. Метаморфизм пород соответствует мусковит-хлоритовой субфации фации зеленых сланцев. Прослеживаются многочисленные разрывные нарушения различной ориентировки. Основными являются нарушения север-северо-восточного и субширотного простираний.

В пределах проявления в делювии наблюдается большое количество развалов кварцевых жил. Величина глыб жильного кварца достигает 0.8–1 м. Многие жилы вскрыты канавами в коренном залегании. Наиболее широко распространены кварцевые, карбонат-кварцевые, карбонат-хлорит-кварцевые жилы и прожилки, залегающие в трещинах, согласных сланцеватости вмещающих пород (согласные жилы). Они имеют линзовидную, линзовидно-четковидную, плитовидную форму. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 1.5–2 м. Наиболее часто встречаются жилы мощностью 0.1–0.3 м, по простиранию прослеживаются до 10 м. Контакты с вмещающими породами резкие, нарушенные. Породы около жил обычно сильно рассланцованы, иногда гидротермально изменены: хлоритизированы, мусковитизированы. Жильный кварц гигантозернистый молочно-белый. В основной массе молочно-белого кварца иногда видны прозрачные участки. Некоторые жилы (линзы) почти полностью сложены прозрачным слабодымча-

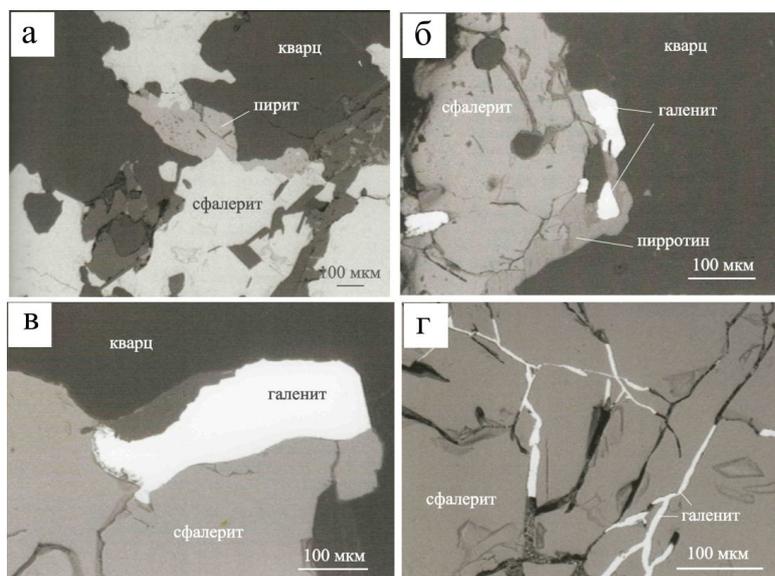


Рис. 4. Сульфиды рудопроявления Караванного: а, б – сфалерит, пирит; в, г – сфалерит в сростаниях с галенитом, прожилки галенита в сфалерите.

Fig. 4. Sulfides of the Karavannoe ore occurrence: а, б – sphalerite, pyrite; в, г – intergrowths of sphalerite and galenite, galenite veins in sphalerite.

подчиненном количестве отмечаются пирротин, пирит, халькопирит. Содержание золота в штуфных пробах руд и пород по данным атомно-абсорбционного и нейтронно-активационного анализов колеблется от 0.2 до 0.9 г/т, повышаясь от вмещающих пород к обогащенным сульфидами участкам кварцевых жил. Кроме того, в участках развития сульфидов отмечаются относительно высокие содержания селена, а в околорудных породах – никеля, кобальта и серебра.

Золото тяготеет к участкам развития сульфидов преимущественно в жилах мелкозернистого кварца. В основном оно обнаруживается в протопочках штуфных проб. Величина частиц золота варьирует от 0.1 до 0.6 мм и в большинстве случаев не превышает 0.2 мм. Кривая распределения размеров имеет асимметричный характер со сдвигом максимума в сторону классов 0.1–0.15 мм и

Таблица 3
Состав золота рудопоявления Караванного по данным микрозондового анализа, мас. %

Table 3
Gold composition of the Karavannoye ore occurrence, microprobe analysis data, wt. %

№ обр.	Au	Ag	Сумма	Пробность, ‰
477-центр	90.93	9.78	100.71	903
то же край	87.78	9.82	97.60	899
492-1-центр	90.16	9.69	99.85	903
то же край	89.68	7.78	97.46	920
492-2-центр	96.49	3.39	99.88	966
то же край	95.62	3.27	98.89	967
492-3-центр	92.59	8.98	101.57	912
то же край	92.24	9.14	101.38	910
492-4-центр	95.36	3.48	98.84	965
то же край	95.64	3.54	99.18	964
492-5-центр	97.21	3.31	100.52	967

Примечание: Анализы выполнены В.Н. Филипповым в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (ЦКП Геонаука) на электронном микроскопе JSM-6400 с энергетическим рентгеновским спектрометром фирмы Link.

тым кварцем. При изучении кварца в шлифах обнаруживаются признаки пластических деформаций и начальных стадий перекристаллизации (грануляции).

Наряду с согласными кварцевыми жилами для проявления Синильга характерны жилы, выполняющие секущие сланцеватость пород крутопадающие трещины отрыва субширотного простирания (поперечные или секущие жилы). Важным обстоятельством является то, что именно с ними связана золоторудная (золотосульфидная) минерализация. Рудные жилы вскрыты в коренном залежании траншеей и одной из канав. Кроме того, подобные жилы обнаружены нами в контурах золотоносной россыпи в ее плотике.

Поперечные, в том числе рудные жилы, имеют плитовидную форму, их мощность составляет 0.3–0.5 м, иногда достигает 0.8 м. Контакты с вмещающими породами резкие, породы обычно гидротермально изменены. Это проявляется в их осветлении, серицитизации, повышенной пористости (рыхлости). Жильный кварц гигантозернистый молочно-белый. Нередко в нем отмечаются трещины и небольшие полости с мелкими хорошо ограниченными кристаллами горного хрусталя. Сульфиды, преимущественно галенит и пирит, наложены на жильный кварц по трещинам и образуют прожилки, вкрапления единичных зерен или их скопления. В зальбандах кварцевых жил присутствуют пустоты, образованные при выщелачивании карбонатов. В большом ко-

личестве развиты бурые, красновато-бурые окисленные оксиды и гидроксиды железа. Отмечаются арсенопирит, пирротин, халькопирит.

Золото находится в тесной ассоциации с галенитом, пиритом, пирротинном, арсенопиритом, халькопиритом (рис. 5). Содержание золота в участках скопления сульфидов достигает нескольких десятков граммов на тонну. Величина частиц золота варьирует от 0.1 до 4 мм (золото средней крупности и крупное золото). Преобладают мелкие частицы золота величиной от 0.25 до 0.9 мм. Форма золотин преимущественно уплощенно-комковатая и изометричная. Нередко отмечаются частицы сложной формы с комковатой серединой и толстыми ответвлениями и выступами. Уплощенных и удлиненных частиц немного. Иногда частицы золота образуют сложные ажурные агрегаты. Обращают на себя внимание пленочные выделения золота, наблюдаемые на стенках пустот выщелоченного пирита. На многих частицах золота хорошо выражены гранные поверхности.

Поверхность частиц золота ямчатая, кавернозная. Нередко обнаруживаются отпечатки зерен других минералов, отпечатки стенок трещин, в которых происходило отложение золота, ступени роста. В углублениях, кавернах и на относительно ровных участках наблюдаются скопления и пленки бурых, красновато-бурых гидроксидов железа, в основном гетита и гидрогетита. Отмечаются серые, светло-серые скопления мелких (до 10 мкм) кристаллов церуссита таблитчатого облика, единичные кристаллы самородной серы. В виде включений в золоте иногда присутствуют мелкие зерна пирита, арсенопирита, теннантита (?).

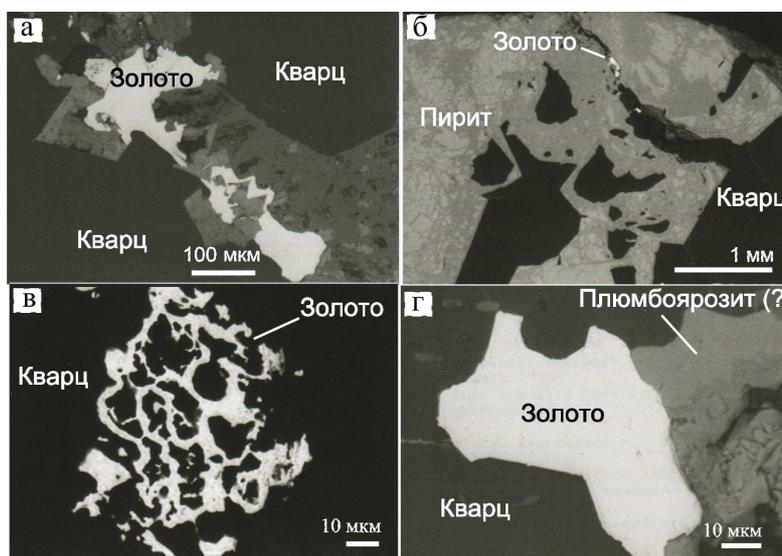


Рис. 5. Золото рудопоявления Синильга: а–б – золото в пирите и продуктах замещения сульфидов гипергенными минералами; в – фрагмент частицы золота сложной ажурной формы; г – золото в жильном кварце.

Fig. 5. Gold of the Sinilga ore occurrence: а–б – gold in pyrite and in products of substitution of sulfides by hypergenic minerals; в – a fragment of a gold particle of complex openwork form; г – gold in veined quartz.

Из элементов примесей в золоте устанавливается Ag, содержание которого варьирует в широких пределах, но в большинстве случаев не превышает 10 мас. % (табл. 4). Содержание Ag в частицах золота, находящихся в сростаниях с сульфидами, обычно выше, чем в частицах, локализованных в трещинах в жильном кварце. В основном золото относится к умеренно высокопробному и высокопробному. Следует заметить, что в отдельных частицах золота обнаруживается весьма неравномерное распределение Ag, содержание которого в участках, тяготеющих к периферии, достигает 40 мас. %. Иногда такие участки имеют вид кайм шириной до 50 мкм, местами утончающихся и прерывающихся.

Таблица 4

Химический состав золота рудопоявления Синильга по данным микрозондового анализа, мас.%

Table 4

Chemical composition of gold of the Sinilga ore occurrence, microprobe analysis data, wt

№ обр.	Au	Ag	Сумма	Пробность
533	93.56	6.07	99.63	939
	95.81	6.38	102.19	938
	91.17	6.86	98.03	930
	90.94	8.54	99.48	914
	91.29	7.43	98.72	925
533/7	90.28	9.37	99.65	906
	91.52	9.52	101.04	906
	89.82	9.47	99.29	905
534	95.62	5.86	101.48	942
	92.78	6.19	98.97	937
	92.51	8.21	100.72	918
	95.71	5.93	101.11	941
724	93.51	6.54	100.05	935
	90.28	8.05	98.33	918
	94.12	6.78	100.90	933
	92.37	9.05	101.42	911
4572-1a	74.47	21.43	95.90	777
	96.08	2.92	98.94	971
4572-13	77.83	23.56	101.39	768
	65.70	36.39	102.09	644
	72.65	26.51	99.16	733
Среднее	88.95	11.00	99.93	890

Примечание: Анализы выполнены В.Н. Филипповым в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (ЦКП Геонаука) на электронном микроскопе JSM-6400 с энергетическим рентгеновским спектрометром фирмы Link.

Рудопоявление Каталамбинское находится в северо-восточной части хребта Росомаха в верховьях рек Малой Каталамби-Ю и Санавож [17]. Золото сосредоточено в образованиях линейной коры выветривания, наложенной на серицит-хлорит-кварцевые, серицит-кварцевые сланцы, кварциты мороинской и хобеинской свит позднего рифея. Породы смяты в изоклинальные складки, вдоль разрывных нарушений северо-восточного простирания милонитизированы, гидротермально изменены. Прослеживаются зоны прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации, протяженность которых достигает 1200 м. Среди сульфидов преобладает пирит, реже отмечаются пирротин, халькопирит, сфалерит, арсенопирит. Содержание золота в первичных рудах колеблется от 0.02 до 0.8 г/т,

иногда достигает 1.5 г/т. Золото в основном свободное, тонкое и мелкое (0.25–0.5 мм), цвет желтый. Форма золотин сложная, но довольно часто встречаются кристаллы кубической и октаэдрической форм. Основными элементами-примесями являются серебро и медь. Содержание Ag колеблется от 0.1 до 19.1 мас.%. Содержание Cu достигает 0.4 мас.%. В единичных случаях отмечаются Pd (0.7 мас.%), Pt (0.8 мас.%), Hg (0.45 мас.%).

Кора выветривания прослежена до глубины 250 м. Выделяются три зоны (сверху вниз): зона бесструктурных пестрых, ярко окрашенных глин с прослоями суглинков, зона структурных глин, зона дезинтеграции. Зона бесструктурных глин сложена каолинитом, присутствуют кварц, гидрослюда, лимонит, гематит, титанит, ильменит. В этой же зоне отмечаются участки маршаллитов с примесью глинистого материала. Максимальные содержания золота в глинистых продуктах коры выветривания и маршаллитах составляют 8–10 г/т, но обычно золота значительно ниже и не превышает нескольких граммов на тонну.

Накопление золота в коре выветривания обусловлено разрушением и изменением материнских пород. Преобладает мелкое и тонкое золото величиной 0.05–0.5 мм. Крупное золото встречается редко. Форма золотин пластинчатая, сложная, дендритовидная. Мелкие золотины имеют форму кристаллов. Поверхность золотин матовая, микроямчатая или ровная блестящая. Многие золотины имеют включения гематита, кварца, отпечатки магнетита. По составу золото коры выветривания существенно не отличается от рудного золота. В нем всегда присутствует Ag, содержание которого обычно не превышает 4 мас.%, часто отмечается Cu – до 0.4 мас.%, изредка – Pd, Pt, Hg. Пробность золота колеблется от 960 до 996 ‰. Встречаются единичные низкопробные золотины. Гипергенное изменение золота выражается в развитии высокопробных тончайших прожилков в первичных зернах, наростов, структур растворения.

Манитанырдский район

Манитанырдский район находится на западном склоне Полярного Урала и представляет собой брахиантиклиналь, ориентированную в северо-восточном направлении, и находящуюся в пределах Центрально-Уральской структурной зоны. В геологическом строении района принимают участие осадочные, вулканогенные и магматические образования позднего рифея, венда и палеозоя. Характерны крупные разрывные нарушения северо-восточного простирания. К этим нарушениям приурочены тела габбро, габбро-долеритов зоны интенсивного расщепления и дробления пород, особенно пород бедамельской свиты. Широко развиты гидротермальные кварцевые, кварц-карбонатные, кварц-хлоритовые, кварц-тремолитовые жилы, выполняющие в основном трещины северо-восточного простирания, ориентированные согласно сланцеватости пород.

В Манитанырдском районе известно несколько золоторудных проявлений и месторождений: Верх-

ненияюское 1, Верхненияюское 2, Нияхойское 1, Нияхойское 2. Основным является месторождение Верхненияюское 2 [18].

Верхненияюское месторождение расположено в центральной части Манитанырдского района. Его площадь сложена породами бедамельской свиты среднего-позднего рифея, представленными, как отмечалось выше, эффузивами основного, среднего, и реже кислого состава, их туфами, туфопесчанниками, туфоалевролитами с редкими линзами известняков. Отмечается четкая приуроченность рудной минерализации к разрывным нарушениям северо-восточного простирания и сопровождающим их зонам интенсивной сланцеватости пород, для которых характерно переслаивание маломощных и быстро выклинивающихся слоев, различающихся по составу и механическим свойствам. Выделяются три рудные зоны: Северная, Промежуточная и Южная, вытянутые в северо-восточном направлении на расстояние до 600 м при ширине до 3–5 м. Рудные зоны состоят из рудных жил и прожилков сульфидно-кварцевого, кварцевого и кварц-хлоритового составов. Жильные образования обычно ориентированы по сланцеватости пород, но иногда полого ее пересекают, выполняя трещины отрыва. Мощность рудных жил, прожилков, а также зон брекчирования весьма изменчива и колеблется от нескольких сантиметров до первых дециметров. В жилах встречаются раздувы до 0.5–0.8 м, которые очень быстро переходят в прожилки и вскоре, как правило, выклиниваются. Расстояние между жилами и прожилками – от нескольких сантиметров до метра. Мощность безрудных кварцевых и кварц-хлоритовых жил со слабой минерализацией также непостоянна и колеблется в широких пределах от нескольких сантиметров до 1 м.

По минеральному составу руды Верхненияюского месторождения являются преимущественно арсенопирит-пиритовыми. Вместе с этим в них часто отмечаются высокие содержания халькопирита, сфалерита, галенита, которые иногда преобладают над арсенопиритом. Текстуры руд массивные, полосчатые, плейчатые, вкрапленные, прожилково-вкрапленные, пятнистые. Распределение рудных минералов весьма неравномерное. Содержание золота и серебра в рудах достигает десятков граммов на тонну и прямо связано с содержанием арсенопирита и пирита.

Основными минералами руд являются пирит, арсенопирит, второстепенными – халькопирит, сфалерит, галенит, пирротин, борнит, халькозин, ковеллин, скородит, церуссит, гидроксиды железа. В единичных случаях отмечаются пентландит, тетраэдрит, теннантит, ауристобит, самородный висмут, не

совсем уверенно диагностированы кубанит, штернбергит.

Золото обнаруживается в протоочках проб, отобранных из обогащенных сульфидами участков жил и вмещающих пород, в аншлифах. В протоочках золото мелкое, форма частиц сложная, цвет желтый, зеленовато-желтый, красновато-желтый. Иногда отмечаются частицы в виде дендритов, пластин и индивидов с фрагментами огранки. В изученных нами аншлифах золото наблюдается в виде мельчайших обособленных изометричных включений в арсенопирите, реже в пирите (рис. 6). Величина таких выделений золота составляет 1–5 мкм. Вместе с этим отмечаются как мелкие, так и относительно крупные (до 10–50 мкм) золотины вы-

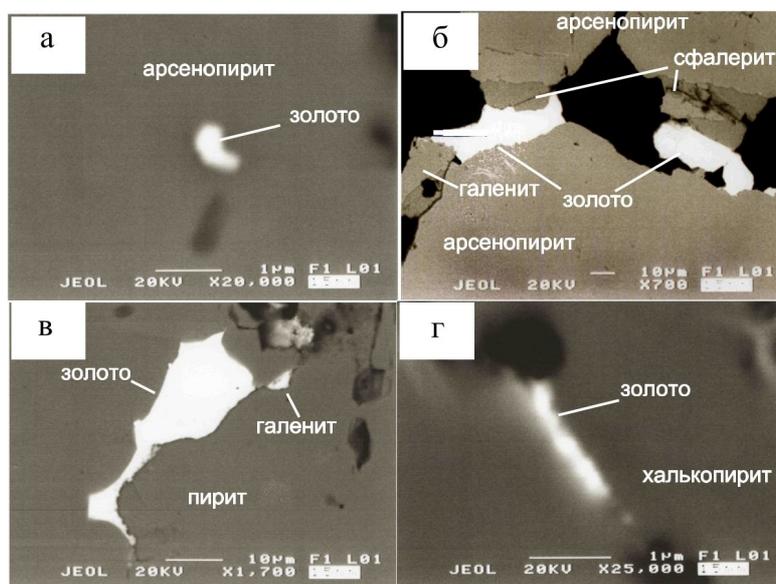


Рис. 6. Золото в сульфидных рудах Верхненияюского месторождения: а – микровключения золота I в арсенопирите; б, в – золото II в ассоциации с халькопиритом, галенитом и сфалеритом, развивающееся по трещинам в арсенопирите и пирите; г – тончайшее выделение золота в микротрещине в халькопирите.

Fig. 6. Gold in sulfide ores of the Verkhneniyayusk deposit: а – gold I microinclusions in arsenopyrite; б, в – gold II in association with chalcopyrite, galenite, and sphalerite, developing along cracks in arsenopyrite and pyrite; г – the finest gold segregation in the chalcopyrite microcrack.

тянутой, неправильной формы, находящиеся в микротрещинах в пирите и арсенопирите часто вместе с халькопиритом, галенитом, сфалеритом. То есть в рудах присутствует золото двух генераций. Соотношение тонкодисперсного и относительно крупного золота оценить трудно. Вероятнее всего его основная часть представлена мельчайшими частицами в арсенопирите и пирите. По результатам микросондового анализа основными элементами-примесями в золоте являются серебро, отмечаются ртуть и медь (табл. 5). Пробность золота варьирует от 500 до 850 %. Нередко встречаются зерна, в составе которых содержание Ag выше, чем Au и достигает 61 мас. %. В таком золоте почти всегда присутствует ртуть в количестве до 3.6 мас. %. В единичном слу-

Таблица 5
**Химический состав золота
 Верхненилюского месторождения, мас. %**
 Table 5
**Chemical composition of gold
 of the Verkhnenilyayusk deposit, wt. %**

№ обр.	№. зерен золота	Au	Ag	Hg	Сумма	Пробность, ‰
Субмикронные включения золота в пирите и арсенопирите						
2012-6	1	77.17	10.53	0.00	87.70	880
	2	90.55	9.54	0.00	100.09	905
	3	80.42	18.79	0.00	99.21	811
2012-15	1	89.01	7.86	0.00	96.87	919
	2	75.01	20.76	0.00	95.77	783
	3	77.87	8.24	0.00	86.11	904
	4	44.03	5.48	0.00	49.51	889
2012-17	1	86.37	9.48	0.00	95.85	901
	2	86.45	9.77	0.00	96.22	898
	3	86.06	9.65	0.00	95.71	899
Золото в ассоциации с халькопиритом, галенитом и сфалеритом						
2012-5	1	30.74	59.42	2.05	92.21	333
	2	29.03	60.95	2.39	92.37	314
2012-8	1	51.83	38.71	0.81	91.35	567
2012-6	1	40.48	48.65	0.00	89.13	454
	2	86.12	10.14	0.00	96.26	895
2012-15	1	58.97	35.85	0.00	94.82	622
2012-15	2	86.12	10.14	0.00	96.26	895
	3	84.15	14.30	0.00	98.45	855
2012-17	1	57.22	39.28	0.91	97.41	587
	2	57.15	37.93	1.43	96.51	592
2013-1	1	65.29	6.87	0.00	72.16	905
	2	63.40	35.90	1.72	101.02	628
2013-2A	1	65.78	32.62	1.74	100.16	657
2013-4	1	66.77	27.21	1.21	95.19	701

чае в высокосеребристом золоте с ртутью определен палладий (1.27 мас. %).

Формирование жильной минерализации Верхненилюского месторождения связано с проявлением гидротермальных процессов в послерифейское время. На рудном этапе произошло формирование золото-сульфидно-кварцевых жил, выполняющих трещины, согласные и субсогласные сланцеватости вмещающих пород, а также связанных с ними зон прожилково-вкрапленной минерализации. Вначале произошло отложение кварца с образованием жил согласных или субсогласных относительно сланцеватости вмещающих пород. Затем на часть кварцевых жил и вмещающие породы вдоль зон разрывных нарушений наложилась сульфидная минерализация в виде пирита, арсенопирита с наблюдающимися в них микровключениями золота. Далее, как свидетельствуют структуры катаклаза сульфидных руд, проявились тектонические подвижки. После этого отложились халькопирит, галенит, сфалерит и золото второй генерации, обычно более крупное и низкопробное.

Кыввожский район

Кыввожский район локализован в средней части Вольско-Вымской гряды (Средний Тиман). Район представляет собой горст-антиклинальную структуру (Вымский горст). Вымский горст ограничен и осложнен различными тектоническими нарушениями. На западе находится Вымское нарушение взбросового типа. Прилегающая к нему западная часть Вымского горста имеет характер моно-

клинали, которая на востоке осложнена серией надвинутых друг на друга тектонических пластин. Разломы северо-восточного простирания рассекают структуру Вымского горста на отдельные блоки. Крупные тектонические нарушения сопровождаются милонитизацией, дроблением и метасоматитами.

В строении Вымского горста выделяются два структурных этажа. Фундамент сложен метаморфическими докембрийскими комплексами, чехол – палеозойскими, преимущественно карбонатно-терригенными породами и кайнозойскими рыхлыми отложениями. Выходы магматических пород непосредственно в Кыввожском районе не установлены, однако разновозрастные интрузивные и эффузивные образования базит-гипербазитового составов нормального и щелочного рядов имеют, хотя и ограниченное, распространение на сопредельных площадях. Обломки метаморфизованных, а также кайнотипных магматических пород встречаются в голоценовом и более древнем четвертичном аллювии.

Золотоперспективная Кыввожская площадь охватывает верховья р. Белая Кедва (ручьи Кыввож, Средний Кыввож, Левый Кыввож, Димтемель). К настоящему времени в Кыввожском районе выявлены золотоносные россыпи, связанные с длинными комплексами отложений современной и погребенной речных систем.

Среднекыввожская и Кыввожская россыпи локализованы в долине руч. Средний Кыввож на его субширотном участке. Продуктивный пласт приурочен к надплотиковой части пойменно-руслового аллювия и первой надпойменной террасы, представленной грубообломочными галечно-щебнистыми отложениями, и кровле трещиноватых рифейских сланцев и алевролитов (сланцевых щёток), играющих роль ловушки для золота. Золотоносность аллювия русла и поймы прослеживается практически на всем протяжении долины, но распределяется неравномерно, образуя отдельные участки обогащения ("гнезда" или "струи"), перемежающиеся с незолотоносными и слабозолотоносными интервалами. Вместе с золотом, хотя и гораздо реже, в россыпях Кыввожского района встречается мелкая платина, характеризующаяся весьма разнообразными по составу твердыми растворами на основе платины, иридия и осмия.

Минералогически золото Среднекыввожской россыпи подробно нами ранее охарактеризовывалось в работе [19]. Золото из аллювиальных отложений отличается красновато-желтым цветом, разнообразной формой и размерами (рис. 7). На карверной ямчатой поверхности и в пазухах угловатых или деформированных изогнутых частиц периодически наблюдаются примазки серых или буроватых глинистых минералов, черных и буровато-черных гидроксидов марганца – пиролюзита и тодорита.

Гранулометрически подавляющая часть всех частиц золота, обнаруженных в пробах (около 66%) квалифицируется как мелкое золото (+0.25–1.0 мм). При этом значительная часть золотин из этой группы (56%) сосредоточена в гранулометрическом классе +0.25–0.5 мм, и малая часть (10%) входит в

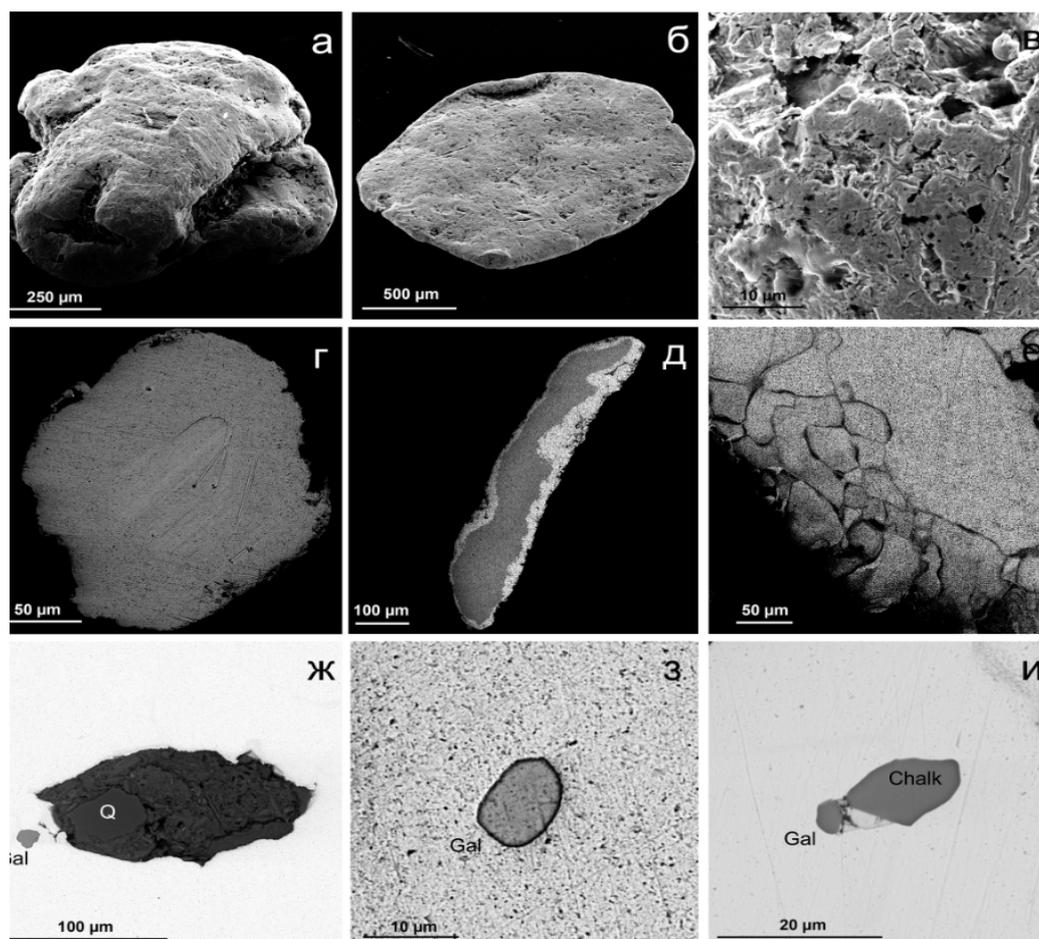


Рис. 7. Изображения золота Среднекуввожской россыпи под электронным микроскопом (Tescan VEGA 3LMN): морфология (а, б), детали поверхности (в), внутреннее строение (г-е), микровключения (ж-и); а – угловатое слабоокатанное золото, б – хорошо окатанное уплощённое золото, в – бугорчато-ямчатый эрозийный рельеф, г – химически однородное золото (без каймы), д – золото с высокопробной каймой, е – мозаично-блоковая структура с выделениями электрума, ж – галенит и кварц-силикатный микроагрегат, з – галенит, и – сросток халькопирита и галенита. Режимы: вторичные электроны (а-в, ж, и), обратно-рассеянные электроны (г-е, з).

Fig. 7. Scanning image of gold particles from Srednekyvvozh placer (Tescan VEGA 3LMN): morphology (a, б), surface details (в), internal anatomy (г-е), microinclusions (ж-и); а – angular poorly-rounded gold, б – flattened well-rounded gold, в – lumpy and pitted erosion relief, г – chemically homogenous gold (without rim), д – gold with high-grade rim, е – mosaic-block structure with electrum segregations, ж – galena and quartz-silicate micro-aggregate, з – galena, и – intergrowth of chalcopyrite and galena. Modes: а-в, ж, и – secondary electrons, г-е, з – back-scattered electrons.

класс +0.5–1.0 мм. Около трети всех частиц (32%) относятся к группе очень мелкого золота (+0.1–0.25 мм). Весьма небольшие значения встречаемости (до первых процентов) характерны для среднего (+1.0–2.0 мм) и тонкого (+0.05–0.1 мм) золота. Встречаемость крупного и самородкового золота (+2.0 мм) по разным данным составляет менее 1%, однако долевого вклад по массе такого золота может достигать десятки мас. %. Широкая вариация золота по размерам подчёркивает его несортированный характер.

Среди частиц, как правило, выделяются угловатые, более изометричные и уплощённые золотины сложной морфологии (рис. 7). Преимущественная геометрия частиц золота – умеренно уплощённая. Угловатые изометричные и некоторые уплощённые частицы окатаны незначительно. Среди

уплощённых частиц чаще встречаются хорошо окатанные золотины с валиками и наклёпами. В целом же основная массовая доля золота представлена слабоокатанным золотом. Наряду с окатыванием в механических потоках и водотоках для части мелких уплощённых, хорошо окатанных частиц золота (около 21%) оказались характерны специфичные повторные механические пластические и разрывные деформации: конвертообразные загибы, разрывы, надкусы и т.п. У многих золотин наблюдается бугорчато-ямчатый рельеф, обусловленный механическими ударами песчаных микрочастиц по их поверхности в водотоках.

В составе золота присутствует Ag – до 24.4 мас. % (табл. 6). В полированных срезах золотин часто обнаруживаются прерывистые и сплошные высокопробные каймы. Встречаются золотины без

Таблица 6
**Состав золота Среднего Кыввожа
 (данные микрозондового анализа)**

Table 6
**Gold composition of the Middle Kyyvozh,
 microprobe analysis data**

№ пп	Номер образца	Линейные размеры, мм			Масса, мг	Содержания элементов, мас. %			Пробность, ‰
		длина	ширина	толщина		Ag	Au	Сумма	
1	21/4	0.35	0.23	0.05	0.07	17.60	82.96	100.57	825
2	21/5	0.33	0.23	0.09	0.12	10.06	89.42	99.48	899
3	21/7	0.23	0.15	0.14	0.09	2.58	97.1	99.67	974
4	25-1/5	0.40	0.30	0.08	0.17	16.02	82.75	98.76	838
5	25-1/10	0.85	0.40	0.23	1.45	16.02	82.75	98.76	838
6	27/5	0.65	0.50	0.08	0.46	5.25	91.9	97.15	946
7	27/14	0.65	0.35	0.08	0.32	13.26	84.57	97.83	864
8	29/1	0.40	0.20	0.08	0.11	1.41	96.04	97.45	986
9	29/2a	0.35	0.20	0.07	0.09	19.89	77.23	97.12	795
10	30/1	1.35	0.65	0.20	3.33	16.84	81.3	98.14	828
11	30/4	0.85	0.55	0.13	1.11	5.79	89.89	95.68	939
12	30/6	1.05	0.45	0.05	0.45	6.47	93.34	99.81	935
13	31/5	0.90	0.65	0.19	2.08	2.43	96.53	98.96	975
14	31/10	1.25	0.68	0.11	1.80	1.83	98.1	99.93	982
15	31/17	0.70	0.58	0.05	0.38	22.42	75.96	98.38	772
16	34/7	0.75	0.40	0.08	0.43	6.54	92.08	98.61	934
17	34/20	0.60	0.50	0.11	0.64	0.78	96.14	96.92	992
18	34/37	0.35	0.25	0.05	0.08	4.13	95.16	99.28	958

Примечание. Анализировались центральные участки полированных срезов частиц золота.

каём. В среднем золото можно охарактеризовать как весьма высокопробное. Среди частиц золота встречаются редкие, но порой крупные экземпляры (сопоставимые по массе со всем остальным золотом), имеющие специфичную трещиновато-блочную структуру, с эпигенными трещинными выделениями электрума. В этом типе золота с признаками пострудной трансформации обнаружены микровыделения галенита, халькопирита, кварца и железосодержащих карбонатных фаз.

Результаты минералогических исследований свидетельствуют о том, что аллювиальное золото среднекыввожских россыпей поступало из близко расположенных коренных источников, относящихся к золото-сульфидному или золото-сульфидно-кварцевому формационным типам. В связи с этим нами изучены зоны развития сульфидной минерализации (зоны пиритизации), отмечающиеся в сланцевых толщах Кыввожского района [20].

Наряду с пиритом в зонах пиритизации присутствуют пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит, монацит, ксенотим и целый ряд других минеральных фаз. По взаимоотношениям минералов можно выделить две основные стадии минералообразования: раннюю – пиритовую и позднюю – халькопирит-галенит-сфалеритовую с другими сопутствующими пылевидными минералами редких ме-

таллов и редких земель. Золото в пиритовых агрегатах и индивидах нами не обнаружено, но оно, не исключено, может быть связано с поздней стадией минералообразования неуставленных рудных источников.

Заключение

При достаточно широком развитии золото-рудной минерализации на западном склоне севера Урала и Тимане важнейшими золотоносными районами в этом регионе являются Кожимский, Манитаньрдский, Кыввожский. В Кожимском и Манитаньрдском районах, наряду с россыпями, имеются коренные золото-сульфидные, золото-сульфидно-кварцевые проявления, в частности, уже достаточно хорошо изученные Верхнеияюское, Синильга, Караванное, локализованные в докембрийских породах. Пространственное развитие золото-сульфидной минерализации контролируется преимущественно разрывными нарушениями субмеридионального и северо-западного (субширотного) простирания. Золото проявлений Синильги и Караванного, находящихся в Кожимском районе, тесно связано с галенитом, сфалеритом и халькопиритом и отлагалось на поздних стадиях минералообразования. В Манитаньрдском районе на Верхнеияюском проявлении золото в рудах присутствует в виде мельчайших включений в пирите и арсенопирите и в виде более крупных выделений в ассоциации с поздними сульфидными – халькопиритом, галенитом, сфалеритом. Попутными компонентами в рудах являются мышьяк и висмут. Из элементов-примесей в составе золота большинства рудопоявлений присутствует серебро. В золоте Верхнеияюского проявления, наряду с серебром, часто отмечаются медь и ртуть. Зоны развития золото-сульфидной минерализации являются благоприятным субстратом для широкого развития золотоносных кор выветривания, выявленных на некоторых участках в Кожимском и Манитаньрдском районах.

Большой интерес представляют находящиеся в Кожимском районе золоторудные проявления Чудное и Нестеровское, многие вопросы генезиса которых остаются актуальными. Эти проявления характеризуются золото-платиноидно-фукситовым типом руд. Золото находится в сростаниях с минералами платины и палладия. В состав золота входят серебро, медь, палладий, ртуть.

В Кыввожском районе Среднего Тимана к настоящему времени выявлены лишь россыпные месторождения золота. Однако отмечается целый ряд признаков, в частности, слабая окатанность золота из речного аллювия, наличие самородков, указывающих на возможность обнаружения коренных проявлений и выделение в перспективе нового рудо-россыпного района.

Формирование золоторудной минерализации на западном склоне севера Урала и Тимане связано с гидротермальными процессами, проявившимися на разных этапах геологического развития региона. Важнейшим, но еще не вполне решенным является вопрос возраста рудной минерализации. На наш взгляд, на севере Урала наиболее продук-

тивным был позднепалеозойский этап, обусловленный герцинской эндогенной активизацией, широким проявлением гидротермально-метасоматических процессов и процессов регионального метаморфизма.

Работа выполнена по теме НИР (ГР №АААА-А17-117121270036-7) ИГ Коми НЦ УрО РАН и при частичной финансовой поддержке проекта №18-5-5-57 УрО РАН (ГР №АААА-А17-117121140076-3).

Литература

1. Гранович И.Б., Тарбаев М.Б. Минерально-сырьевая база золота Республики Коми и пути ее освоения // Руды и металлы. 1996. №4. С. 5–16.
2. Кожимская область тектоно-магматической активизации и ее золотоносность / В.П.Водолазская, Н.Г.Берлянд, К.Н.Котов, Ю.П.Шергина, А.М.Марейчев, Л.В.Акимов // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 16–28.
3. Дудар В.А. Россыпи Среднего Тимана // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 80–90.
4. Кочетков О.С. Золотоносность Тимана // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 66–80.
5. Благородные металлы западного склона севера Урала и Тимана/ С.К.Кузнецов, М.Б.Тарбаев, Т.П.Майорова, М.Ю.Сокерин, Г.В.Чупров. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 46 с.
6. Майорова Т.П. Минералогия россыпного золота Тимано-Североуральской провинции. Екатеринбург, 1998. 148 с.
7. Плякин А.М. Коренные источники золота для россыпей Среднего Тимана // Золото, платина и алмазы Республики Коми и сопредельных регионов: Материалы Всероссийской конференции. Сыктывкар: Геопринт, 1988. С. 38–39.
8. Попов М.Я. Геолого-промышленные типы и прогнозная оценка золота территории Республики Коми // Золото, платина и алмазы Республики Коми и сопредельных регионов: Материалы Всероссийской конференции. Сыктывкар, 1998. С. 10–12.
9. Силаев В.И. Коренная золотоносность Полярноуральского региона// Руды и металлы. 1996. №5. С. 5–17.
10. Силаев В.И., Майорова Т.П. Типохимизм самородного золота европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 1986. 16 с.
11. Тарбаев М.Б. Жильный тип золоторудной минерализации Приполярного Урала: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Сыктывкар: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 1991. 16 с.
12. Тарбаев М.Б., Кузнецов С.К. Палеозойские золоторудные кварцевые жилы на Приполярном Урале// Докл. АН. 1996. Т.350. №5. С. 658–660.
13. Кузнецов С.К., Тарбаев М.Б., Ефанова Л.И., Чупров Г.В. Золото коренных проявлений в Кожимском районе Приполярного Урала // Сыктывкарский минералогический сборник. № 31 / Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Вып. 109. Сыктывкар, 2001. С. 116–134.
14. Озеров В.С. Метаморфизованные россыпи золота Приполярного Урала // Руды и металлы. 1996. №4. С. 28–38.
15. Новый золото-палладиевый тип минерализации в Кожимском районе Приполярного Урала / М.Б.Тарбаев, С.К.Кузнецов, Г.В.Моралев, А.А.Соболева, И.П.Лапутина // Геология рудных месторождений. 1996. Т.38. №1. С. 15–30.
16. Ефанова Л.И., Повонская Н.В., Швецова И.В. Золотоносность и типоморфные особенности минералов алькесвожской толщи на участке Нестеровский // Геология европейского Севера России / Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, вып.103. Сыктывкар, 1999. С. 102–125.
17. Бражник А.В., Риндзюнская Н.М., Ладыгин А.И. Золотоносные коры выветривания месторождения Каталамбию, Приполярный Урал// Руды и металлы. 2003. № 4. С. 31–43.
18. Кузнецов С.К., Майорова Т.П., Сокерина Н.В., Филиппов В.Н. Золоторудная минерализация Верхнеиняюского месторождения на Полярном Урале // ЗРМО. 2011. Т.140. № 4. С. 56–69.
19. Глухов Ю.В., Кузнецов С.К., Савельев В.П., Котречко Е.Ю. Золото из аллювиальных отложений Среднего Кыввожа (Вольско-Вымская гряда, Тиман) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2018. № 1 (33). С. 49–59.
20. Минеральный состав зон пиритизации Кыввожского района (Средний Тиман)/ С.К.Кузнецов, Т.П.Майорова, Н.В.Сокерина, В.Н.Филиппов, А.А.Есев//Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2014. №10. С. 12–16.

References

1. Granovich I.B., Tarbaev M.B. Mineral'no-syr'evaya baza zolota Respubliki Komi i puti ee osvoeniya [Mineral resource base of gold of the Komi Republic and ways of its development] // Ores and metals. 1996. №4. P. 5–16.
2. Kozhimskaya obdast' tektono-magmaticheskoy aktivizacii i ee zolotonosnost' [Kozhim area of tectonic-magmatic activation and its gold content]/ V.P.Vodolazskaya, N.G.Berlyand, K.N.Kotov, Yu.P.Shergina, A.M.Mareichev, L.V.Akimov // Ores and metals. 1996. № 4. P. 16-28.
3. Dudar V.A. Rossypi Srednego Timana [Placers of the Middle Timan] // Ores and metals. 1996. № 4. P. 80-90.
4. Kochetkov O.S. Zolotonosnost' Timana [Gold mineralization of Timan] // Ores and metals. 1996. № 4. P. 66–80.
5. Blagorodnye metally zapadnogo sklona severa Urala i Timana [Noble metals of the Western slope of the North of the Urals and Timan] / S.K.Kuznetsov, M.B.Tarbaev, T.P.Mayorova, M.Yu.Sokerin, G.V.Chuprov. Syktyvkar: Geoprint, 2004. 46 p.

6. *Mayorova T.P.* Mineralogiya rossypnogo zolota Timano-Severoural'skoj provincii [Mineralogy of placer gold of the Timan-North Urals province]. Ekaterinburg, 1998. 148 p.
7. *Plyakin A.M.* Korennye istochniki zolota dlya rossypej Srednego Timana // Zoloto, platina i almazy Respubliki Komi i sopredel'nyh regionov [The primary sources of gold for placers of the Middle Timan // Gold, platinum and diamonds of the Komi Republic and adjacent regions]: Materials of the all-Russian Conf. Syktyvkar: Geoprint, 1988. P. 38–39.
8. *Popov M.Ya.* Geologo-promyshlennye tipy i prognoznaya ocenka zolota territorii Respubliki Komi // Zoloto, platina i almazy Respubliki Komi i sopredel'nyh regionov [Geological and industrial types and predictive assessment of gold in the Komi Republic // Gold, platinum and diamonds of the Komi Republic and adjacent regions]: Materials of all-Russia Conf. Syktyvkar, 1998. P. 10-12.
9. *Silaev V.I.* Korennaya zolotonosnost' Polynoural'skogo regiona [Indigenous gold content of the Polar-Urals region] // Ores and metals. 1996. № 5. P. 5–17.
10. *Silaev V.I., Mayorova T.P.* Tipohimizm samrodnogo zolota Evropejskogo Severo-Vostoka [Typochemism of native gold of the European North-East]. Syktyvkar, 1986. 16 p.
11. *Tarbaev M.B.* Zhil'nyj tip zolotorudnoj mineralizacii Pripolyarnogo Urala [Vein type of gold mineralization of the SubPolar Urals]: Abstract of Diss... Cand. Sci. (Geol. & Mineral.). Syktyvkar: Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 1991. 16 p.
12. *Tarbaev M.B., Kuznetsov S.K.* Paleozojskie zolotorudnye kvarcevyje zhily na Pripolyarnom Urale [Paleozoic gold-ore quartz veins in the SubPolar Urals] // USSR Ac. Sci. Reports. 1996. Vol.350. №5. P. 658–660.
13. *Kuznetsov S.K., Tarbaev M.B., Efanova L.I., Chuprov G.V.* Zoloto korenyh proyavlenij v Kozhimskom rajone Pripolyarnogo Urala [Gold of indigenous manifestations in the Kozhim area of the SubPolar Urals] // Syktyvkar mineralogical collection. № 31 / Proc. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. Issue 109. Syktyvkar, 2001. P. 116-134.
14. *Ozerov V.S.* Metamorfizovannye rossypi zolota Pripolyarnogo Urala [Metamorphosed placers of gold of the SubPolar Urals] // Ores and metals. 1996. №4. P. 28-38.
15. *Novyj zoloto-palladievij tip mineralizacii v Kozhimskom rajone Pripolyarnogo Urala* [New gold-palladium type of mineralization in the Kozhim area of the SubPolar Urals] / M.B.Tarbaev S.K.Kuznetsov, G.V.Moralev, A.A.Soboleva, I.P.Laputina. // Geology of ore deposits. 1996. Vol.38. №1. P. 15–30.
16. *Efanova L.I., Povonskaya N.V., Shvetsova I.V.* Zolotonosnost' i tipomorfnye osobennosti mineralov al'kesvozhskoj tolshchi na uchastke Nesterovskij [Gold mineralization and typomorphic peculiarities of minerals of alkesvozh strata at the site of Nesterovskij] // Geology of the European North of Russia / Proc. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. Issue 103. Syktyvkar, 1999. P. 102–125.
17. *Brazhnik A.V., Rindzyunskaya N.M., Ladygin A.I.* Zolotonosnye kory vyvetriveniya mestorozhdeniya Katalambiyu, Pripolyarnyj Ural [Gold-bearing weathering crusts of Katalambiyu deposit, SubPolar Urals] // Ores and metals. 2003. № 4. P. 31-43.
18. *Kuznetsov S.K., Mayorova T.P., Sokerina N.V., Filippov V.N.* Zolotorudnaya mineralizaciya Verhneniyayuskogo mestorozhdeniya na Polynrom Urale [Gold mineralization of the Verhneniyayusk deposit in the Polar Urals] // ZRMO. 2011. Vol. 140. № 4. P. 56–69.
19. *Glukhov Yu.V., Kuznetsov S.K., Savelyev V.P., Kotrechko E.Yu.* Zoloto iz allyuvial'nyh otlozhenij Srednego Kyvvozha (Vol'sko-Vymskaya gryada, Timan) [Gold from alluvial deposits of the Middle Kyvvozh (Volsk-Vym ridge, Timan)] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2018. № 1 (33). P. 49-59.
20. *Mineral'nyj sostav zon piritizacii Kyvvozhskogo rajona (Srednij Timan)* [The mineral composition of pyritization zones of Kyvvozh area (Middle Timan)] / S.K. Kuznetsov, T.P. Mayorova, N.V. Sokerina, V.N. Filippov, A.A. Esev // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2014. №10. P. 12–16.

УДК 548.4; 548.52

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-95-101

ВОЗМОЖНОСТИ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИИ КРИСТАЛЛОВ И ПРОЦЕССОВ ИХ РОСТА

Н.Н. ПИСКУНОВА

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

По данным атомно-силовой микроскопии установлено, что основными факторами, влияющими на формирование реальной картины строения и эволюции поверхности кристалла на наноуровне, являются различия и флуктуации в скоростях движения ступеней роста, инициированных винтовыми дислокациями, особенности взаимодействия ступеней с препятствиями и между собой, образование и распад макроступеней. Разработана принципиально новая методика статистической обработки *in situ* АСМ-изображений, позволяющая установить динамические особенности роста кристаллов из раствора.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, рост кристаллов из раствора, наноразмерные процессы, дефекты в кристаллах

N.N. PISKUNOVA. THE POSSIBILITIES OF ATOMIC FORCE MICROSCOPY IN THE STUDY OF CRYSTALS AND THE PROCESSES OF THEIR GROWTH

The results of many-year research on atomic force microscopy (AFM) of the processes of crystals growth carried out at the Institute of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, are presented. An analytical review of the methods of direct observation and monitoring the crystals growth is given. According to AFM data, the main factors influencing the real structure and the evolution of the crystal surface at nanolevel are the differences and fluctuations in the velocities initiated by screw dislocations of the growth stages, the peculiarities of the interaction of the stages with obstacles and with each other, the formation and decay of macrostages. We have *in situ* studied the growth and dissolution of crystals under various conditions, including in the flow of solution, under conditions of special mechanical effects on the surface, etc. A new method of statistical processing of *in situ* AFM-images allowing to establish dynamic features of crystal growth from solution was developed. The study of topography of some natural and synthetic crystals and comparison of results with model experiments on growth and dissolution made it possible to partially reconstruct the conditions and mechanisms of crystals growth in minerals.

Keywords: atomic-force microscopy, crystal growth from solution, nanosize processes, crystalline defects

Методические исследования (обзор)

Методы атомно-силовой микроскопии (АСМ), внедряемые в научные лаборатории с 90-х гг. прошлого века, в отношении кристаллогенетических исследований все чаще употребляют с приставкой *in situ*. Этот латинский термин означает «в том же месте» и для роста кристаллов подразумевает неразрушающий контроль во время протекания процесса в жидкой или газовой среде, в противовес термину *ex situ*, который означает исследование после извлечения из естественной среды, дробления, химической обработки и т.д. По типу данных *in situ* разделяется на *методы прямого наблюдения* и *методы слежения*. В первом случае формируются реальные изображения кристалла и/или окружающей его среды, во втором – результатом являются численные значения. Актуальные для роста кристаллов *прямые наблюдения* с прошлого века производились с помощью оптической (в том числе по-

ляризационной) микроскопии и микрофотографии, рентгеновской топографии *in situ* и тепловидения.

К *методам слежения* за ростом кристаллов в чистом виде относятся: методы взвешивания или прямого измерения, акустические методы (метод звуковых шумов и ультразвуковая голография), светорассеяние, гониометрия и корреляционная спектроскопия фотонов, рамановская спектроскопия комбинационного рассеяния, люминесцентная спектроскопия, эллипсометрия и наблюдение за двойным электрическим слоем, доплеровская лазерная анемометрия, электрические методы слежения (метод ЭДС, принцип измерения электропроводности, наблюдение различных переменных электрических сигналов с помощью частотомера), химические методы (фиксация поверхностного натяжения и фотометрия (ФМ)). Среди методов слежения есть давно используемые, такие как калориметрия или фиксация механического перемещения грани, а есть и относительно недавно возникшие,

которые сразу приобрели большую популярность – это анализ мало-углового и широко-углового рентгеновского рассеивания с использованием синхротронного излучения (SAXSWAXS). Многие экспериментальные методы относятся к смешанным типам, выдавая на выходе и массив данных и изображение. К ним причисляются группы теневых методов, рефрактометрии, локальной инфракрасной спектроскопии, интроскопия, фотоэлектрокалориметрия (ФЭК) и голографическая интерферометрия.

Появившаяся в лабораториях в конце прошлого века атомно-силовая микроскопия также является таким смешанным типом. С изобретения «старшего брата» АСМ – сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), который впервые позволил получать изображения поверхности с атомарным разрешением, началась революция в методах изучения роста кристаллов из растворов. Разрешающая способность оптических приборов ограничена половиной длины волны падающего света и не позволяет «увидеть» процессы присоединения и отрыва кристаллического вещества в масштабах элементарной ячейки. В сканирующих зондовых микроскопах вместо пучка света или электронного луча используется тонкая игла, которая наподобие патефонной касается поверхности и отрисовывает рельеф образца – строка за строкой. Особенностью открытия является то, что уменьшение расстояния между иглой и образцом приводит не к пропорциональному, а к экспоненциальному скачку туннельного тока, делая, таким образом, этот метод очень чувствительным даже к ангстремным изменениям расстояния. Используя тот же принцип получения данных, что и в СТМ, только измеряя силу Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий между острием иглы и образцом, АСМ не нуждается в том, чтобы изучаемый образец имел токопроводящие свойства. Таким образом, стало возможно «ощупывать» иглой кристаллическую поверхность, находящуюся внутри раствора. На сегодняшний момент АСМ единственный инструмент, позволяющий в наноразмерном масштабе получать информацию о рельефе поверхности и ее физических свойствах и одновременно проследить в динамике процессы образования и преобразования этой поверхности в жидкой среде. АСМ доступно то, что недоступно электронной микроскопии, в которой необходимо вакуумировать рабочую область. В отличие от электронного и оптического микроскопов, АСМ регистрирует истинно трехмерные параметры. На его изображении выступ однозначно предстает выступом, а ямка ясно различается как ямка, здесь не могут возникнуть искусственные изменения контрастности. Возможность обходиться без металлического или углеродного запыления образца является одним из главных преимуществ перед указанными методами. А в отличие от методов голографической интерферометрии, позволивших получить в 1980-х гг. колоссальный фактический материал в области роста кристаллов [1], предел разрешающей способности АСМ не ограничивается 30 мкм.

Методические подходы в Институте геологии

В Институте геологии Коми научного центра УрО РАН (Сыктывкар) *in situ* исследования процессов образования кристаллов из раствора с помощью АСМ начались почти 20 лет назад [2]. Использовались микроскопы ARIS 3500 “Burleigh Instruments” (США) и Ntegra Prima (NT-MDT, Зеленоград, Россия).

Специально для проведения растворных съемок на ARIS 3500, изначально предназначенных только для *ex situ* съемок, сотрудниками Института геологии Е.А.Голубевым и В.А.Радаевым были изготовлены жидкостная, а затем и проточная ячейки, проведена адаптация прибора для работы с жидкостями. Так как при съемках в растворе лазерный луч проходит сквозь раствор и, отразившись от блестящего держателя иглы, возвращается в приемник фотодетектора, то используемые растворы должны быть оптически прозрачными. Для исследования нами были выбраны кристаллы водорастворимых солей NaCl, KCl, KH_2PO_4 , $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, которые получались методом испарения растворителя при комнатной температуре. Все растворы для экспериментов изготавливались из дистиллированной воды и «ЧДА» и «Ч» реактивов водорастворимых солей, в которых общее содержание примесей было в интервале от 0.001 до 0.05 массовых процентов. Введен в практику модельных экспериментов ранее не использовавшийся кристалл – диоксидин ($\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_4$, гидроксиметилхиноксилиндоксид), получаемый из доступных в аптеке противомикробных растворов. Чтобы исключить влияние примесей, растворы диоксидина были подвергнуты тщательной проверке с помощью масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой. Расчет концентраций производился по калибровочным прямым, построенным по стандартным растворам с концентрацией элементов 10 мг/л, и показал, что во всех растворах диоксидина содержатся следовые количества примесей – сотые доли мг/л. Таким образом, любые эффекты морфологической неустойчивости, обнаруженные в экспериментах, не могут быть обусловлены примесным отравлением ступеней.

В работе использовались стандартные кремниевые кантилеверы “Burleigh Instruments” (радиус закругления кончика $r = 10\text{--}15$ нм, жесткость 0.1 Н/м) и “Veeco Instruments” ($r = 7\text{--}10$ нм), NT-MDT ($r = 10$ нм) и кантилеверы для жидкостных съемок “NanoProbe” ($r = 5$ нм). Работа на ARIS 3500 проводилась только в двух режимах – *контактном* (силы от 10^{-8} Н до 10^{-6} Н) и *бесконтактном* ($\sim 10^{-12}$ Н). На Ntegra Prima – *в контактном и прерывистом режимах «обстукивания»*.

Для отображения изменения высоты микро-рельефа в АСМ используется градация, например, серого цвета, где черным цветом представлена нижайшая точка поверхности, а белым – высочайшая. Эта информация может быть обработана с использованием современных компьютерных методов (вращение, различные типы частотной фильтрации и сглаживания, вычитание среднего наклона

изображения, Фурье фильтрация и др.). Для вычисления тангенциальных скоростей на каждое изображение нами накладывалась специальная сетка с привязкой к реперным точкам, например, выходам дислокаций. Снимались координаты точек через каждые 100 нм на пересечении меридианов сетки и контура ступени. Точность измерения координаты – шаг дискретизации. Для участка сканирования размером 15×15 мкм точность составляет всего 0,02 нм. Зная координаты i -точки на ступени в момент времени $t_1 - (x_{it1}, y_{it1})$ и в момент времени $t_2 - (x_{it2}, y_{it2})$, можно вычислить расстояние, пройденное ею вдоль перпендикуляра к фронту движения ступеней за этот промежуток времени, и, соответственно, тангенциальную скорость v_{tg_1} .

В уравнение нами вводилась поправка на время сканирования $c(y)$, зависящая от вводных данных эксперимента и учитывающая, что за то время пока заканчивается сканирование нижней части участка, верхняя его часть успевает вырасти:

$$v_{tg_1} = \frac{\sqrt{(x_{it2} - x_{it1})^2 - (y_{it2} - y_{it1})^2}}{(t_2 - t_1) + c(y)}$$

Разработана принципиально новая методика статистической обработки *in situ* АСМ-изображений,

для изученных кристаллов сканирующий узел атоно-силового микроскопа значительного влияния на пограничный слой кристаллов в процессе их роста не оказывает. Направление движения и давление сканирующей иглы даже в контактном режиме не оказывают влияния на процесс распространения ступеней по поверхности кристалла.

Результаты исследований

Эволюция поверхности кристалла на наноуровне. По данным АСМ установлено, что основными факторами, влияющими на формирование реальной картины строения и эволюции поверхности кристалла на наноуровне, являются различия и флуктуации в скоростях движения ступеней, особенности их взаимодействия между собой, образование и распад макроступеней.

По АСМ-сняткам установлено, что ступень, имеющая больший эффективный коэффициент диффузии, значительно сильнее изгибается на препятствии. Определено, что смыкание ступеней разной высоты не всегда приводит к образованию новых центров роста; зарастающие ямки различной природы служат стопором для движущихся ступеней, и это является одной из причин образования макроступеней. Впервые на наноуровне зафиксированы процессы, протекающие при образовании включений раствора в растущем кристалле (рис. 1).

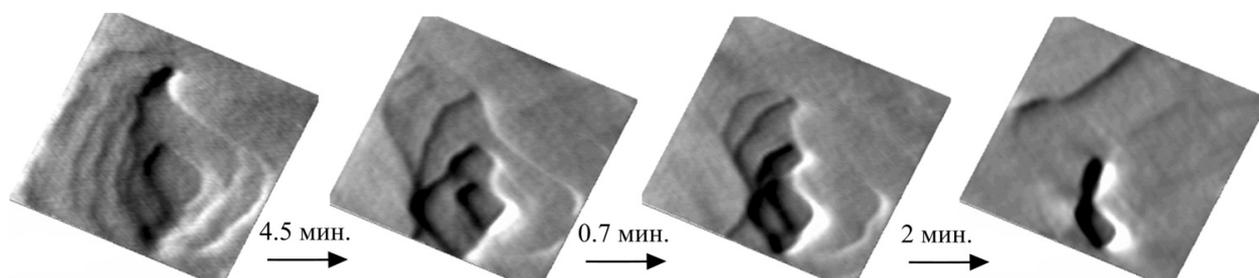


Рис. 1. Динамика зарастания ямки на поверхности кристалла NaCl с образованием включения раствора. Размер изображений 1.4×1.4 мкм.

Fig. 1. Dynamics of overgrowing the pit on NaCl surface with the formation of fluid inclusion. Image size is 1.4 x 1.4 μm.

позволяющая установить динамические особенности роста кристаллов из раствора. Определены средние скорости роста и частоты ступеней, флуктуации скорости и расстояний между ступенями [3], нормальная скорость грани и ее колебания.

Микроскопы адаптированы для визуализации и регистрации *in situ* на наноуровне топографии поверхности растущих из раствора перечисленных модельных кристаллов. Определены основные виды артефактов и факторы, способствующие их возникновению. По классической модели обобщенной кинетики [4] рассчитано отношение объема перемешиваемой во время сканирования области ко всему объему пограничного слоя. Установлено, что

Проведен анализ флуктуаций скоростей роста ступеней, который позволил зафиксировать формирование макроструктур на растущей грани, представляющих собой кинематические волны плотности ступеней (рис. 2).

Кристалл в направленном потоке раствора. Проведены исследования морфологии поверхности кристаллов в условиях направленного потока питающего раствора. Скорость раствора в наших экспериментах составляла 0.8 ± 0.2 см/с. Изучены устойчивость и неустойчивость поверхности (001) кристалла NaCl в потоке раствора, обнаружено переориентирование в потоке растущих холмиков. Наблюдался рост грани (101) кристалла KDP в

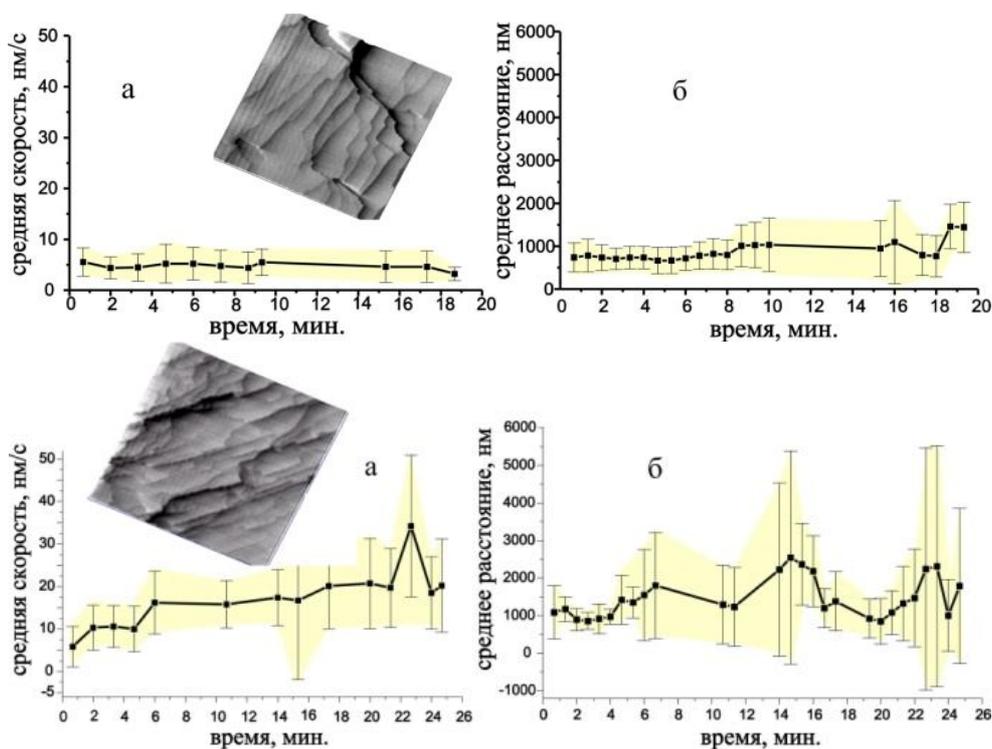


Рис. 2. Средняя тангенциальная скорость роста ступеней (а) и расстояние между ними (б) в двух экспериментах по росту NaCl (изображения на врезках). Каждой точке соответствует 300–400 значений измеряемой величины. Флуктуации параметров отложены вверх-вниз как доверительный интервал. Скачки флуктуаций во втором эксперименте на 6-й, 14-й и 23-й минутах соответствуют моментам формирования кинематических волн плотности.

Fig. 2. The mean tangential growth rate of steps (a) and the distance between the steps (b) in two NaCl growth experiments (images on inserts). Each point corresponds to 300-400 values of the measured value. Fluctuations of the parameters are marked – up and down as the confidence interval. Fluctuation jumps in the second experiment at the 6-th, 14-th and 23-rd min correspond to the moments of formation of kinematic density waves.

направленном потоке (рис. 3). Показано, что и на наноуровне при прочих равных условиях преимущество при растворении в потоке имеют те акцессории на поверхности, которые «встречают» поток, т.е. те, чья симметрия совпадает с симметрией среды.

Спиральные холмики винтовых дислокаций. С помощью *in situ* АСМ кристаллов диоксида в растворе впервые получены последовательные изображения растворения и роста на дислокационных спиральях различных типов (рис. 4). Места выходов винтовых дислокаций на поверхность становятся стопором для движения слоев при росте, но никак не влияют на ступени при растворении. Помимо флуктуационного наступления-отступления, этот факт также служит подтверждением того, что рост может происходить не только молекулами и ионами, но и их комплексами, а при растворении от ступеней отрываются отдельные единицы. Изучены

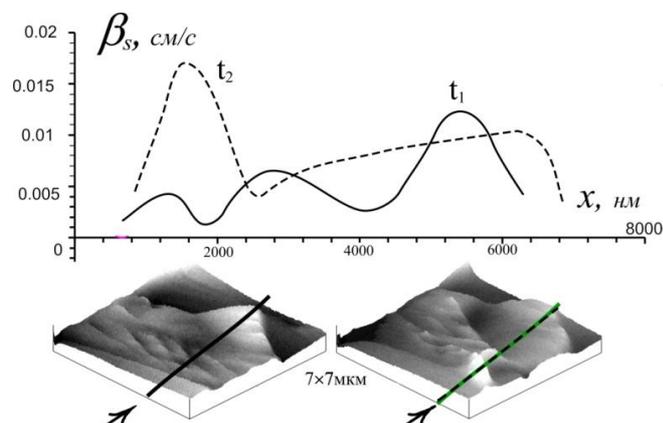


Рис. 3. Конкуренция растущих холмиков на грани (101) KDP, направление потока раствора показано стрелкой. Выше кинетический коэффициент ступеней холмиков, рассчитанный вдоль выделенной линии: координате 5500 нм соответствует первоначальное положение доминирующего холмика. В момент времени t_2 второй холмик (1500 нм), первым «встречающий» поток, получил полное преимущество.

Fig. 3. The competition of growing hillocks on face (101) KDP, the direction of solution flow is shown by the arrow. Above is the kinetic coefficient of the hillocks steps calculated along the selected line: the coordinate of 5500 nm corresponds to the initial position of the dominant hillock. At t_2 time the second hillock (1500 nm), the first to “meet” the flow, got the full advantage.

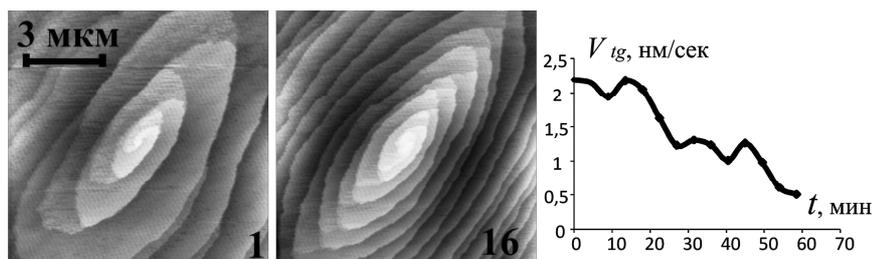


Рис. 4. Рост на дислокационной спирали (1-й и 16-й снимки эксперимента, промежуток времени между которыми 67,5 мин.). На графике представлена тангенциальная скорость ступеней за указанный промежуток времени. Высота каждой ступени составляет 8 Å, что равно параметру a элементарной ячейки диоксида, а также размеру его молекулы в одном из направлений.

Fig. 4. The growth on the dislocation spiral (1-st and 16-th snapshots of the experiment, time interval between the snapshots is 67.5 min). The graph shows the tangential velocity of the steps for the specified time period. The height of each step - 8 Å is equal to the parameter a of the unit cell of dioxide as well as its molecule size in one of the directions.

различия в скульптуре и поведении многозаходных спиралей, образованных винтовыми дислокациями, находящимися на расстояниях больше и меньше, чем $2\pi r_c$ (r_c – радиус критического зародыша). Показано как форма канала сложной дислокации зависит от расположения каналов слагающих ее одиночных дислокаций.

Прослежены процессы, сопровождающие растворение поверхности по двум принципиально разным механизмам: 1) посредством образования полых зародышей на дефектах решетки; 2) послойным растворением, активированным винтовыми дислокациями. Статистической обработкой данных АСМ

показан существенно разный по скорости характер растворения на разных по мощности дислокациях, находящихся на расстоянии 1 мкм друг от друга, которые вместе представляют из себя ростовой аналог дислокационного источника Франка-Рида.

Поверхность кристалла в области специально нанесенной царапины. Атомно-силовой микроскоп позволяет производить модификацию поверхности в процессе сканирования. Нами проведена серия экспериментов с механическим воздействием на топографически разные участки растущей грани (100) диоксида [5]. В качестве индентора использовался зонд АСМ, который

воздействовал с силой порядка 10^{-8} Н. После этого отмечено возникновение огромных флуктуаций скоростей роста ступеней, потеря морфологической устойчивости поверхности даже на расстоянии десятков микрометров от царапины, а также явление одновременного роста и растворения на соседних участках ступени (рис. 5).

Магнитные свойства поверхности кристаллов. Одной из возможностей АСМ является получение карты магнитных доменов на поверхности проводящих твердых образцов, что в случае кристаллов тоже может оказаться весьма интересным. На рис. 6 видно, что в области выхода на по-

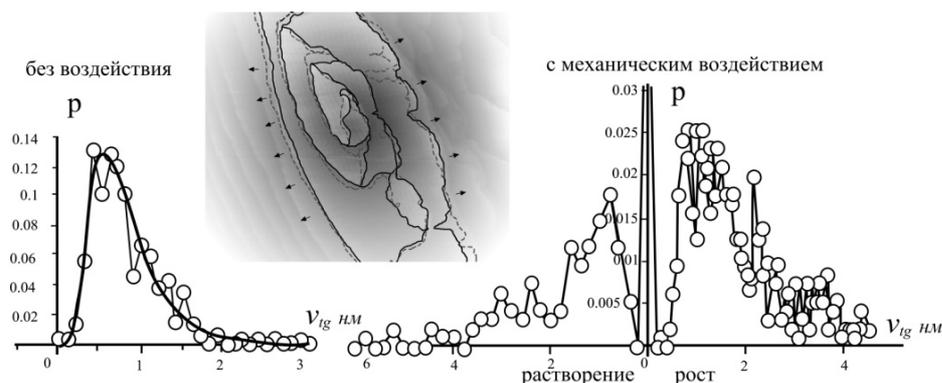


Рис. 5. Эмпирические распределения (вероятность) тангенциальных скоростей ступеней до (слева) и после нанесения царапины (справа). Две ветви правого графика отражают одновременный рост и растворение через 1 час 43 мин. после нанесения царапины (средняя скорость роста 1.793 нм/с, флуктуация скорости роста 1.462 нм/с. Средняя скорость растворения 1.782 нм/с, флуктуация – 1.117 нм/с). На вставке показан АСМ-снимок одновременного роста и растворения, сплошная линия – проекция первоначального положения ступени, пунктирная – профиль той же ступени через 4.5 мин.

Fig. 5. Empirical distributions (probability) of tangential velocities of the steps before (left) and after (right) scratching. Two branches of the right graph illustrate simultaneous growth and dissolution in 1 hour 43 min after scratching (mean growth rate is 1.793 nm/sec; growth rate fluctuation – 1.462 nm/sec. Mean dissolution rate – 1.782 nm/sec, fluctuation – 1.117 nm/sec). The insert shows the AFM-picture of simultaneous growth and dissolution, solid line – projection of the initial stage location, dashed line – profile of the same step after 45 min.

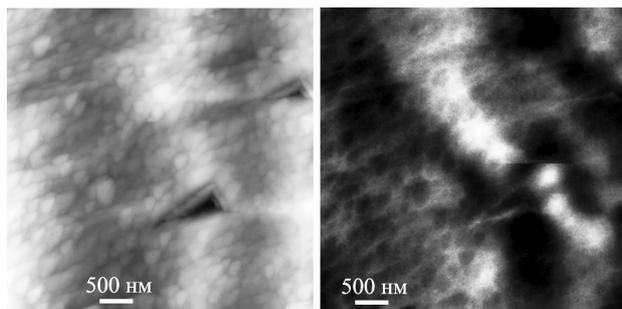


Рис. 6. Поверхность кристалла магнетита и распределение на этом же участке магнитных полей. Светлые области показывают большую напряженность магнитных полей. Снимок предоставлен сотрудником ИГ Коми НЦ УрО РАН Е.А.Голубевым. Fig. 6. The AFM-image of the magnetite crystal and the distribution of magnetic fields on the same plot. Light areas indicate high intensity of magnetic fields. The picture was provided by E.A.Golubev (Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS).

верхность объемных дефектов – треугольных ямок травления на винтовых дислокациях – линии поля имеют наименьшую интенсивность, подтверждая тем самым гипотезу о том, что энергетические барьеры в области дефектов снижены.

Реконструкция минералогических процессов (по данным АСМ). АСМ-исследование природных кристаллов представляет собой очень сложную задачу. Они полны дефектов, подвергались переносу, истиранию, их поверхность имеет слишком «большие» для АСМ перепады высот. Однако нами показано, что соединение *in situ* метода изучения модельных кристаллов с *ex situ* сканированием природных кристаллов позволяет применять атомно-силовую микроскопию для реконструкции природных кристаллогенетических процессов. В этих целях нами впервые изучены кристаллы алабандина уникального месторождения Высокогорное (Якутия) [6], пирита (м. Навахун, Испания; фромбоидальный пирит из туфогравелитов хр. Сабля и метакристаллы пирита с Приполярного Урала с признаками пластических деформаций), кристаллы горного хрусталя м. Желанное и мелкий кварц рудопроявления Синильга (Приполярный Урал) [7], топаз м. Шерловогорское (Восточное Забайкалье), фенакит Уральских Изумрудных копей [8] и др. Особенности вхождения твердых примесей, пористость поверхности, свидетельства дислокационного роста и картины растворения на дефектах, обнаруженные на природных кристаллах, позволяют провести частичную реконструкцию протекавших процессов.

Метод АСМ впервые применен нами для изучения внутренних стенок флюидных включений в природном кварце [9]. Показан механизм, по которому кремнезем отлагается на стенки включения. Впервые сделана оценка концентрации кремнезема в материнском растворе в момент захвата включения.

Заключение

Атомно-силовая микроскопия – единственный на сегодняшний момент метод, позволяющий проводить прямые наблюдения за изменением по-

верхности кристалла в растворе в наноразмерном масштабе. Она является не только мощным инструментом для феноменологической регистрации протекающих процессов, но и уникальным источником данных для проведения статистических расчетов, позволяющих установить динамические особенности роста кристаллов из раствора.

Автор выражает искреннюю благодарность оператору АСМ В.А.Радаеву, а также соавторам и тем, кто предоставил образцы для исследований: Н.В.Сокериной, О.В.Удориной, Н.Ю.Никуловой, А.М.Асхабову, В.И.Силаеву, В.И.Ракину.

Исследования проведены в ЦКП «Геонаука» (ИГ Коми НЦ УрО РАН). Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований УрО РАН № 18-5-5-44.

Литература

1. Асхабов А.М., Ракин В.И. Прямое наблюдение эволюции вициналей на грани растущего кристалла // Минераловедение и минералогенезис/ Труды Института геологии Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1988. Вып. 66. С. 103–108.
2. Пискунова Н.Н. Исследование процессов роста и растворения кристаллов с помощью методов атомно-силовой микроскопии. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 135 с.
3. Piskunova N.N., Rakin V.I. Statistical analysis of dynamics of elementary processes on the surface of the growing crystal (by the AFM data) // J. of Crystal Growth. Vol. 275. I. 1-2. 2005. P. 1661–1664.
4. Асхабов А.М. Количественная оценка режима роста кристаллов из раствора // ДАН. 1995. Т. 344. № 5. С. 630–632.
5. Пискунова Н.Н., Асхабов А.М. Влияние механических деформаций на рост кристаллов (по данным атомно-силовой микроскопии) // ДАН. 2017. Т. 474. № 2. С. 164–167.
6. *New potentially industrial type of indium sulfide –manganese ore* / V.I.Silaev, A.V.Kokin, N.N.Piskunova, D.V.Kiseleva, V.P.Lutoev // Chapter in book: Indium. Properties, technological applications and health issues. New York: Nova Science Publ., 2013. P. 261–272.
7. Сокерина Н.В., Пискунова Н.Н. Условия роста кристаллов кварца на месторождении Желанное, Приполярный Урал (по данным изучения флюидных и твердых включений) // Геохимия. 2011. Т. 49. № 2. С. 192–201.
8. *Наноморфология включений в кристаллах фенакита Уральских Изумрудных копей* / Н.Н. Пискунова, Н.В. Сокерина, А.Г. Николаев, С.И. Исаенко, М.П. Попов // Материалы IV Минералогического семинара с международным участием «Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии» (Юшкинские чтения – 2018), 22–20 мая 2018. Сыктывкар: Геопринт, 2018. С. 51–53.

9. *Piskunova N.N., Sokerina N.V., Kryuchkova L.Y.* Combining *in situ* and *ex situ* atomic-force microscopy studies to reconstruct natural crystallogenic processes. Chapter in book: "Atomic force microscopy principles, developments and applications". New York: Nova Science Publ., 2018. P. 47–66.

References

1. *Askhabov A.M., Rakin V.I.* Pryamoe nablyudenie evolucii vicinaloi nf grani rastushego kristalla [Direct observations of vicinals evolution on the growing crystal face] // Mineralogy and mineralogenesis / Proc. of the Inst. of Geology, Komi Branch, USSR Ac. Sci. Syktyvkar. 1988. Issue 66. P. 103–108.
2. *Piskunova N.N.* Issledovanie processov rosta i rastvoreniya kristallov s pomoschy metodov atomno-silovoi mikroskopii [Observation of the processes of crystal growth and dissolution by an atomic force microscopy method]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2007. 135 p.
3. *Piskunova N.N., Rakin V.I.* Statistical analysis of dynamics of elementary processes on the surface of the growing crystal (by the AFM data) // J. of Crystal Growth. Vol. 275. I. 1-2. 2005. P. 1661–1664.
4. *Askhabov A.M.* Kolichestvennaya ocenka rezhima rosta kristallov iz rastvora [Quantitative evaluation of the crystal growth from solution] // Reports of Ac. Sci. 1995. Vol. 344. № 5. P. 630–632.
5. *Piskunova N.N., Askhabov A.M.* Vliyanie mekhanicheskikh deformacii na rost kristallov [Effect of mechanical deformations on the growth of crystals (according to atomic force microscopy data)] // Reports of Ac. Sci. 2017. Vol. 474. № 2. P. 164–167.
6. *New potentially industrial type of indium sulfide – manganese ore / V.I.Silaev, A.V.Kokin, N.N.Piskunova, D.V.Kiseleva, V.P.Lutoev.* // Chapter in book: Indium. Properties, technological applications and health issues. New York: Nova Science Publ., 2013. P. 261–272.
7. *Sokerina N.V., Piskunova N.N.* Usloviya rosta kristallov kvartsa na mestorozhdenii Zhelannoe, Pripolyarny Ural (po dannym izucheniya flyuidnikh i tverdykh vklyuchenii) [Growth conditions of quartz crystals at the Zhelannoe deposit in the SubPolar Urals (evidence from fluid and solid inclusions)] // Geochemistry. 2011. Vol. 49. № 2. P. 192-201.
8. *Nanomorfologiya vklyuchenii v kristallakh fenakita Uralskikh Izumrudnykh kopei [Nanomorphology of inclusions in phenakite crystals of the Ural Emerald Mines] / N.N.Piskunova, N.V.Sokerina, A.G.Nikolaev, S.I.Isaenko, M.P.Popov* // Proc. of IV Mineral. seminar with intern. partic. "Modern Problems of Theoretical, Experimental and Applied Mineralogy" (Yushkin`s Readings - 2018), May 20-22, 2018. Syktyvkar: Geoprint, 2018. P. 51–53.
9. *Piskunova N.N., Sokerina N. V., Kryuchkova L.Y.* Combining *in situ* and *ex situ* atomic-force microscopy studies to reconstruct natural crystallogenic processes. Chapter in book: "Atomic force microscopy principles, developments and applications". New York: Nova Science Publ., 2018. P. 47–66.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 338.984.055 (02)7
DOI 10.19110/1994-5655-2018-102-110

НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНСТИТУТЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА КОМИ НЦ УрО РАН

В.Н. ЛАЖЕНЦЕВ

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми научный центр УрО РАН, г. Сыктывкар
unlazhentsev@iespn.komisc.ru*

В связи с 30-летием образования Института социально-экономических и энергетических проблем Севера приведены некоторые итоги теоретического и прикладного изучения северных и арктических территорий России. В проблемном ключе изложены результаты НИР по направлениям: народонаселение, природопользование, энергетика, социальная экология, социально-экономическая география. Подчеркнуто, что специфика исследований института заключается в анализе влияния северных природных условий на социально-экономическую деятельность.

Ключевые слова: Север России, Республика Коми, демография и социальная политика, природно-ресурсная экономика, энергетика, социальная экология, региональная экономика и социально-экономическая география

V.N.LAZHENTSEV. DIRECTIONS OF RESEARCH AT THE INSTITUTE OF SOCIO-ECONOMIC AND ENERGY PROBLEMS OF THE NORTH OF THE KOMI SCIENCE CENTRE, URAL BRANCH, RAS

The paper is written in connection with the 30th anniversary of the Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North. The subject of socio-economic research of the Institute is considered in two directions: 1) reflecting what is happening in the North; 2) defining the essential characteristics of the North as a specific object of interdisciplinary research. The first one has become traditional and provided with scientific and organizational planning; the second one is in the area of interests of individual employees and requires additional creative efforts for its formation. Details of these directions are made on the example of the Komi Republic, where the Arctic (tundra and forest-tundra) and taiga territories can serve as a benchmark for the formation of management rules in extreme and difficult climatic conditions. The first direction is presented in the form of a summary of theoretical and applied study of population, environmental management, formation of economic systems and mechanisms of regulation of socio-economic processes. The second direction captures the attention of researchers on such characteristics of the Northern territories as climate discomfort, high natural-resource and ecological potential, specific space of socio-economic activities and the high role of territorial management

Keywords: the North of Russia, the Republic of Komi, demography and social policy, natural resource economy, energy, social ecology, regional economy and socio-economic geography

В организации комплексных научно-исследовательских работ по проблемам развития и размещения производительных сил на Европейском Северо-Востоке большую роль сыграла академическая бригада во главе с академиком А.П. Карпинским, президентом Академии наук СССР. В 1933 г. она выехала в Коми, собрала и проанализировала огромный фактический материал, на основе которого в 1935 г. была составлена "Гипотеза развития Печорского края на период 1935–1947–1950 гг." И в

дальнейшем экспедиции Академии наук способствовали научному обоснованию развития этого региона. Стационарные экономические исследования стали проводиться с 1946 г. в составе Научно-исследовательской базы АН СССР в Сыктывкаре. В 1948 г. в Коми филиале АН СССР был создан промышленно-экономический сектор. В 1953 г. здесь организованы два относительно крупных отдела: 1) экономики и 2) энергетики и водного хозяйства. Исследования они проводили, как правило, со-

вместно, и со временем «водное хозяйство» перешло в отдел экономики. В 1988 г. Президиум Уральского отделения АН СССР принял решение организовать на базе отдела экономики Институт экономических и социальных проблем Севера. В 1999 г. институт и отдел энергетики объединены в один институт – Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН.

История становления социально-экономических и энергетических исследований в Коми НЦ связана с именами таких учёных и организаторов науки, как А.Ф. Ануфриев, Л.А. Братцев, А.П. Братцев, В.А.Витязева, А.А.Калинина, Г.В.Канев, Д.А.Коновалов, Н.А. Манов, Г.Н. Парашенко, В.П. Подоплелов, С.Х. Сажин, И.М. Семенов, Б.М. Соколов, Д.С.Тон, А.И. Чистобаев, Н.И. Шишкин. Выбранными и назначенными исполняющими обязанности директорами института последовательно побывали В.С. Никитин, А.И. Щелоков, Г.В. Канев, Г.А. Князева, В.П. Подоплелов, в период 1995 – 2010 гг. – В.Н. Лаженцев, с 2011 г. по н.в. – Ю.Я. Чукреев*. Институт курировали длительное время академики А.Г.Гранберг и А.И.Татаркин, в настоящем – академики Б.Н. Порфирьев и А.А.Макаров, член-корр. РАН В.А. Крюков.

При разработке конкретных народнохозяйственных планов и проектов (формирование Северной и Урало-Печорской угольно-металлургических баз, создание Сыктывкарского лесопромышленного комплекса, освоение Тимано-Печорской нефтегазодобывающей провинции, прогнозирование последствий переброски части стока р. Печоры в бассейн Волги, обоснование транспортного и энергетического строительства) в необходимой мере использовались достижения отечественной и мировой науки. Впоследствии такого рода трансляция знаний «со стороны» стала дополняться собственными методиками расчёта надёжности природно-технических систем, экономической и социальной эффективности производства. Это предопределило содержание рекомендаций о повышении производительности труда в отраслях промышленности и сельского хозяйства, дало возможность доказать эффективность добычи и переработки титановых и бокситовых руд в регионе, оптимизировать топливно-энергетический баланс Европейского Севера и показать пути широкой электрификации его хозяйства, предложить плановым органам страны оптимальные схемы развития и размещения производительных сил Республики Коми и рационализации её межрегиональных транспортно-экономических связей.

Далее необходимо отметить качественное совершенствование исследований: от инвентаризации природно-ресурсного, демографического, трудового и технического потенциалов – к их комплексной оценке; от систематизации эмпирического и научно-аналитического материала – к разработке теории и методологии территориального развития и

надёжного функционирования энергетических и других хозяйственных систем с учетом северных климатических условий.

В области теории и методологии комплексного территориального развития ключевым стал вопрос: как образуется проблемное поле северной тематики. Показано, что это происходит на стыке встречного движения, с одной стороны, природных, географических, ресурсных и этнических характеристик северных территорий и соответствующих управленческих вызовов, с другой – методов регионального управления. Одна сторона представлена холодом, периферийностью, сырьевой специализацией, традиционным хозяйством; вторая – диагностикой, планированием, проектированием и экспертизой, регулированием отношений между корпорациями, государственной и муниципальной властью, корректировкой налогообложения с учетом большого значения природно-ресурсной ренты и другими механизмами. Предполагалось, что встречное движение двух указанных сторон может определить «красную линию» исследовательской работы всего института.

Демография, социология и социальная политика

Демографы и социологи института под научным руководством В.В.Фаузера и Л.А.Поповой выявили два разнонаправленных вектора развития народонаселения: первый – общая перенаселённость (избыточная численность людей) в большинстве регионов Севера, вторая – дефицит квалифицированных трудовых ресурсов. Это противоречие объясняется отсталой технологической структурой производства и непродвинутой сферой, в которых преобладают так называемые удобные рабочие места – низкодоходные, не требующие высокой квалификации. Недостаток высокодоходных рабочих мест, требующих инженерных знаний и высокого уровня организации труда, является одной из основных причин миграции населения с Севера. Но не только... Многие покидают республику в связи с заботой о будущем своих детей, опасениями потерять здоровье, низким уровнем развития социальной инфраструктуры.

На Севере *демографический кризис* проявляется особенно резко. Это относится к смене репродуктивного поведения молодых семей, в том числе коренной национальности, росту внебрачной рождаемости, отрицательному соотношению рождаемости и смертности. М.А.Зырянова и Е.Н.Зорина эти процессы увязывают с негативными половозрастными сдвигами и медико-социальными проблемами с учетом повышения доли в численности населения людей старшего поколения, М.А.Терентьева – с анализом ситуации на рынке труда и сти-

* Даты, события и персоналии института подробно изложены В.М. Худяевой [1]; о подготовке кадров и работе диссертационного совета – Л.А. Кузвановой [2]; интерес представляют обобщения прошлых лет энергетических и социально-экономических исследований [3, 4].

** Методологические подходы к формированию северной исследовательской тематики по проблемам экономики и энергетики автор изложил в 2009 г. по случаю 20-летия образования института [5]; схема «проблемного поля» показана Т. Е. Дмитриевой [6]; методы и модели исследования надежности электроэнергетических систем – Н.А. Мановым и его коллегами [7].

мулированием предпринимательства, Н.Ю.Журавлев – с общими задачами устойчивого развития регионов. С помощью математических расчетов А.В. Смирнов определил перспективную динамику численности населения Республики Коми: к 2030 г. по сравнению с 2010 г. сокращение на 20%, с 901 до 719 тыс. чел. Только г.Сыктывкар и Сыктывдинский район будут иметь прирост жителей, соответственно, на 4 и 8%; в остальных городах и районах – сокращение от 12% в Ухте, до 54% в Воркуте. Такое может и не случиться. Чтобы получить более точные демографические ориентиры стратегического развития республики, необходимо «соединить» естественно-исторические закономерности народонаселения с усилиями государства и всех других общественных сил по созданию комфортной среды жизнедеятельности с учетом природных условий Севера.

В изучении репродуктивных и миграционных установок населения северных регионов России используются авторские методики проведения *социологических опросов*. Установлен иерархический ряд жизненных ценностей молодежи (хорошее здоровье, материальное благополучие, наличие в семье детей), определены сферы жизнедеятельности, где государство и общественность могут принимать меры воздействия на население с целью повышения рождаемости, а где такое вмешательство нежелательно и не гуманно, предложены меры государственной демографической политики, направленные на регулирование и стимулирование рождаемости.

Особое внимание обращается на социально-экономический и организационный механизмы минимизации влияния фактора этнической миграции на формирование населения и человеческих ресурсов.

Концептуальные подходы к политике занятости дифференцированы относительно коренного, старожильческого и пришлого населения. Влияние миграции на региональные и локальные рынки труда, занятость трудоспособного населения неоднозначно: положительное там, где идет замещение уходящих на пенсию молодыми кадрами; отрицательное – в местах социального конфликта в связи с потерей рабочих мест в монопрофильных городах и районах. Так, интервью, организованное Т.С.Лыткиной с экспертами и жителями г. Инты, позволило установить необходимость реабилитации ценностей, способствующих воспроизводству практик сотрудничества и солидарности на различных уровнях социального взаимодействия власти и населения, работодателя и работника.

Сотрудники института в прошлом имели возможность вести долговременное наблюдение за ключевыми поселениями, предприятиями и домохозяйствами Республики Коми. Г.В.Загайнова выполнила типологию лесных поселков, и тем самым показала связь между их людностью и формами организации производства. Анализируя ход и последствия революционного реформирования экономики применительно к конкретным социальным группам людей, Т.С.Лыткина, С.С.Ярошенко, П.П.Кротов, М.Буравой (американский социолог) выявили устойчи-

вость советской нормативной культуры поведения, неравные стартовые возможности адаптации различных слоёв населения к новым рыночным условиям, возникновение замкнутых социальных групп в результате экономического раскола общества. И в настоящее время активная часть населения все еще находится под негативным влиянием несправедливой приватизации и отстранения трудовых коллективов от управления предприятиями. Такого рода факты становятся особенно заметными в годы финансово-экономических кризисов.

В.В.Тихомирова считает, что в Республике Коми увеличение размера пособий и субсидий и новые формы их начислений в рамках *адресной социальной помощи* не сопровождались снижением бедности и повышением уровня жизни малообеспеченных слоев населения. В республике заметно возрос объем субсидий по оплате жилого помещения и коммунальных услуг, свидетельствующий об усилении адресной социальной помощи, однако все еще сохраняется доминирующая роль категориальной (льготной) системы помощи. Обоснована необходимость распространения социального контракта в системе адресной социальной помощи, поскольку он увеличивает доходы, снижает уровень бедности, способствует занятости, преодолению социального иждивенчества и активному вовлечению трудоспособных малоимущих граждан в сферу трудовой деятельности.

Научное обоснование *финансовой политики* базируется на статистическом и экономико-математическом анализе, позволяющем установить количественные пропорции и динамику доходов и расходов различных групп населения. В работах, выполненных Ю.А.Гаджиевым, Д.В.Колечковым, А.А.Мустафаевым, В.И.Спирягиным, М.М.Стыровым, Е.Н.Тимушевым, Н.В.Шляхтиной, показана весьма противоречивая ситуация в исчислении реальных среднедушевых доходов, прожиточного минимума, соотношения накопления и потребления в использовании внутреннего регионального продукта, формировании региональных и местных бюджетов. При часто повторяющихся критических ситуациях и постоянном росте цен ВВП приходится в большей мере использовать на потребление, в меньшей – на накопление, что подрывает базу будущего развития. Поэтому прогноз инновационного развития рассматривается под углом зрения возможностей и ограничений финансового сектора экономики. Практическое значение имеют рекомендации по нормативному обеспечению финансирования как производственной, так и социальной сферы, прежде всего здравоохранения, образования и жилищно-коммунального хозяйства.

Указанные проблемы адресуются органам государственной власти и местного самоуправления, но в первую очередь самим северянам, к их самосознанию и самоорганизации.

Природно-ресурсная экономика и энергетика

В данном направлении исследований позиция института заключается в том, что потенциал и экстенсивного, и интенсивного природопользова-

ния на старых технологиях практически исчерпан, а дальнейшее развитие по пути наращивания только количественных, объёмных показателей связано с риском полного истощения сырьевых баз республики и разрушения ее экосистем.

Прежде всего отметим тематику исследований по проблеме сохранения и развития *аграрного сектора экономики северного региона*. Коллектив сотрудников под руководством В.А.Иванова нацелен на выявление и анализ факторов – положительных для сельского хозяйства и сдерживающих его развитие. Земельные ресурсы и биоклиматический потенциал многих северных регионов при соответствующей агротехнологии могут быть достаточными для производства картофеля и овощей, кормовых культур, организации крупных животноводческих комплексов и фермерских хозяйств. Однако сами земли, как показала И.С.Мальцева, в значительных размерах (в силу бесхозяйственности и ошибочной аграрной политики относительно Севера России) выведены из состава сельскохозяйственных, но не введены в категорию лесохозяйственных, промышленных или селитебных. Но и те, что находятся на балансе сельских предприятий, зачастую пустуют, обременяя хозяйственную деятельность последних. В работах В.В.Терентьева раскрыты причины и следствия крайне неудовлетворительного состояния материально-технической базы сельского хозяйства, низкой его инвестиционной привлекательности, ограниченности собственных финансовых ресурсов хозяйств, недостаточности господдержки и плохо налаженной системы льготного кредитования, отсутствия логистики сбыта продукции, необеспеченности квалифицированными кадрами, в том числе способными оказывать консультативные услуги в сфере аграрного бизнеса. Значение последнего факта отражено в работах Е.В.Ивановой.

В целях повышения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов А.С.Щербакова рекомендует региональным и муниципальным органам власти, руководству аграрных предприятий активизировать внутренний спрос за счет местного производства продуктов питания с постепенным ростом доли органической (экологически чистой) продукции. Это очень важно для укрепления здоровья северян. Поэтому больше внимания стало уделяться обоснованию модернизации аграрного производства для сельской периферии, включающей создание адаптивно-ландшафтных систем земледелия, использование всеми формами хозяйствования современных биотехнологий.

Рассмотрены аграрные возможности арктических территорий. Установлено, что функционирование сельского хозяйства в Арктике в силу климатической специфики и своей социальной роли не может базироваться только на основе рыночных отношений. Это относится к подсобным хозяйствам животноводства и производству овощей закрытого грунта, но главное – к оленеводству, основной арктической отрасли хозяйства. Состояние оленеводства в Республике Коми является более стабильным по сравнению с рядом других арктических тер-

риторий. Однако и здесь все заметнее актуализируется проблема сохранения биологического равновесия тундровых экосистем и оптимизации поголовья оленей.

Модернизация оленеводства и традиционных промыслов тесно увязана с обеспечением надлежащих условий жизнеобеспечения северных коренных народов. А.А.Максимовым рассмотрены вопросы сочетания личного и коллективного оленеводства, повышения уровня товарности оленеводческих хозяйств с одновременным соблюдением норм и правил этнического домохозяйства, сохранения высокой роли охоты и промыслов вдали от индустриальных центров.

В силу низкой доходности северного сельского хозяйства, больших сроков окупаемости инвестиций, незаинтересованности частных инвесторов вкладывать капитал в его развитие необходимо усилить роль государства как организатора, координатора и главного участника технико-технологического совершенствования отрасли и решения социальных проблем села. Госрегулирование аграрного производства приходится осуществлять с учетом членства России во Всемирной торговой организации, что отражено в публикациях М.Ю.Микушевой как условие неоднозначного влияния на сельское хозяйство северных регионов.

Лесозаконономические исследования для института традиционны. Но в их развитии была заметная пауза (1991–2010 гг.), связанная с неготовностью института восполнить ликвидацию отраслевых проектно-исследовательских организаций лесного профиля. В настоящее время группа молодых сотрудников (В.А.Носков, И.В.Харионовская, М.А.Шишелов) под руководством Т.Е.Дмитриевой активизировала лесную тематику, включая академический и отраслевой (технико-экономический) подходы к ее реализации. Объединение теоретических и практических вопросов позволяет понять значение правильного учета, оценки и капитализации лесных ресурсов. Предлагается: изменить порядок расчета оптимальной лесосеки с использованием фрагментарного и крупномасштабного картографирования экономически доступных лесных площадей с учетом их экологических функций; перейти на восстановительную модель сохранения природного капитала лесов в рамках относительно больших территорий, на которых можно комплексно использовать древесину и древесные отходы, развивать домостроение, лесохимию и биоэнергетику, сочетать лесное хозяйство с другими отраслями, например, сельским хозяйством, народными промыслами, легкой и пищевой промышленностью и, что особенно важно, организовать строительство и эксплуатацию лесовозных дорог; на коммерческую основу перевести рубки ухода, увеличив их долю в общем объеме заготовок древесины; шире использовать договора субподряда между крупным, средним и малым лесным бизнесом.

Лесное хозяйство рекомендуется рассматривать в качестве равнозначного с другими секторами лесопромышленного комплекса, не уступающего в технологическом оснащении и финансово-экономи-

ческой самостоятельности. Лесопереработка Республики Коми, хотя и имеет определенные результаты повышения ресурсоэффективности, но все же отстает от соответствующих показателей лесных стран Европы почти в два раза. Ликвидация отставания предполагает такое использование древесного и другого лесного сырья, чтобы каждый сортимент (пиловочник, тонкомерная древесина, отходы лесозаготовок и пр.) использовались комплексно и по назначению: лесопиление и деревянное домостроение, лесохимия, производство целлюлозы, бумаги, картона, фанеры, плит, биоэнергетика, фармацевтика.

Горнорудный комплекс изучается И.Г. Бурцевой вместе с сотрудниками Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Основной стала проблема комплексного использования минерального сырья. Она может быть решена на основе инженерных инновационных систем и при условии создания альтернативных способов переработки сырья, позволяющих снизить затраты, интенсифицировать основные операции, расширить ассортимент выпускаемой продукции. В настоящее время даже крупные корпорации недооценивают перспективы комплексной переработки природных ресурсов и склоняются в сторону монопродуктового производства. Это характерно, например, для СУАЛа, руководители которого до сих пор не рассматривают вопросы дополнительного, «неалюминиевого», использования среднетиманских бокситов, не ставят задачу получения в республике глинозема, белых бокситов и переработки красных шламов, извлечения редких элементов. То же можно сказать и про ЛУКОЙЛ и другие нефтяные компании, по-настоящему не решающие задачу раздельной глубокой переработки сернистой тяжелой и легкой нефти. В ряде случаев планы комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов не реализуются из-за невозможности найти инвесторов для тех или иных комплексных месторождений.

С ориентацией на комплексность разработан перечень перспективных рекомендаций, включающий переработку бурых углей, освоение доломитовых месторождений, химически чистых известняков, гипса, цеолитов, кварцевых стекольных песков. Выделены основные социально-экономические и экологические проблемы, препятствующие поступательному развитию горнодобывающей деятельности. В целом тематика технологического развития минерально-сырьевого сектора нацелена не только на его традиционную структуру, но и на производство новых видов материалов, например, разнообразных керамик, каменного литья, базальтового и оптического волокна, искусственных кристаллов, синтетических изделий.

Топливо-энергетический комплекс А.А. Калининой, О.В. Бурым, В.П. Луканичевой изучен достаточно основательно в части экономико-геологических, горно-технических и производственных характеристик. Ситуация меняется и данные характеристики обновляются. Например, дана рыночная оценка стоимости добычи и переработки углеводородного сырья из новых и нетрадиционных источников, что заметно увеличивает ресурсный потен-

циал Тимано-Уральского региона. Более детально анализируется рыночная среда угля, нефти, газа и сланцев. На этой основе обоснованы пути обеспечения внешней и внутренней конкурентоспособности энергетических ресурсов северных регионов. Разработаны топливно-энергетические балансы районов Европейского Севера России, позволившие оценить проблемы топливоснабжения применительно к современным условиям.

Показано, что использование шахтного метана для производства электро- и теплотенергии обеспечит годовой экономический эффект около 300 млн. руб. для каждой действующей шахты Воркуты. Получение из шламов брикетного топлива способствует повышению качества топлива, пригодного для теплоснабжения районов угледобычи и удаленных от магистральных газовых сетей. С.Л. Садов полагает, что применение метода нечетких весов в целях корректировки вероятности положительного исхода поисково-разведочных работ можно считать эффективным. На примере двух районов юга Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции показан рост вероятности обнаружения новых ловушек примерно в 1,5 раза. Изучаются экономические параметры освоения малых и средних месторождений нефти и газа.

В.И. Зоркальцев установил совокупное влияние на региональную энергетику сезонных колебаний в потреблении энергоресурсов, изменений в их структуре, возможностей замещения одного вида топлива другим, ценовых диспропорций и других факторов. На этой основе он представил территориальную схему резервирования топливно-энергетических ресурсов и взаимной межрегиональной «страховки». И.Г. Успенская показала способы оптимизации сетей топливоснабжения с учетом экономической удаленности потребителей. Л.В. Чайка определила основные условия модернизации энергетической инфраструктуры: усиление межсистемных электроэнергетических связей, строительство новых системных электростанций, планирование комплексного развития коммунального хозяйства и усиление государственной поддержки энергоснабжения сельских населенных пунктов. К основным относятся и такие условия, как недопущение значительных межрегиональных различий в ценах электроснабжения, решение проблем тарифных диспропорций и высокой бюджетной нагрузки в распределении средств на субсидии и инвестиции в энергетическую инфраструктуру. По расчетам С.Л. Масунова основная их часть должна быть направлена на обеспечение экологической безопасности работы электростанций.

Экономика ТЭК тесно связана с надежностью функционирования *электроэнергетических систем*. Основой их изучения являются инженерные знания в части моделирования и прогнозирования электрических нагрузок энергосистемы с использованием искусственных нейронных сетей и нечеткой логики. Для автора данной статьи такое направление исследований является, образно говоря, «чужим полем», играть на котором географу-экономисту не совсем корректно. И все же отмечу некоторые общие положения.

Н.А.Манов впервые в нашей стране разработал порядок систематизации задач, решение которых в совокупности обеспечивает надежность электроэнергетических систем. Ю.Я.Чукреев, М.В.Хохлов, Г.П.Шумилова, Н.Э.Готман, М.Ю.Чукреев предложили модели прогнозирования электрических нагрузок в энергетических сетях. Время упреждения прогноза от нескольких минут до нескольких суток. Специалистами данная разработка рассматривается как инновационный продукт, который может быть использован для прогнозирования электрических нагрузок в региональных, объединенных и единой (общероссийской) энергосистемах. Апробирование модели в Коми ЭЭС показало высокую точность прогнозирования электрической нагрузки.

Из других разработок отметим проект «Советчик диспетчера по послеаварийному поиску схемы восстановления электроснабжения распределительной сети», выполненный М.И. Успенским. Проект предназначен для повышения эффективности электроэнергетической системы, в частности, надежности электроснабжения потребителей в послеаварийном режиме. Он позволяет в значительной степени автоматизировать поиск и существенно сократить его время при восстановлении электроснабжения в распределительных сетях. Разработаны методики поиска, опытный образец. «Советчик» опробован на тестовой схеме и схеме одного из энергоузлов распределительной сети Коми энергосистемы.

Научное обоснование развития транспорта

А.Н. Киселенко, П.А. Малащук, Е.Ю. Сундуков, Н.А. Тарабукина, И.В. Фомина, А.А. Шевелева разработали модели прогнозирования динамики функционирования отдельных видов транспорта и комплексных транспортных систем Севера применительно к современным экономическим условиям. Это существенно корректирует схемы максимально возможного транспортного строительства, представленные ранее Э.С.Куратовой. Общая методология расчета опорной транспортной сети теперь включает в себя методы её формирования – балансовый, нормативный, программно-целевой, стратегического планирования, потокового программирования в увязке с основными показателями развития населенных пунктов и экономических центров. Главные особенности функционирования транспортной сети Европейского и Приуралья Севера: большие расстояния до морских портов и экономических центров; неравноценность составляющих (видов транспорта) опорной транспортной сети; неравномерная транспортная доступность территории; существенный износ инфраструктуры и спад объемов перевозок на внутреннем водном транспорте. Определены узлы и дуги транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики для каждого вида транспорта, их текущие характеристики. Транспорт увязан с режимами работы предприятий, как источниками зарождения и погашения грузопотоков. Выявлены «узкие места» пропускной и провозной способностей транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики.

Развитие транспорта каждого региона Европейского Севера России тесно связано с разработкой и реализацией федеральных проектов: железных дорог «Белкомур», «Баренцкомур», «Северный широтный ход»; комплексное развитие Мурманского и Архангельского транспортных узлов; возрождение Северного морского пути. Учтена также высокая вероятность организации скоростного пассажирского движения (более 100 км/час) Вологда – Санкт-Петербург, Вологда – Киров – Пермь (далее до Екатеринбурга), Вологда – Ярославль (далее до Москвы). Это создаст два северных кольца скоростного движения: Санкт-Петербург – Москва – Ярославль – Вологда – Санкт-Петербург; Москва – Ярославль – Вологда – Киров – Пермь – Екатеринбург – Москва. В перспективе планируется реконструкция участков автомобильной федеральной дороги «Холмогоры» и строительство автодорог: Сыктывкар – Воркута с подъездом к Нарьян-Мару и Салехарду; Сосногорск – Троицко-Печорск – Чердын – Соликамск – Пермь. Необходимо разработать и реализовать специальную государственную программу возрождения водного внутреннего транспорта.

Будущее северных регионов во многом зависит от развития *«низкозатратного» транспорта и перспективных транспортных средств для труднодоступных территорий*. Более 50 % населенных пунктов Республики Коми не имеют круглогодичной транспортной связи; во многих местах отсутствует сеть воздушных линий. Некоторые населенные пункты обслуживаются вертолетами Ми-8, на которых стоимость пассажирских перевозок в среднем в 2,5 раза выше, чем на судах малой авиации. В этой связи модернизация малой и региональной авиации на долгосрочный период требует создания новых самолетов взамен эксплуатируемых и устаревших Ан-2 и Як-40. Среди перспективных транспортных средств выделяются транспорт на магнитной подвеске, суда на воздушной подушке, суда на подводных крыльях и экранопланы. Добавим к перечисленному монорельсовые и струнные транспортные системы, а также легкие самолёты нового типа, скоростные катера, дирижабли, узкоколейные железные дороги и легкорельсовый транспорт (скоростной трамвай).

Из общей эволюционной морфологии транспортных сетей вытекает необходимость опережающего развития транспорта на Европейском Севере России относительно его экономики в целом. Но и при этом условии транспортная доступность многих периферийных населенных пунктов даже через 15 – 20 лет всё ещё будет ниже, чем в соседних западных регионах.

Социальная экология

В институте сформировалось мнение, что экология в ее социальной интерпретации является органической частью экономики (в отличие от экологии, как биологической науки). Это выражается в оптимизации производства с учетом нагрузок на природу, выборе предпочтительного использования многоцелевых видов природных ресурсов, функ-

циональном зонировании территории и многом другом. Т.В. Тихонова и ее коллеги оперируют такими понятиями, как экологические услуги, экологическое страхование, экологические риски и др. Социально-экологические аспекты развития особенно ярко заметны в тематике водного хозяйства, утилизации отходов, организации туризма и рекреаций, охраны окружающей среды.

Проблема водного хозяйства заключается в неудовлетворительном качестве питьевой воды, слабым внедрением замкнутого (оборотного) промышленного водопользования, значительных потерях воды и плохо налаженной ее очисткой. В.Ф.Фоминной разработана новая технология подготовки питьевой воды, обеспечивающая эколого-экономическую эффективность работы водоочистных станций и улучшающая качество жизни населения. Особенностью технологии является использование метода напорной флотации, как альтернативы гравитационному задержанию взвешенных частиц и методу двухступенчатого фильтрования очищаемой воды. Технология является отечественной инновационной разработкой, не имеющей аналогов в российской практике подготовки питьевой воды. Ее внедрение на водоочистной станции г. Сыктывкар позволило обеспечить население питьевой водой высокого качества.

Весьма важное направление движения к экологическому благополучию – *утилизация отходов*, в том числе за счет промышленной переработки. А.В. Коковкин привел положительные примеры в части использования попутного нефтяного газа, сокращения эмиссии оксида углерода и специфических веществ на «Монди СЛПК», выбросов пыли на Воркутинском цементном заводе, переработки и брикетирования угольных шламов в Воркуте и Инте, развития биоэнергетики с использованием древесных отходов. Вместе с тем, он зафиксировал отставание в организации сбора и переработки коммунальных твердых отходов, что приводит среду обитания к критической черте полного неблагополучия.

В функциональном зонировании территории Республики Коми центральную позицию занимает *природно-экологический каркас*. Показано, какие природные объекты и в какой географической конфигурации должны выделяться в качестве защитных от антропогенного воздействия. При этом актуализируется тематика разграничения территорий по режимам природопользования, например, на территории самого экологического каркаса, в зеленых зонах городских и сельских поселений, на селитебных и промышленных площадях. Представлены алгоритм и инструменты управления особо охраняемыми природными территориями, определена эффективность внедрения бизнес-планов природоохранной деятельности. На этой основе доказана возможность образования новой, особо охраняемой природной территории площадью 20 тыс. га в междуречье рек Черная и Большая Инта для сохранения флористического разнообразия, типичного для крайней северной тайги, где зафиксировано самое южное (в границах республики) островное рас-

положение мерзлоты. Обозначена доминирующая роль глобальных функций экосистем таежных территорий, особенно в части гидрологии и поглощения углерода.

Многие данные социальной экологии используются в научном обосновании *развития туризма*. В.А.Щенявский изучает производство, распределение и потребление туристических товаров и услуг, выясняет их роль в укреплении экономической базы развития северных регионов. Для экономической науки важна система показателей – индикаторов, отражающих потенциал туристической деятельности, ее доходности, сезонный регламент, стандарты и свойства управляемости.

Перечисленные тематические направления НИР института и соответствующие им результаты отражают *то, что происходит на Севере*. И в дальнейшем «происходящее» будет предопределять тематику института. Но необходимо усилить анализ условий жизнедеятельности, определить экономические методы решения задач адаптации людей и приспособления хозяйств к дискомфортному климату и сопутствующим ему природным процессам. Оно (приспособление) проводится по таким направлениям, как: территориальная «привязка» типовых проектов с учетом факторов и условий удорожания строительства; разработка и использование техники в северном исполнении; использование основ зонального (высокоширотного) проектирования в градостроительстве; минимизация вспомогательных и обслуживающих производств, широкая технологическая кооперация; применение вахтового, районного и экспедиционного методов освоения полезных ископаемых Арктики и Дальнего Севера на базе опорных пунктов Среднего и Ближнего Севера; организация комплексных ресурсно-сырьевых компаний, способных на основе универсальных технологий осваивать «разнопрофильные» месторождения и обустраивать территорию по единому плану и др.

Вместе с тем, существует *общественный и научный интерес к Северу, включая Арктику, как специфическому объекту исследований* на еще более высоком уровне, чем «приспособление». Речь идет об «анатомии Севера», «его функционировании как совокупности хозяйственных и социальных систем», «арктической цивилизации». Это направление исследований является междисциплинарным, но его формирование начинается в рамках географии и региональной экономики.

Социально-экономическая география и региональная экономика

Социально-экономическая география ближе других общественных наук стоит к природе. Она изучает хозяйственные системы Севера с учетом низких температур, вечной мерзлоты, сложной ледовой обстановки, активности геомагнитных полей, низкой ассимиляционной способности биогеоценозов, недостатка ультрафиолета, экологических функций мирового значения, особенностей традиционных видов хозяйства коренных народов, относительно высоких удельных производственных и транс-

портных затрат. Все перечисленное необходимо постоянно обновлять в соответствии с динамикой природных и общественных процессов и систематизировать так, чтобы именно они (процессы) в первую очередь определяли суть северной и арктической тематики научных исследований. Такого рода систематизация в рамках социально-экономической географии проецируется в основном на проблемы пространственного и территориального развития.

В институте вопросы *формирования пространства социально-экономической деятельности* рассматриваются в общем теоретическом плане и применительно к северным регионам. Автор данной статьи попытался раскрыть пространственную «анатомию» Севера и Арктики как метрическое соотношение физико-географических и экономико-географических параметров широтных природно-экономических зон и территориально-хозяйственных систем различного иерархического уровня. Т.Е. Дмитриева пространство социального действия рассматривает в системе координат, заданных спецификой деятельности субъекта и его ориентацией на благополучную жизнь. Главная функция пространства – выход на новое размещение материальных объектов и обеспечение эффективности их взаимного развития. Развивая выше отмеченные положения, Т.Е. Дмитриева более углубленно исследует специфику пространства периферии с целью преодоления барьеров полнокровной жизнедеятельности социумов, укоренённых на северных территориях.

Теоретические представления о северном пространстве конкретизируются в разработках показателей и методов оценки современного состояния и перспективного развития систем расселения населения и инфраструктуры. Все населенные пункты Республики Коми систематизированы с использованием факторного анализа и многоэтапной сортировки. Обозначены основные негативные факторы развития населенных пунктов и возможности смягчения их отрицательного воздействия на социальное благополучие населения. Представлены рекомендации по усилению комфортности территории за счет развития общей (транспортной, энергетической, социальной, информационной) и специализированной инфраструктуры, способствующей оказанию социальных и государственных услуг, развитию производства и охране окружающей среды. Л.А. Куратова детально изучает инфраструктуру связи с учетом возвышающейся роли для северных территорий оптоволоконной сети и Интернета. Не потеряла своего методического значения разработанная в 1980-х гг. В.И. Акоповым схема изохрон доступности социальных услуг.

Еще в начале 1990-х гг. Т.Е. Дмитриева и автор данной статьи показали связь экономико-географических теорий и *территориального хозяйствования*. Специфическое начало механизмов территориального хозяйствования заключается в том, что оно организуется на базе региональной собственности и регионального хозрасчета. Когда регионы и муниципалитеты выступают в роли хо-

зяйствующих субъектов, тогда они становятся своеобразными квазикорпорациями, оказывающими услуги населению. Мерой эффективности территориального хозяйствования являются рост и улучшение качества совокупного социально-экономического потенциала конкретной местности. Он поддается измерению через оценки человеческого, природно-ресурсного (в том числе экологического) и научнотехнического (в том числе инновационного) потенциалов. В системе расширенного воспроизводства природно-ресурсный потенциал через финансовую систему должен трансформироваться в потенциал социальный, не допуская состояния ущербности какого-либо иерархического уровня территориальной организации общества.

Методология исследований и пространственных, и территориальных аспектов социально-экономического развития основывается на построении различного рода абстрактных (идеальных) образов – многомерных моделей, позволяющих описать свойства и качества изучаемых объектов.

Таким образом, природно-ресурсный профиль экономики северных и арктических регионов в сочетании с их специфическими климатическими, экономико-географическими и этнокультурными характеристиками во многом предопределяет выбор тематики научно-исследовательских работ, нацеленных на решение проблем адаптации человека и технико-технологических систем к суровым условиям внешней среды. Формирование такой тематики происходит в рамках отдельных наук, исходя из логики их собственного развития, но вместе с тем сами науки могут «прирасти» новыми направлениями, когда Север и Арктика специально рассматриваются как особые объекты материального и духовного мира. Здесь природное проникает в социальное наиболее глубоко, а потому проблемы надежности и сбалансированности изначально целесообразно проецировать на природно-хозяйственные системы. Как показано в работе [8], их формирование и воспроизводство на Севере России – важнейшее основание для научно-исследовательской программы, которую Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера мог бы разработать совместно с другими институтами ФИЦ Коми научный центр УрО РАН.

Литература

1. Худяева В.М. Становление и развитие экономической науки в Коми научном центре УрО РАН. Сыктывкар, 2005. 218 с. (Коми научный центр Уральского отделения Российской АН).
2. Кузванова Л.А. Подготовка кадров высшей квалификации по экономическим наукам в Республике Коми. Сыктывкар, 2006. 120 с. (Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук).
3. *Региональные энергетические исследования: 1953–1998 годы.* Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1999. 192 с.
4. *Социально-экономические, демографические и исторические исследования в Республике Коми: Материалы научно-практической конфе-*

- ренции, посвященной 80-летию со дня рождения ученого-экономиста, заслуженного работника народного хозяйства Коми АССР, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д.э.н., профессора В.П.Подоплелова (24 декабря 2003 г., г.Сыктывкар). Сыктывкар, 2004. 160 с.
5. *Лажнецов В.Н.* Коми научный центр УрО РАН: 60 лет социально-экономических и энергетических исследований // Вестник РАН. 2009. Т.79. № 12. С.1107–1112.
 6. *Дмитриева Т.Е.* Опыт полиструктурного представления и изучения северности // Системы географических знаний. Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2008. С. 28–32.
 7. *Методы и модели исследования надежности электроэнергетических систем*/Отв. ред. Н.А.Манов. Сыктывкар, 2010. 292 с. (Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук).
 8. *Лажнецов В.Н.* Междисциплинарный синтез и исследовательская программа (с примерами по географии Севера России) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2017. №1 (29). С.102–108.
 3. *Regionalnie energeticheskie issledovaniya: 1953–1998 gody* [Regional energy studies: 1953–1998]. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 1999. 192 p.
 4. *Socialno-ekonomicheskie, demograficheskie i istoricheskie issledovaniya v Respublike Komi* [Socio-economic, demographic and historical research in the Republic of Komi]: Materials of sci.-pract. Conf. dedicated to the 80th birth anniversary of the scientist-economist, Honored worker of national economy of the Komi Republic, Honored worker of science and technology of the RSFSR, Dr. Sci. (Economics), Prof. V.P.Podoplelov (December 24, 2003, Syktyvkar). Syktyvkar, 2004. 160 p.
 5. *Lazhentsev V.N.* Komi nauchnii centr Uro RAN: 60 let socialno-ekonomicheskikh i energeticheskikh issledovaniy [Komi Science Centre, Ural Branch, RAS: 60 years of socio-economic and energy research] // Bull. of RAS. 2009. Vol. 79. No. 12. P. 1107-1112.
 6. *Dmitrieva T.E.* Opyt polistrukturnogo predstavleniya i izucheniya severnosti [Experience of polystructural representation and study of the North] // Geographical knowledge systems. Irkutsk: V.B.Sochava Inst. of Geography, Siberian Branch, RAS, 2008. P. 28-32.
 7. *Metody i modeli issledovaniya nadezhnosti elekntro energeticheskikh system* [Methods and models of electric power system reliability research] / Ed. N.A.Manov. Syktyvkar, 2010. 292 p. (Komi Science Centre, Ural Branch, RAS).
 8. *Lazhentsev V.N.* Mezhdisciplinarnii sintez iissledovatel'skaya programma (s primerami po geografii Severa Rossii) [Interdisciplinary synthesis and research program (with examples of geography of the North of Russia)] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2017. No. 1(29). P. 102-108.

References

1. *Khudyaeva V.M.* Stanovlenie i razvitie ekonomicheskoi nauki v Komi nauchnom centre Uro RAN [Formation and development of economic science in the Komi Science Centre, Ural Branch, RAS]. Syktyvkar, 2005. 218 p. (Komi Science Centre, Ural Branch, RAS).
2. *Kuzivanova L.A.* Podgotovka kadrov visheii kvalifikacii po ekonomicheskim naukam v Respublike Komi [Training of highly qualified personnel in Economic Sciences in the Republic of Komi]. Syktyvkar, 2006. 120 p. (Komi Science Centre, Ural Branch, RAS).

УДК 314.7(470.1/.2+571)
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-111-121

ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И ТРАНСФОРМАЦИЮ СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ СТРУКТУР НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА

В.В. ФАУЗЕР, Т.С. ЛЫТКИНА, Г.Н. ФАУЗЕР, А.В. СМИРНОВ

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*
fauzer.viktor@yandex.ru, <http://vvfauzer.ru>; tlytkina@yandex.ru;
gfauzer@iespn.komisc.ru; av.smirnov.ru@gmail.com

Рассматриваются теоретические подходы к определению миграции населения, ее функций, факторов и причин миграционной подвижности населения. Анализируется динамика численности населения Российского Севера, оценивается вклад каждой компоненты в рост/убыль населения. Особое внимание уделяется динамике численности населения, расселению и этнической структуре коренных народов Севера. Раскрывается влияние миграции на трансформацию социально-демографических структур населения Российского Севера. Сделан вывод, что миграции сдерживают постарение населения, но ухудшают его качество.

Ключевые слова: Север России, миграция населения, факторы, причины, функции, социально-демографические структуры

V.V. FAUZER, T.S. LYTKINA, G.N. FAUZER, A.V. SMIRNOV. THE IMPACT OF MIGRATION ON THE NUMBER AND TRANSFORMATION OF SOCIO-DEMOGRAPHIC STRUCTURES OF THE POPULATION IN THE RUSSIAN NORTH

The purpose of the paper is to comprehend the basic theoretical positions of population migration, to reveal the features of migration processes in the new historical period, the period of transformation of socio – economic processes in the Russian North. The object of the study is 13 subjects of the Russian Federation, which territories fully belong to the regions of the Far North and equated areas. The materials of population censuses from 1939 to 2010 and the current accounting data of the Russian Federal State Statistics Service for 1989-2018 formed the information base of the study.

The paper deals with theoretical approaches to the definition of "migration", its functions, factors and causes of migration mobility of the population. The dynamics of the population of the Russian North is analyzed, the contribution of each component to the growth/decline of the population is estimated. The study focuses on the population dynamics, settling and ethnic structure of the indigenous peoples of the North. The massive outflow of the Russian-speaking population and age-related migration to the ethnic homeland of the indigenous peoples of the North contributed to the fact that their main part began to live in the national republics and autonomous districts. However, the policy of extensive settlement of Northern territories has not passed without a trace. If until the XX century the indigenous population constituted an absolute and relative majority, then in the XX-XXI centuries their share is insignificant.

The impact of migration on the transformation of socio-demographic structure of the population of the Russian North is revealed. It is concluded that migration inhibits the aging of the population, but worsens its quality. The Northern territories have recently received less qualified personnel, and give more educated people.

Keyword: the Russian North, population migration, factors, causes, functions, socio-demographic structures

Введение

Миграции всегда были присущи человеку. В поисках пищи, новых пастбищ и лесных угодий, выбора лучшей среды обитания он кочевал по планете Земля, заселяя и осваивая все новые и новые

территории. Потребность в перемене места жительства и познания новых миров сопровождали человека во все времена. Для каждого исторического периода были свои факторы и причины, побуждавшие его мигрировать. Первым природным фактором, вызвавшим миграции в планетарном

масштабе, был Ледниковый период [1]. Затем многочисленные войны, засухи, эпидемии приводили к массовым перемещениям миллионов людей. С XIX в. на миграции населения начинают оказывать все большее влияние экономические факторы, а со второй половины XX в. и начала XXI в. на первый план выходят личностные мотивы, стремление человека удовлетворить свои не только экономические, но и социально-психологические потребности.

Миграция населения занимает особое место среди социальных трансформаций XXI в. Она меняет рисунок расселения, вносит «возмущения» в социально-демографические структуры, создает или разрушает трудовой и демографический потенциал населения отдельных стран или целых континентов.

Для Севера России миграции всегда играли решающую роль в освоении территорий и формировании населения. Стоит подчеркнуть, что вплоть до 1990-х гг. они способствовали количественному росту населения, заселению и освоению новых территорий. С приходом рынка и распадом Союза ССР произошла трансформация направленности миграционных потоков – из фактора роста они стали фактором убыли населения. На первый план вышли задачи изучения факторов и причин – почему население в массовом порядке покидает Север. Не все однозначно и в теоретическом плане [2]. Ученые различных направлений и школ вносят свое понимание в этот процесс.

В этой связи в статье ставится цель – обобщить основные теоретические положения миграции населения, раскрыть особенности миграционных процессов в новый исторический период, период трансформации социально-экономических процессов на Российском Севере.

Объект исследования – 13 регионов, территории которых полностью относятся к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям (Российский Север).

Предмет исследования – трансформация миграционных процессов на Российском Севере.

Информационной базой послужили материалы переписей населения с 1939 г. по 2010 г. и данные текущего учета Росстата за 1989–2018 гг.

Сущность и понятие «миграция населения»

В течение нескольких столетий развитие научных взглядов на миграцию происходило в рамках тех или иных научных подходов: экономического, географического, исторического, демографического, системного, политического и др. Выбор подхода зависел от тех задач, которые стояли перед исследователем, и от характера исходного материала [3, с. 18].

Один из первых теоретиков глубоких исследований в области миграции – англичанин Э.Г. Равенштейн (1885) – определил миграцию как постоянное или временное изменение места жительства человека, как непрерывный процесс, обусловленный взаимодействием четырех основных групп факторов: 1) действующих в начальном месте (стране) жительства мигранта; 2) действующих на стадии

перемещения мигранта; 3) действующих в месте (стране) въезда мигранта; 4) факторов личного характера, под которыми понимается, прежде всего, система предпочтений личности, вся совокупность ее демографических характеристик и т.п.

Им же были сформулированы 11 миграционных законов, ставших определяющими для многих теорий в области миграции: 1) больше всего миграций осуществляется на близкие расстояния; 2) миграция происходит постепенно, шаг за шагом; 3) миграции на большие расстояния направляются в основном в крупные торговые или промышленные центры; 4) каждому миграционному потоку соответствует свой контрпоток; 5) городские жители менее подвижны в миграционном плане, нежели население в сельских районах; 6) во внутренних миграциях более активны женщины, в международной миграции – мужчины; 7) большинство мигрантов представляют взрослое население, семьи редко мигрируют за пределы своей страны; 8) рост крупных городов в большей степени обусловлен миграцией населения, нежели естественным в них приростом; 9) масштабы миграции возрастают с развитием промышленности и торговли и, особенно, транспорта; 10) большинство мигрантов из сельской местности направляются в крупные промышленные и торговые центры; 11) экономические причины миграции являются определяющими [4, р. 167–227].

Не потеряло своей актуальности изучение миграции населения и в настоящее время, поскольку она занимает особое место среди социальных трансформаций современного мира. Миграционные процессы являются на сегодняшний день одними из главных причин и факторов социальных изменений как в обществах-донорах, так и в обществах-реципиентах мигрантов [5, с. 13].

Существуют, по крайней мере, две точки зрения на миграцию населения. Сторонники первой к миграции относят все территориальные перемещения, сторонники второй включают и социальные.

Придерживаясь первой точки зрения, к территориальным перемещениям можно отнести: 1) все многообразие пространственного движения населения, независимо от его характера и целей; 2) пространственные перемещения, совершающиеся между населенными пунктами, которые ведут к постоянной или временной смене места жительства; 3) процесс пространственного движения населения, который, в конечном счете, ведет к его территориальному перераспределению.

Если исходить из того, что перемещение и переселение не синонимы, – миграцию можно определить в узком и широком смысле слова. В узком – миграция представляет собой законченный вид территориального перемещения, завершающийся сменой постоянной места жительства, что в буквальном смысле слова означает переселение. В широком значении миграция – это любое территориальное перемещение, совершающееся между разными населенными пунктами одной или нескольких административно-территориальных единиц, независимо от продолжительности, регулярности и целевой направленности. Трудовые миграции

являются определяющими в общей совокупности территориальных перемещений; переселения – это конечный, законченный вид миграции.

В 1980-х гг. была сформулирована концепция, согласно которой миграция населения как сложный социально-экономический процесс состоит из трех стадий: 1) исходной, или подготовительной, представляющей процесс формирования территориальной подвижности населения; 2) основной стадии, или собственно переселения населения; 3) заключительной, или завершающейся, стадии, выступающей как приживаемость мигрантов на новом месте [6, с. 21–22, 26, 34].

Два десятилетия спустя эта связь / зависимость была уточнена, а три стадии миграционного процесса изложены в иной редакции – стремлении индивида улучшить свое материальное положение, удовлетворить возрастающие потребности. Исходя из этого, миграция определяется как естественное проявление мобильности человека, мотивированное его стремлением к улучшению условий своего существования, к более полному и надежному удовлетворению своих потребностей. При этом значительную роль играют уровень притязаний индивида и его изначальная способность вообще быть удовлетворенным чем-либо. Миграцию населения определяют как пространственную активность (перемещение) индивида, направленную на овладение ресурсами новых территорий и связанную с переменой места жительства. Последнее важно, так как материальные блага можно обрести и посредством иных видов мобильности. Таким образом, у миграции как общественного явления есть три параметра: 1) перемена индивидом координат своего пребывания (фактор мобильности); 2) намерение индивида улучшить свое материальное и (или) социальное положение (фактор потребностей); 3) стремление индивида обжиться на новом месте и считать его своей «второй родиной» (фактор стабильности) [7, с. 38–39].

Миграция населения воздействует на общественное развитие посредством осуществления своих функций. Функции – это те конкретные роли, которые играют миграции населения в жизнедеятельности общества. Выделяют три функции миграции населения. Первой функцией является перераспределение населения, связанное с размещением производительных сил, распределением производственных мощностей и инвестиций между отдельными территориями страны. Вторая функция миграции – селективная. Суть ее в том, что неравномерное участие в миграции различных социально-демографических групп ведет к изменению качественного состава населения разных территорий. Третья функция – ускорительная. Территориальные перемещения способствуют изменению социально-психологических характеристик людей, расширению их кругозора, накоплению знаний о различных областях жизни, обмену трудовыми навыками и производственным опытом, развитию личности, ее материальных, социальных и духовных потребностей, интеграции национальных культур [8, с. 29–31].

Исследуя миграционную подвижность населения, необходимо рассмотреть ее факторы и причины. Одним из первых понятие «фактор миграции» наиболее полно определил Л.Л. Рыбаковский [6], взяв за основу три термина, характеризующих три определенных явления: 1) вся окружающая нас среда (естественная и социальная) может быть объединена одним понятием – условия жизни; 2) среди них он выделяет условия, которые воздействуют на тот или иной процесс, и назвал их *факторами*; 3) наконец, то, что вызывает конкретное действие, есть *причина*. Получается трехчленная схема: условия – факторы – причины.

В свою очередь все факторы могут быть разбиты на три группы. К первой – относятся факторы, состоящие из таких компонентов условий жизни, которые либо невозможно изменить, либо, если и можно, то в течение очень длительного времени или с огромными затратами средств. Обычно второе и третье условия совпадают. Это характерно для природных условий, географического положения. Вторая группа включает факторы, которые могут быть изменены постепенно, в течение 10–15 лет. Третья группа – это факторы оперативного регулирования. Они могут меняться в течение одного-нескольких лет [6, с. 134, 144].

Заслуживает внимания подход к классификации факторов миграции, предложенный американскими исследователями Ф. Мартин и Дж. Уайдгрэн. Они выделяют три разновидности факторов в зависимости от типа миграции: притягивающие факторы, отталкивающие и факторы сети [9, р. 8].

Проводится различие между понятиями «фактор» и «причина» и в отечественной «социологии миграции». Факторы представляют собой объективные условия жизни, побуждающие человека мигрировать, а причины являются результатом субъективной оценки личностью данных условий. Эти две составляющие, а также третья – личностные психологические характеристики потенциального мигранта – являются неотъемлемой частью миграционного процесса, а точнее начальной его стадии – формирования территориальной подвижности населения [5, с. 38].

Что касается причин миграции, то они исследуются на макро- и микроуровнях. На макроуровне изучаются на основе характеристик районов выхода и входа мигрантов. На этом уровне анализируются объем, интенсивность, направления миграционных потоков, их результативность. Задача изучения причин миграции на макроуровне состоит в том, чтобы оценить влияние различных причин – урбанизации, территориальной дифференциации и концентрации экономического роста. На макроуровне анализируется влияние территориальной дифференциации заработной платы, безработицы, стоимости жилья и услуг, климатических и экологических условий и др. [10, с. 166]. Как правило, причины миграции изучаются с помощью анкетного опроса населения.

Миграция – определяющий фактор формирования и расселения населения Севера России

Из 17,1 млн. км² площади страны на территории, полностью относимые к Крайнему Северу и местности, приравненные к нему, приходится 7,6 млн. км², или 44,5%. На 1 января 2018 г. численность населения Российского Севера составила 9 млн. 920,9 тыс. чел., или 6,75% населения России. В регионах, территории которых полностью относятся к району Крайнего Севера и приравненным к ним местностям, – 7 млн. 850,8 тыс. чел., или 5,35% населения страны. Основная часть населения Севера проживает в субъектах, территории которых полностью относятся к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям (79,13% от численности населения Севера). Два региона имеют численность свыше 1 млн. чел.: Архангельская обл. – 1 млн. 155,0 тыс. и Ханты-Мансийский АО – 1 млн. 655,1 тыс. Два субъекта – до 50 тыс.: Ненецкий АО – 44,0 тыс. и Чукотский АО – 49,4 тыс. чел. Численность жителей Азиатского Севера (4 млн. 478,9 тыс.) превосходит население Европейского Севера (3 млн. 371,9 тыс.) на 1 млн. 107 тыс. чел. Российский Север высоко урбанизирован, на сельское население приходится 1 млн. 488,4 тыс. (19,0%), а на городское – 6 млн. 362,4 тыс. чел. (81,0%, в целом по России – 74,4%).

14 городов имеют численность населения свыше 100 тыс.: Сургут – 366,2, Архангельск – 349,7, Якутск – 311,8, Мурманск – 295,4, Петрозаводск – 279,2, Нижневартовск – 275,4, Сыктывкар – 245,1, Южно-Сахалинск – 199,0, Северодвинск – 183,3, Петропавловск-Камчатский – 181,2, Нефтеюганск – 127,0, Кызыл – 117,0, Новый Уренгой – 114,8 и Ноябрьск – 106,9 тыс. чел.

На Севере России расположено восемь национально-территориальных образований: республики – Карелия, Коми, Саха (Якутия), Тыва и автономные округа – Ненецкий, Ханты-Мансийский (Югра), Чукотский и Ямало-Ненецкий. В них проживают титульные этносы: карелы, коми, манси, ненцы, тувинцы, ханты, чукчи и якуты.

Последнее десятилетие XX в. стало переломным в политической и экономической системе России [11]. Это обстоятельство не могло не коснуться и миграционных настроений северян. С 1989 г. по 2018 г. численность населения северных регионов уменьшилась с 9 млн. 692,9 тыс. до 7 млн. 850,8 тыс., или на 1 млн. 842,1 тыс. чел., в том числе в национальных регионах она снизилась с 5 млн. 438,7 тыс. до 5 млн. 36,4 тыс., или на 402,3 тыс. чел. Сокращение коснулось как городского, так и сельского населения. В 10 регионах из 13 произошло уменьшение численности населения, и только в трех – рост. К числу преуспевающих регионов в демографической динамике относятся: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО, Республика Тыва (табл. 1).

Динамика численности и расселение коренных народов Российского Севера

Наибольшим трансформациям подверглись этнические структуры коренных народов Севера (КНС). Если до XX в. колонизация окраинных территорий не так заметно сказывалась на аборигенном населении, то масштабное привлечение населения на Север страны с 1930-х гг. как добровольно, так и принудительно [12, 13] внесло изменение в этнические структуры осваиваемых/заселяемых территорий [14, с. 3; 15].

В 1939 г. общая численность коренных этносов северных национальных регионов составляла

Таблица 1

Численность населения Российского Севера, переписи населения 1989 г. и 2002 г., текущие данные на начало 2018 г., тыс. чел.

Table 1

Population of the Russian North, population censuses of 1989 and 2002, current data at the beginning of 2018, thousands of people

Регион	1989 г.			2002 г.			2018 г.		
	Всего	Город	Село	Всего	Город	Село	Всего	Город	Село
Север России	9692,9	7654,6	2038,3	8300,6	6588,3	1712,3	7850,8	6362,4	1488,4
В том числе в национальных образованиях	5438,7	4169,4	1269,3	5024,9	3858,1	1166,8	5036,4	4010,6	1025,8
Европейский Север	4775,3	3810,5	964,8	3964,0	3126,8	837,2	3371,9	2754,1	617,8
Республика Карелия	790,2	643,5	146,7	716,3	537,4	178,9	622,5	500,6	121,9
Республика Коми	1250,8	944,4	306,4	1018,7	766,6	252,1	840,9	656,8	184,1
Архангельская область	1569,7	1151,6	418,1	1336,5	999,6	336,9	1155,0	900,9	254,1
Ненецкий АО	53,9	34,3	19,6	41,5	26,2	15,3	44,0	32,1	11,9
Мурманская область	1164,6	1071,0	93,6	892,5	823,2	69,3	753,5	695,8	57,7
Азиатский Север	4917,6	3844,1	1073,5	4336,6	3461,5	875,1	4478,9	3608,3	870,7
Республика Саха (Якутия)	1094,1	732,0	362,1	949,3	610,0	339,3	964,3	632,8	331,5
Республика Тыва	308,6	144,3	164,3	305,5	157,3	148,2	321,7	173,8	147,9
Камчатский край	471,9	384,4	87,5	358,8	290,8	68,0	315,6	246,8	68,7
Магаданская область	391,7	328,3	63,4	182,7	168,7	14,0	144,1	138,2	5,9
Сахалинская область	710,2	584,2	126,0	546,7	474,1	72,6	490,2	402,1	88,1
Ханты-Мансийский АО – Югра	1282,4	1166,3	116,1	1432,8	1301,9	130,9	1655,1	1528,3	126,8
Ямало-Ненецкий АО	494,8	385,6	109,2	507,0	422,8	84,2	538,5	451,4	87,1
Чукотский АО	163,9	119,0	44,9	53,8	35,9	17,9	49,4	34,8	14,6

970 тыс. 999 чел., к 2010 г. она возросла до 1 млн. 134 тыс. 829 чел., прирост составил 163 тыс. 830 чел., или 16,9%. В разрезе отдельных этносов можно отметить следующее. С 1939 г. по 2010 г. численность лиц титульных этносов уменьшилась в республиках Карелия и Коми на 63 001 и 28 953 чел. соответственно. В остальных национальных образованиях наблюдался рост численности: в Республике Саха (Якутия) – на 233 219 чел. (в 2,0 раза), в Республике Тыва – на 151 303 чел. (в 2,5 раза), в Ямало-Ненецком АО – на 16 318 чел. (в 2,2 раза), в Ханты-Мансийском АО – ханты на 6 830 (в 1,6 раза) и манси – на 5 209 (в 1,9 раза), в Ненецком АО – на 1 902 (134,0%), в Чукотском АО – на 661 чел. (105,5%) (табл. 2).

В 1939 г. в этнических образованиях проживало 622 тыс. 318 чел., или 64,1% от их общей численности по стране. Наметившийся отток русскоязычного населения, возвратные миграции коренных народов привели к тому, что к 2010 г. в этнических образованиях стало проживать 1 млн. 43 тыс.

802 чел., или 92,0% от их общей численности [16, с. 35–36]. Как видим, за прошедшие 72 года коренные этносы стали жить компактнее, что свидетельствует как о патриотических чувствах – желании жить на своей этнической родине, так и социальном исключении, когда возможности за пределами своих сообществ стали недоступнее [17].

По данным переписи населения 2010 г., наиболее сконцентрировано проживают: в Республике Саха (Якутия) – якуты – 97,6%, в Республике Тыва – тувинцы – 94,5%, в Республике Коми – коми – 88,7%, в Чукотском АО – чукчи – 80,3% (от их численности в населении России). Если взять численность хантов, проживающих в двух национальных округах, то их доля составит уже 92,3%, аналогично и с ненцами, тогда их доля на этнической родине КНС составит 83,5%. Существенно увеличили свое представительство карелы – с 43,5 до 74,9% (табл. 3).

Миграции не только способствовали расселению коренных народов среди других этносов, но и внесли существенные изменения в этнические

Таблица 2

Численность титульных этносов национальных образований Российского Севера, по данным переписей населения 1939–2010 гг., чел.

Table 2

The number of titular ethnic groups of national formations of the Russian North according to population censuses of 1939–2010, people

Регион	Титульный этнос	Год						
		1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010
Республика Карелия	карелы	108571	85473	84168	81248	78928	65651	45570
Республика Коми	коми	231301	245357	276178	280798	291542	256464	202348
Республика Саха (Якутия)	якуты	233273	226053	285749	313917	365236	432290	466492
Республика Тыва	тувинцы	-	97996	135306	161888	198448	235313	249299
Ненецкий АО	ненцы	5602	4957	5851	6031	6423	7754	7504
Ханты-Мансийский АО	манси	5768	5644	6684	6156	6562	9894	10977
	ханты	12238	11435	12222	11219	11892	17128	19068
Чукотский АО	чукчи	12111	9975	11001	11292	11914	12622	12772
Ямало-Ненецкий АО	ненцы	13454	13977	17538	17404	20917	26435	29772
Всего – по титульным этносам		622318	700867	834697	889953	991862	1063551	1043802

Таблица 3

Доля титульных этносов, проживающих на территории национальных образований Российского Севера, от их общей численности в населении России, по данным переписей населения 1939–2010 гг., %

Table 3

The share of titular ethnic groups living in the territory of national formations of the Russian North, of their total number in the population of Russia, according to the censuses of 1939–2010, %

Регион	Титульный этнос	Год						
		1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010
Республика Карелия	карелы	43,5	52,1	59,6	61,0	63,2	70,3	74,9
Республика Коми	коми	55,7	86,8	87,6	87,7	86,7	87,4	88,7
Республика Саха (Якутия)	якуты	96,4	95,7	96,8	96,1	96,1	97,4	97,6
Республика Тыва*	тувинцы	-	98,1	97,3	97,9	96,3	96,7	94,5
Ненецкий АО	ненцы	22,7	21,7	20,5	20,5	18,8	18,8	16,8
Ханты-Мансийский АО	манси	91,6	89,3	87,8	82,8	79,3	86,5	89,5
	ненцы	3,4	3,6	3,3	3,4	3,3	3,1	3,2
	ханты	66,3	59,4	58,2	54,1	53,4	59,7	61,6
Чукотский АО	чукчи	87,6	85,4	81,5	81,0	78,9	80,1	80,3
Ямало-Ненецкий АО	ненцы	54,4	61,2	61,6	59,0	61,2	64,0	66,7
	ханты	29,1	28,7	31,0	31,2	32,5	30,5	30,7

* Республика Тыва вошла в состав Союза ССР 17 августа 1944 г.

* The Republic of Tuva became part of the USSR on August 17, 1944.

структуры населения национально-территориальных образований. В результате чего КНС из большинства стали меньшинством в своих округах и республиках.

Можно выделить три группы этносов по трансформации этнической структуры. В первую группу вошли Республика Тыва и Ненецкий АО, увеличившие свое представительство. Вторая группа – республики Карелия и Коми, снизившие свою долю. Третью группу составили Республика Саха (Якутия), Ханты-Мансийский, Чукотский и Ямало-Ненецкий АО. В них доля коренных этносов в национальной структуре до 1989 г. уменьшалась, а затем последовал рост, особенно у чукчей (табл. 4).

выделенных периодов естественный прирост (ЕП) был положительным, что обеспечило общий ЕП в 309,9 тыс. чел., или в среднем 11,5 тыс. в год. Миграции, наоборот, уменьшали численность населения Севера России. За 1991–2017 гг. механическая убыль составила 2 млн. 176,9 тыс. чел. Но это в целом по Северу. Если рассмотреть тренды отдельно по азиатской и европейской части, то динамика будет у них различаться. На Европейском Севере и естественный, и механический приросты имели все годы отрицательную величину. При этом если в естественном приросте нет определенного тренда, то в механической убыли он четко прослеживается – идет постоянное снижение среднегодовой убыли

Таблица 4

Доля титульных этносов в национальных регионах Российского Севера, по данным переписей населения 1939–2010 гг., %

Table 4

The share of titular ethnic groups in the national regions of the Russian North according to population censuses of 1939–2010, %

Регион	Год образования	Титульный этнос	Год						
			1939	1959	1970	1979	1989	2002*	2010*
Республика Карелия	1920	карелы	23,2	13,1	11,8	11,1	10,0	9,2	7,4
Республика Коми	1921	коми	72,5	30,1	28,6	25,3	23,3	25,3	23,7
Республика Саха (Якутия)	1922	якуты	56,3	46,4	43,0	36,9	33,4	45,7	49,9
Республика Тыва	1944	тувинцы	-	57,0	58,6	60,5	64,3	77,0	82,0
Ненецкий АО	1929	ненцы	11,8	10,9	15,0	12,8	11,9	19,0	18,6
Ханты-Мансийский АО	1930	манси	6,2	5,0	2,5	1,1	0,5	0,7	0,8
		ханты	13,1	9,0	4,5	1,9	0,9	1,2	1,3
Чукотский АО	1930	чукчи	56,3	21,4	10,9	8,1	7,3	24,0	26,7
Ямало-Ненецкий АО	1930	ненцы	29,3	22,4	22,0	11,0	4,2	5,3	5,9

* В процентах к численности лиц, указавших национальную принадлежность.

* as a percentage of the number of persons indicating nationality.

Результативность миграционного обмена северных регионов России

В формировании населения северных территорий до начала 1990-х гг. исключительно важную роль играли миграции. В настоящее время их влияние также существенно, но уже в другом аспекте. Если в период экстенсивного освоения Севера миграции способствовали росту населения, то сегодня они, наоборот, «съедают» значительную часть населения северных территорий [18, с. 142–143]. Что касается естественного прироста, то он, в отличие от миграций, в отдельных регионах Севера стал иметь положительную динамику [19].

По России в целом и ее северным регионам наблюдается разнонаправленная динамика. В России уже четверть века идет миграционный прирост населения и скорее всего он сохранится в ближайшие годы, поскольку демографический потенциал ближнего зарубежья еще до конца не исчерпан [20]. За 1991–2017 гг. механический прирост в России составил 9 млн. 557,3 тыс. чел., но естественная убыль была значительно больше – 13 млн. 301 тыс., что дало отрицательный прирост населения – 3 млн. 743,7 тыс. чел.

На Севере России демографическая динамика и результативность миграционного обмена отличаются от российских трендов. В четырех из шести

населения с 65,6 в 1991–1995 гг. до 20,9 тыс. чел. в 2016–2017 гг.

Азиатский Север благодаря автономным округам, где экономика ориентирована на нефтегазовый сектор, имел положительное воспроизводство населения и ниспадающую миграционную убыль населения. Так, если в 1991–1995 гг. среднегодовая миграционная убыль по Азиатскому Северу составляла 112,0, то в 2016–2017 гг. – 10,0 тыс. чел. Это обеспечило Азиатскому Северу с 2001 г. общий прирост населения (табл. 5).

В целом, можно отметить, что с 1991 по 2017 г. Россия имела среднегодовой механический прирост в 354,0 тыс. чел. В этот же период Север России терял в год 80,6 тыс. чел, в том числе Европейский – 41,0 и Азиатский Север – 39,6 тыс. чел.

Влияние миграции на половозрастную структуру и образовательный уровень населения Севера России

Миграции, помимо прямого влияния на численность населения, выполняют селективную функцию как в местах вселения мигрантов, так и в местах их исхода. Кроме этнической, это относится к возрастной и половой структурам. Если посмотреть в статике, то можно отметить, что на Севере выше

Таблица 5

Прирост (убыль) населения Российского Севера за 1991–2017 гг., чел.

Table 5

Increase (decrease) of the population of the Russian North for 1991–2017, people

Регионы	Период	Прирост (убыль)			Среднегодовой прирост (убыль)	
		общий	естественный	механический	естественный	механический
Российская Федерация*	1991–1995	17892	-2599396	2617288	-519879	523458
	1996–2000	-1988027	-4127058	2139031	-825412	427806
	2001–2005	-3067029	-4406566	1339537	-881313	267907
	2006–2010	-371149	-2007821	1636672	-401564	327334
	2011–2015	1355908	-36159	1392067	-7232	278414
	2016–2017	308690	-124016	432706	-62008	216353
	1991–2017	-3743715	-13301016	9557301	-492630	353974
Север России	1991–1995	-831771	56634	-888405	11327	-177681
	1996–2000	-499390	-24132	-475258	-4826	-95052
	2001–2005	-303318	-33950	-269368	-6790	-53874
	2006–2010	-168742	82960	-251702	16592	-50340
	2011–2015	-55428	174891	-230319	34978	-46064
	2016–2017	-8261	53538	-61799	26769	-30900
	1991–2017	-1866910	309941	-2176851	11479	-80624
Европейский Север	1991–1995	-379853	-51645	-328208	-10329	-65642
	1996–2000	-345550	-86151	-259399	-17230	-51880
	2001–2005	-303426	-110443	-192983	-22088	-38597
	2006–2010	-199506	-46013	-153493	-9203	-30698
	2011–2015	-137797	-5738	-132059	-1148	-26412
	2016–2017	-51015	-9212	-41803	-4606	-20902
	1991–2017	-1417147	-309202	-1107945	-11452	-41035
Азиатский Север	1991–1995	-451918	108279	-560197	21656	-112039
	1996–2000	-153840	62019	-215859	12404	-43172
	2001–2005	108	76493	-76385	15298	-15277
	2006–2010	30764	128973	-98209	25795	-19642
	2011–2015	82369	180629	-98260	36126	-19652
	2016–2017	42754	62750	-19996	31375	-9998
	1991–2017	-449763	619143	-1068906	22931	-39589

*Без учета Республики Крым и г. Севастополь.

* Excluding the Republic of Crimea and Sevastopol.

доля детей и лиц в трудоспособном возрасте, но ниже доля лиц старших возрастов. Это преимущество особенно заметно на Азиатском Севере, на Европейском Севере оно постепенно сводится на нет. Рассматривая возрастную структуру в динамике, видно, что идет увеличение доли детей и лиц старших возрастов за счет уменьшения трудоспособной части. Также можно отметить, что возрастная структура населения Европейского Севера близка к российской, что свидетельствует о завершен-

ности здесь процесса формирования населения (табл. 6) [21, с. 4].

Анализируя возрастную структуру в разрезе регионов Севера можно отметить следующее. Во-первых, в северных регионах выше доля лиц моложе трудоспособного возраста – 21,5% (РФ – 18,3%). Здесь можно выделить Республику Тыва – 34,4, Республику Саха (Якутия) – 24,8 и Ненецкий АО – 24,6%. Во-вторых, выделяются повышенной долей трудоспособных – 59,1% (РФ – 56,7%). Особенно

Таблица 6

Распределение населения по возрастным группам в общей численности населения Российского Севера в 2005, 2010 и 2017 гг., %

Table 6

Population distribution by age groups in the total population of the Russian North in 2005, 2010 and 2017, %

Год	Население в возрасте	Российская Федерация	Север России	Европейский Север	Азиатский Север
2005	моложе трудоспособного	16,9	19,6	17,1	21,8
	трудоспособном	62,7	67,5	66,1	68,7
	старше трудоспособного	20,4	12,9	16,8	9,5
2010	моложе трудоспособного	16,2	19,0	16,6	21,1
	трудоспособном	62,0	65,6	63,8	67,0
	старше трудоспособного	21,8	15,4	19,6	11,9
2017	моложе трудоспособного	18,3	21,5	19,0	23,5
	трудоспособном	56,7	59,1	56,9	60,6
	старше трудоспособного	25,0	19,4	24,1	15,9

высока она в Ямало-Ненецком, Чукотском – 63,2 и Ханты-Мансийском АО – 62,2%. В-третьих, на Севере ниже российского уровня доля лиц старших возрастов – 19,4% (РФ – 25,0%). Только в Республике Карелия (26,6%) и Архангельской обл. (25,8%) она выше российского уровня. Меньше всего пожилых людей в Ямало-Ненецком АО – 10,8, Республике Тыва – 11,1, Чукотском АО – 13,9, Ханты-Мансийском АО – 14,8 и Республике Саха (Якутия) – 16,4%.

Наряду с негативным влиянием на численность населения, миграции в то же время способствовали поддержке на Севере более молодой возрастной структуры. Анализ миграционных потоков показывает, что в период с 2005 по 2017 г. среди прибывших шло увеличение доли молодых воз-

растов с 14,5 до 16,7%. В структуре выбывших увеличилась доля старших возрастов с 10,2 до 12,6%. Структура миграционной убыли по возрастным группам также показывает свое положительное влияние на возрастную структуру населения. Так, в миграционной убыли уменьшилась доля молодежи с 9,0 до 6,6% и возросла убыль лиц старших возрастов – с 22,4 до 41,1% (табл. 7).

В миграционных потоках, направленных на освоение новых территорий, удовлетворения социально-экономических потребностей, поиска престижной работы и получения образования, как правило, преобладают лица молодых возрастов и имеющих высокий уровень образования. В потоках вынужденного убытия все наоборот, преобладают

Таблица 7

Возрастной состав мигрантов Российского Севера в 2005, 2010 и 2017 гг., %

Table 7

Age composition of migrants of the Russian North in 2005, 2010 and 2017, %

Регионы	2005 г.			2010 г.			2017 г.		
	Мигранты в возрасте								
	моложе трудоспособного	трудоспособном	старше трудоспособного	моложе трудоспособного	трудоспособном	старше трудоспособного	моложе трудоспособного	трудоспособном	старше трудоспособного
	Прибывшие								
Российская Федерация	13,8	73,8	12,4	13,5	74,9	11,6	18,1	71,5	10,4
Север России	14,5	78,0	7,5	15,4	77,2	7,4	16,7	73,5	9,8
Европейский Север	12,5	78,7	8,8	14,6	75,9	9,5	17,5	72,9	9,6
Азиатский Север	15,7	77,6	6,7	15,7	77,9	6,4	16,1	74,0	9,9
	Выбывшие								
Российская Федерация	13,8	74,2	12,0	13,8	74,4	11,8	18,2	71,2	10,6
Север России	13,5	76,3	10,2	12,8	74,9	12,3	15,8	71,6	12,6
Европейский Север	12,3	77,2	10,5	12,2	75,0	12,8	16,3	72,0	11,7
Азиатский Север	14,3	75,7	10,0	13,2	74,8	12,0	15,5	71,4	13,1
	Общий миграционный прирост (убыль)								
Российская Федерация	12,7	66,7	20,6	10,0	81,0	9,0	14,6	77,6	7,8
Север России	-9,0	-68,6	-22,4	-3,6	-66,5	-29,9	-6,6	-52,3	-41,1
Европейский Север	-11,7	-72,3	-16,0	-7,5	-73,2	-19,3	-8,6	-66,7	-24,7
Азиатский Север	-6,0	-64,7	-29,3	2,2	-56,7	-45,5	-2,6	-23,0	-74,4

Таблица 8

Сальдо миграции населения в возрасте 14 лет и старше по уровню образования, 2005 и 2017 гг., %

Table 8

Balance of migration of population aged 14 and older by level of education, 2005 and 2017, %

Уровень образования	Общий миграционный прирост, убыль (-)							
	Российская Федерация		Север России		Европейский Север		Азиатский Север	
	2005 г.	2017 г.	2005	2017	2005	2017	2005	2017
Всего имели образование	100,0	100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0
- высшее профессиональное (высшее)	18,0	26,2	-20,5	-53,3	-24,4	-45,9	-16,5	-64,6
- неполное высшее профессиональное	3,3	2,7	-5,2	-4,2	-3,4	-4,4	-7,0	-3,9
- среднее профессиональное (среднее специальное)	33,2	35,7	-31,7	-27,9	-34,2	-26,5	-29,2	-30,0
- начальное профессиональное	-	1,0	-	-1,0	-	-1,3	-	-0,6
- среднее общее (полное)	30,7	27,5	-39,2	-8,3	-27,7	-15,0	-50,8	1,9
- основное общее (среднее общее неполное)	11,6	5,2	-2,8	-4,3	-8,9	-5,4	3,3	-2,6
- начальное общее (начальное) и не имеющие образование	3,2	1,7	-0,6	-1,0	-1,4	-1,5	0,2	-0,2

старшие возраста, менее квалифицированные работники.

Сальдо миграции показывает, что северные территории получают в последнее время менее квалифицированные кадры, а отдают более образованные. В 2005 г. отрицательное сальдо миграции в обмене мигрантами, имеющими неполное и высшее образование, составляло 25,7%, то в 2017 г. – уже 57,5%, в том числе Европейский – 27,8 и 50,3%, Азиатский Север – 23,5 и 68,5% соответственно (поиск достойной работы и высокой зарплаты). В миграционном обмене незначительно возрос удельный вес лиц, имеющих основное и начальное общее, и не имеющих образования с 3,4 до 5,3% (политика переселений, отъезд пенсионеров). Одновременно меньше стало уезжать молодежи, имеющей среднее общее (полное) образование – с 39,2 до 8,3% (отток на учебу) и населения со средним и начальным профессиональным образованием – с 31,7 до 28,9% (табл. 8).

Заключение

С 1989 г. по 2018 г. численность населения северных регионов уменьшилась с 9 млн. 692,9 тыс. до 7 млн. 850,8 тыс., или на 1 млн. 842,1 тыс. чел., снизилась и доля северян в структуре населения России – с 6,59 до 5,35%. Этому в большей мере способствовал миграционный отток населения – из фактора роста миграция стала фактором убыли населения Российского Севера. С течением времени и улучшением экономической ситуации, стабилизацией политической ситуации в стране и регионах уменьшилась в разы миграционная убыль населения. Если в 1991–1995 гг. в среднем в год Север терял 177,7, то в 2016–2017 гг. – 30,9 тыс. чел. Учитывая дискуссии начала 1990-х гг. о неэффективности централизованной политики советского государства, о перенаселенности Севера, можно было бы предположить, что Север избавляется от излишнего населения. Однако, по мнению экспертов, Российский Север в настоящее время недонаселен постоянным населением – 57,5%, имеет оптимальную численность постоянного населения – 29,3%, перенаселен постоянным населением – 10,9% [22].

Массовый отток русскоязычного населения и возвратные миграции на этническую родину КНС способствовали тому, что их основная часть стала жить в национальных республиках и автономных округах. В пяти субъектах из восьми доля коренных народов, проживающих на этнической родине, от их общей численности в России, выше 80%. В Якутии доля якутов составляет 97,6%, а в Республике Тыва доля тувинцев – 94,5%. Политика экстенсивного заселения северных территорий не прошла бесследно. Если до XX в. коренное население составляло абсолютное и относительное большинство, то в XX–XXI вв. их доля незначительна. Так, доля манси и хантов в населении Ханты-Мансийском АО составляет всего 0,8 и 1,3% соответственно. Исключение составляют якуты и тувинцы, где доля коренного этноса самая высокая, соответственно 49,9 и 82,0% (2010 г.).

Миграции внесли «возмущения» во все социально-демографические структуры: выросла доля лиц моложе трудоспособного возраста, больше стало пожилых, но сократилась доля трудоспособной части. Качество населения подверглось эрозивной «эрозии» – северные территории получают в последнее время менее квалифицированные кадры, а отдают более образованные.

Авторы выражают признательность Анне Гончаренко за помощь в подготовке рукописи к печати.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, проект «Трансформация демографических и миграционных процессов на Российском Севере в условиях глобальной нестабильности: социологическое измерение» (2016–2018, проект №16-03-00078).

Литература

1. Жеребцов И.Л. Изменение климата и демографическая история Европейского Севера // Российские и славянские исследования. 2010. Т. 5. С. 64–72.
2. Фаузер В.В. Теоретические и концептуальные подходы к развитию Севера России // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник НИЦ КПУВИ СГУ, 2008. № 4. С. 90–120.
3. Ионцев В.А. Классификация основных научных подходов в изучении миграции населения // Миграция населения. Вып. 1: Теория и практика исследования. М., 2001. С. 18–34.
4. Ravenstein E.G. The Laws of Migration // Journal of the Royal Statistical. 1885. Vol. 48. P. 167–227.
5. Блинова М.С. Современные социологические теории миграции населения: монография / Под ред. В.И. Добренкова. М.: КДУ, 2009. 160 с.
6. Рыбаковский Л.Л. Миграция населения: прогнозы, факторы, политика. М.: Наука, 1987. 200 с.
7. Бондырева С.К., Колесов Д.В. Миграция (сущность и явление). М.: Издательство Московского психолого-социального института, 2004. 296 с.
8. Рыбаковский Л.Л. Миграция населения (вопросы теории). М., 2003. 240 с.
9. Marin P., Widgren J. International migration: facing the Challenges // Population bulletin. 2002. Vol. 52. № 1.
10. Моисеенко В.М. Внутренняя миграция населения. М.: «ТЕИС», 2004. 285 с.
11. Север: проблемы периферийных территорий / Отв. ред. В.Н. Лаженцев. Сыктывкар, 2007. 420 с. (Научный совет РАН по вопросам регионального развития; Коми научный центр УрО РАН).
12. Лыткина Т.С., Фаузер В.В. Государственное управление принудительной миграцией как способ освоения Севера России в 1930–1950-е гг. // Журн. социологии и социаль-

- ной антропологии. 2016. Т. XIX. №1 (84). С. 90–109.
13. Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Государственное управление миграцией населения: от принуждения к поощрению // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник НИЦ КПУВИ СГУ. Сыктывкар, 2015. №3. С.151–168.
 14. Фаузер В.В. Финно-угорские народы: история демографического развития. Сыктывкар, 2005. 24 с.
 15. Этнонациональные процессы в Арктике: тенденции, проблемы и перспективы: монография / Под общ. ред. Н.К. Харламповой. Архангельск: САФУ, 2017. 324 с.
 16. Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Миграционный фактор динамики численности и этнических структур населения Российского Севера // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. №5 (56). С.32–43. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X-5-2017-56-32-43.
 17. Лыткина Т.С. Человек на Севере после распада СССР: от признания к игнорированию // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 3(19). С. 144–151.
 18. Фаузер В.В., Лыткина Т.С. Миграционные процессы на Российском Севере // Социальная политика и социология. 2017. Т. 16. №1 (120). С. 141–149.
 19. Фаузер В.В. Население Российского Севера: проблемы воспроизводства // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. №3 (54). С. 121–133.
 20. Гришанова А.Г., Кожевникова Н.И., Рыбаковский Л.Л. Миграционный потенциал России в новом зарубежье. М.: Изд-во «Экон-Информ», 2016. 183 с.
 21. Фаузер В.В. Становление демографической науки и ее вклад в развитие Республики Коми // Вестник Коми НЦ УрО РАН. 2016. Вып. 31. С. 41–50.
 22. Население северных регионов: от количественных показателей к качественному измерению / Отв. ред. д.э.н., профессор В.В. Фаузер. Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2016. 240 с. (Б-ка демографа; вып. 17).
- References**
1. Zhrebtsov I.L. Izmenenie klimata i demograficheskaya istoriya evropejskogo Severa [Climate change and the demographic history of the European North] // Rossijskie i slavyanskie issledovaniya [Russian and Slavic studies]. 2010. Vol. 5. P. 64–72.
 2. Fauzer V.V. Teoreticheskie i konceptual'nye podhody k razvitiyu Severa Rossii [Theoretical and conceptual approaches to the development of the North of Russia] // Korporativnoe upravlenie i innovacionnoe razvitie ehkonomiki Severa [Corporate governance and innovative economic development of the North]: Bull. of Res. Center of Corporate Law, Management and Venture Capital of Syktyvkar State Univ., 2008. № 4. P. 90–120.
 3. Iontsev V.A. Klassifikaciya osnovnyh nauchnyh podhodov v izuchenii migracii naseleniya [Classification of basic scientific approaches in the study of population migration] // Migraciya naseleniya [Population migration]. Issue 1: Theory and practice of research. Moscow, 2001. P. 18–34.
 4. Ravenstein E.G. The Laws of Migration // J. of the Royal Statistical. 1885. Vol. 48. P. 167–227.
 5. Blinova M.S. Sovremennye sociologicheskie teorii migracii naseleniya [Modern sociological theories of population migration]: monograph / Ed. V.I. Dobren'kov. Moscow: KDU, 2009. 160 p.
 6. Rybakovsky L.L. Migraciya naseleniya: prognozy, faktory, politika [Population migration: forecasts, factors, policy]. Moscow: Nauka, 1987. 200 p.
 7. Bondyreva S.K., Kolesov D.V. Migraciya (sushchnost' i yavlenie) [Migration (essence and phenomenon)]. Moscow: Publishing House of Moscow psychological and social Inst., 2004. 296 p.
 8. Rybakovsky L.L. Migraciya naseleniya (voprosy teorii) [Migration of population (theory issues)]. Moscow, 2003. 240 p.
 9. Marin P., Widgren J. International migration: facing the Challenges // Population bulletin. 2002. Vol. 52. № 1.
 10. Moiseenko V.M. Vnutrennyaya migraciya naseleniya [Internal migration of the population]. Moscow: "TEIS", 2004. 285 p.
 11. Sever: problemy periferiynyh territoriy [The North: problems of peripheral territories] / Ed. V.N. Lazhentsev. Syktyvkar, 2007. 420 p.
 12. Lytkina T.S., Fauzer V.V. Gosudarstvennoe upravlenie prinuditel'noj migraciej kak sposob osvoeniya Severa Rossii v 1930-1950-e gg. [State management of forced migration as a way of development the North in 1930-1950] // J. of Sociology and Social Anthropology]. 2016. Vol. XIX. №1 (84). P. 90–109.
 13. Fauzer V.V., Lytkina T.S., Fauzer G.N. Gosudarstvennoe upravlenie migraciej naseleniya: ot prinuzhdeniya k pooshchreniyu [Governance of migration: from coercion to encouragement] // Korporativnoe upravlenie i innovacionnoe razvitie ehkonomiki Severa [Corporate governance and innovative economic development of the North]: Bull. of Res. Center of Corporate Law, Management and Venture Capital of Syktyvkar State Univ., 2015. №3. P.151-168.
 14. Fauzer V.V. Finno-ugorskie narody: istoriya demograficheskogo razvitiya [Finno-Ugric peoples: the history of demographic development]. Syktyvkar, 2005. 24 p.
 15. Etnonacional'nye processy v Arktike: tendencii, problemy i perspektivy [Ethno-national pro-

- cesses in the Arctic: trends, problems and prospects]: monograph / Ed. N.K. Kharlam-pyeva. Arkhangelsk: SAFU, 2017. 324 p.
16. *Fauzer V.V., Lytkina T.S., Fauzer G.N.* Migracionnyj faktor dinamiki chislennosti i ehni-cheskikh struktur naseleniya Rossijskogo Seve-ra [Migratory factor of the population dynam-ics and ethnic structures in the Russian North] // Sever i rynek: formirovanie ehkono-micheskogo poryadka [The North and the market: formation of the economic order]. 2017. №5 (56). P. 32-43. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X-5-2017-56-32-43.
 17. *Lytkina T.S.* Man in the North after the disin-tegration of the USSR: from recognition to ignoring // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Br., RAS. 2014. No. 3. P. 144-151.
 18. *Fauzer V.V., Lytkina T.S.* Migracionnye pro-cessy na rossijskom Severe [Migration process-es in the Russian North] // Social'naya poli-tika i sociologiya [Social policy and sociology]. 2017. Vol. 16. №1 (120). P. 141-149.
 19. *Fauzer V.V.* Naselenie Rossijskogo Severa: prob-lemy vosproizvodstva [Population of the Rus-sian North: reproductive problems] // Sever i rynek: formirovanie ehkonomicheskogo poryad-ka [The North and the market: formation of the economic order]. 2017. №3 (54). P. 121-133.
 20. *Grishanova A.G., Kozhevnikova N.I., Ryba-kovsky L.L.* Migracionnyj potencial Rossii v novom zarubezh'e [Migration potential of Russia in new foreign countries]. Moscow: "Econ-Inform" Publ., 2016. 183 p.
 21. *Fauzer V.V.* Formation of demographic science and its contribution to the development of the Komi Republic // Bull. of Komi Sci. Centre, Ural Br., RAS. 2016. Issue 31. P. 41-50.
 22. *Naselenie severnyh regionov: ot kolichestven-nyh pokazatelej k kachestvennomu izmereniyu* [The population of the Northern regions: from quantitative indicators to qualitative mea-surement] / Ed. Dr.Sci. (Economy), Prof. V.V.Fauzer. Syktyvkar: Pitirim Sorokin Syk-tyvkar State Univ. Publ., 2016. 240 p. (De-mographer's library; Issue 17).

УДК 911.8:911.9

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-122-135

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И ПОТЕНЦИАЛ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРАКТИКЕ

Т.В. ТИХОНОВА

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

tikhonova@iespn.komisc.ru

Привлекательность концепции экосистемных услуг заключается в учете широкого спектра функций природного капитала и основывается на ее интеграционном, меж- и трансдисциплинарном характере, на связи экологических и социально-экономических аспектов. В статье рассмотрены современные методы оценки экосистемных услуг с условиями их применения, а также примеры практического их использования применительно к условиям Севера России. Предложены рекомендации по использованию и внедрению разнообразных механизмов учета экосистемных услуг.

Ключевые слова: экосистемные услуги, экономическая оценка, территориальное моделирование, картирование, сценарии развития, компенсационные механизмы

T.V. TIKHONOVA. MODERN METHODS OF ASSESSMENT OF ECOSYSTEM SERVICES AND THE POTENTIAL FOR THEIR PRACTICAL APPLICATION

The result of more than 20-year study period of the ecosystem services are the multiple evaluation values of the global and regional level. UNEP/GEF, TESIS, PROON/GEF projects as well as World Wildlife Fund of WWF made a great contribution with the practical developments in Russia. The Northern territories are of great importance for the country in both social-economic and environmental issues. These territories belong to a vulnerable ecological zone with very limited limits of ecological capacity, biological productivity, resistance to anthropogenic and technogenic loads, which justifies special attention to the organization of the processes of using natural capital in the North. The purpose of the study is to demonstrate foreign and domestic experience of assessment of ecosystem services and the implementation of practical use in management decisions. We have considered the following methods: economic assessment; territorial modeling and mapping; creation of development scenarios. According to the concept of the general economic value, the functions of natural capital – resource, regulatory and cultural – are taken into account. The specificity of economic evaluation is the identification of participants of the process of using services, i.e. producers (donors) and recipients of benefits. This assessment is necessary for the solution of such environmental and economic problems as justification of additional costs in projects (programs) for nature protection measures, giving, together with ecological, great economic effect, the provision of payments, credits, loans, grants for the conservation of ecosystems and their services. The method of assessment through modeling and mapping of ecosystem services allows to identify and visualize the most problematic types of land use where the demand for services considerably exceeds its stock/opportunities. Creating a scenario of the development of environmental management is becoming the most perspective method of evaluation and is still being implemented only in foreign countries of Europe. At present, the directions of practical application of ecosystem services assessments in the field of payments, insurance premiums and market formation have been formed. The most appropriate for northern territories is the use of the compensation mechanism for assessment the value of ecoservices through nature protection measures, payments and insurance. The positive experience of many countries proves the inevitability of drawing attention to the economic assessment, monitoring and adequate information base of elements of natural capital. For the regions of the North, it is necessary to create a "guide" on the use of ecosystem services (concepts, methodology of assessment, development of local requirements and measures to support services, etc.) for specialists making management decisions in the field of environmental management.

Keywords: ecosystem services, economic assessment, territorial modeling, mapping, scenarios of development, compensation mechanisms

Актуальность изучения экосистемных услуг

Концепция экосистемных услуг (ЭУ) в течение 1990-х гг. была вовлечена в международную дискуссию по вопросам окружающей среды благодаря все увеличивающимся потребностям человека в ограниченных ресурсах Земли, а также ввиду растущей нагрузки на природную среду. Наиболее разработанные исследования и их обсуждение отражались в Millennium Ecosystem Assessment [1–4], TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity [5], Стратегическом плане на 2011–2020 гг., принятой к 10-й конференции стран-участниц Конвенции по сохранению биоразнообразия в Нагайо (18–29.10.2010 г.) [6]. Смысл концепции ЭУ заключается в учете широкого спектра функций природного капитала в процессах принятия решений и обеспечения устойчивого природопользования в целях противодействия деградации естественных условий жизни. Привлекательность концепции ЭУ основывается на ее интеграционном, меж- и трансдисциплинарном характере, на связи экологических и социально-экономических аспектов [7].

В России на протяжении 20 лет проводились различные исследования по оценке ЭУ [8, 9], первые попытки касались оценки глобального значения экосистем на основе экологических и монетарных параметров [10], а также с фокусом региональной специфики [11–14]. Имеется национальная стратегия сохранения биоразнообразия, где особые вызовы в отношении ЭУ связаны с переходом страны на рельсы рыночного хозяйства. В январе 2017 г. Пре-

зидент РФ утвердил перечень поручений по итогам Государственного Совета по вопросу «Об экологическом развитии РФ в интересах будущих поколений». Среди этих поручений: «Разработать и утвердить национальную методику оценки способности всех типов лесов, водно-болотных угодий и степей к поглощению диоксида углерода; провести расчеты способности экосистем регионов к его поглощению». Е. Букварева разработала первый набор индикаторов для классификации регионов на «получателей» и «потребителей» ЭУ в различных территориальных масштабах [15]. Актуальные проекты оценки ЭУ осуществлялись, в частности, на Камчатке, в Алтайском крае, на оз. Байкал и центральных областях России. Большой вклад своими практическими разработками внесли проекты ЮНЕП/ГЭФ, ТАСИС, ПРООН/ГЭФ, а также Всемирного фонда дикой природы WWF.

Накопленный опыт изучения ЭУ позволяет обобщить информацию в вопросах: «каким» природным капиталом мы обладаем и «как» полученные знания можно использовать в системе управления природопользованием. Классификация наиболее значимых для Севера ЭУ представлена в табл. 1.

Северные территории имеют огромное значение для страны в широком спектре социальных, экономических и экологических вопросов. Применительно к региону Коми можно отметить ключевое значение высокой доли залесенности, заболоченности и числа озер, наличие мерзлоты, сочетание хозяйственного использования ресурсных отраслей

Таблица 1

Структура экосистемных услуг

Table 1

Structure of ecosystem services

Группа услуг	Характеристика	Услуги
Обеспечивающие/ Продукционные	Производство природными системами биомассы, которая изымается человеком из природы и используется для хозяйственных нужд	- Производство деловой древесины - Производство недревесной продукции леса и других наземных экосистем (грибы, ягоды, веники, лекарственные растения, орехи, мед) - Производство корма для скота на природных пастбищах и сенокосах - Производство продукции (рыбы) из пресноводных источников - Производство охотничьих ресурсов
Регулирующие/ Средообразующие	Формирование и поддержание условий среды, благоприятных для жизни человека и развития экономики	- Регуляция климата (потоков углерода и парниковых газов) - Регуляция стока, очистка воды водно-болотными экосистемами - Биологическая очистка вод в природных водоемах - Формирование биопродуктивности почв, биологическая очистка почв от загрязнений, защита их от эрозии, регулирование криогенных процессов - Контроль численности биологического разнообразия
Культурные/ Информационные и рекреационные	Полезная для человека информация и другие нематериальные блага	- Генетические ресурсы природных видов и популяций - Эстетическое, познавательное, культурное и духовное значение природных систем - Рекреационные услуги – совмещение средообразующих (чистый воздух, вода), продукционных (охота, рыбалка, сбор грибов и ягод) и информационных (красивые пейзажи, разнообразные ландшафты, водоемы, подземные пещеры, наблюдение за животными) услуг

Составлено по: Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги. Status Quo Report. М.: Центр охраны дикой природы, 2013. 45 с.

Based on: Ecosystem services of terrestrial ecosystems of Russia: first steps. Status Quo Report. Moscow: Wildlife Conservation Center, 2013. 45 p.

(ТЭК, добычи и переработки минерального сырья, ЛПК) и традиционного природопользования (оленьеводство, в меньших масштабах охота и рыболовство). Ранимость местных экосистем и совокупность сложных природно-климатических, ландшафтных и геологических особенностей указывают на экстремальный характер проживания людей и условий освоения природных ресурсов. По своим природно-климатическим особенностям районы Республики Коми относятся к легкоранимой экологической зоне с весьма ограниченными пределами экологической емкости, биологической продуктивности, устойчивости к антропогенным и техногенным нагрузкам, к естественным экстремальным воздействиям. Все эти факторы обосновывают особое внимание к организации процессов использования природного капитала на Севере.

Цель данной работы – в демонстрации зарубежного и отечественного опыта оценки ЭУ в принятии управленческих решений и планировании хозяйственной деятельности с учетом принципов устойчивого развития территории. Новизна исследований заключается в обсуждении регионального аспекта как в методическом, так и практическом плане, где особый интерес представляет фокус северности, с региональной спецификой природных особенностей, промышленного освоения и местных традиций населения. Для этого рассмотрены предлагаемые методы оценки ЭУ с условиями их применения, а также примеры практического их использования.

Методы оценки

Экосистемные услуги созвучны функциям природного капитала, которые зачастую не могут быть оценены монетарным способом. Оценка в широком смысле дает представление о том, насколько нынешнее состояние отклоняется от желаемого или запланированного [15]. Поэтому, наряду с экономической оценкой, используют альтернативные подходы (например для оценки культурных или духовных ценностей) [16, 17]. Большой значимостью обладает парцитаптивный метод, объясняющий участие носителей интересов. По отношению к экосистемным услугам различают три вида оценки: экологическую (способность экосистем выполнять свои функции), экономическую (интегрированную в механизмы принятия решений и привычные для рынка) и социальную (обеспечение согласованных решений для общества и снятие конфликтов) [7, 18]. В настоящее время получили распространение следующие методы оценки:

- экономическая;
- территориальное моделирование и картирование;
- создание сценариев развития.

Наиболее распространенной в мире для проведения **экономической оценки** используется концепция *общей экономической ценности*. Основная идея этой концепции заключается в учете ресурсных, регулирующих и культурных функций природного капитала. Общая ценность складывается из стоимости использования и неиспользования тер-

ритории, обладающей функциями природного капитала [10]. Данная концепция с привлечением разнообразных методов (рыночных – рентной оценки, рыночных цен; и нерыночных – субъективной оценки, превентивных расходов, стоимости восстановления, транспортно-путевых затрат, ущерба) широко распространена для оценки экосистем. Спецификой экономической оценки является выявление участников процесса использования ЭУ, т.е. производителей («доноров») и получателей («реципиентов») выгод. На примере ключевых ЭУ Республики Коми представим классификацию межрегиональных отношений «донор-реципиент» (табл. 2) для территорий Севера.

Согласно исследованиям многочисленных проектов [10–13, 17], экономическая оценка экосистемных услуг необходима для решения следующих первоочередных эколого-экономических проблем:

- экономическое обоснование альтернатив развития территории (например, для конкурентных вариантов сохранения природной территории или ее хозяйственного использования (развитие объектов энергетики, инфраструктуры, сельского хозяйства и т. д.));
- обоснование дополнительных затрат в проектах (программах) на природоохранные мероприятия, дающих, вместе с экологическим, большой экономический эффект;
- определение приоритетности и ранжирование инвестиций в использование и охрану экосистем;
- предоставление платежей, кредитов, займов, грантов для сохранения экосистем и их услуг.

Территориальное моделирование и картирование экосистемных услуг наибольший интерес приобрели внутри Европейского Союза для локального планирования хозяйственной деятельности. Так, согласно исследованиям Б. Буркхарда и др. вклад ЭУ в систему взаимоотношений «человек-окружающая среда» подразумевает вклад услуг в развитие землепользования, например, в виде внесения удобрений, энергии, производимых работ или информации [19]. Эти вклады находятся часто в тесной связи с функциями экосистем, образующих основу предложения ЭУ. При этом связи между землепользованием, экосистемными функциями и экосистемными услугами могут представляться в форме матриц. «Землепользование» подразумевает природные ландшафты (хвойные леса, пастбища и т.д.), антропогенные объекты и площадки (аэропорты, городские территории, промышленные зоны и т.д.). Для оценки служат экспертные «шкалы» способности отдельных типов землепользования к поддержанию экосистемных функций и предоставлению ЭУ; спроса ЭУ в землепользовании; спроса и предложения ЭУ в различных типах землепользования [20]. Измерения (количественные и качественные) могут производиться с помощью прикладных моделей, статистических показателей, данных мониторинга, перенесения стоимости или путем опроса экспертов. Преимущество это-

Таблица 2

Примеры отношений «донор-реципиент» для ключевых групп экосистемных услуг Республики Коми

Table 2

Examples of relations "donor-recipient" for key groups of ecosystem services of the Komi Republic

Группа услуг	Межрегиональный масштаб		Глобальный масштаб	
	Регионы-доноры	Регионы-реципиенты	Регионы-доноры	Регионы-реципиенты
Обеспечивающие / Производственные				
Производство деловой древесины	Торговля лесом на межрегиональных и национальных рынках Отношения между регионами менее важны, чем отношения между бизнес-структурами		Торговля лесом на международных рынках Отношения между регионами менее важны, чем отношения между бизнес-структурами	
	Регионы, заготавливающие лес	Регионы, покупающие лес	Регионы, заготавливающие и продающие лес на экспорт	Имеются компании, экспортирующие элитные сорта древесины
Производство другой биопродукции (рыба, охотпродукция, грибы, ягоды и др.)	Торговля биопродукцией внутри страны Отношения между регионами менее важны, чем отношения между бизнес-структурами. Перемещение биопродукции из одного региона в другой индивидуальными охотниками, рыбаками, сборщиками грибов и ягод не играет существенной роли, так как массовой межрегиональной миграции населения в целях добычи биопродукции нет		Торговля биопродукцией на международных и глобальном рынках Отношения между регионами менее важны, чем отношения между бизнес-структурами	
	Регионы, заготавливающие биопродукцию	Регионы, покупающие биопродукцию	Регионы, заготавливающие и продающие биопродукцию на экспорт	Имеются компании, экспортирующие элитные сорта пушнины и другой биопродукции
Природные пастбища	Выпас скота на удаленных пастбищах в другом регионе		Отсутствует	
	Регионы, где выпас скота осуществляется из других регионов	Регионы, где выпас своего скота осуществляется на территории соседних регионов		
Регулирующие / Средообразующие				
Регуляция углеродного цикла и потоков парниковых газов	Национальный рынок углеродных квот (в настоящее время в РФ отсутствует)		Влияние на глобальный климат. Международные рынки углеродных квот (например, европейский рынок, программа REDD), Киотские соглашения	
	Регионы, имеющие экосистемы с высоким содержанием углерода (малонарушенные болота и леса)	Экономически развитые регионы, выбрасывающие углерод в атмосферу (промышленно развитые)	Регионы, имеющие экосистемы с высоким содержанием углерода (малонарушенные болота и леса)	Все регионы являются реципиентами глобальных услуг
Регуляция стока, предотвращение наводнений ниже по течению	Регуляция стока рек, протекающих через несколько регионов РФ		Регуляция стока рек, протекающих через несколько стран	
	Регионы, расположенные в верхнем течении рек, имеющие обширные лесные экосистемы	Регионы, расположенные в нижнем течении рек с высокой плотностью населения	Регионы, расположенные в верхнем течении рек, имеющие обширные лесные экосистемы	Регионы, расположенные в нижнем течении рек с высокой плотностью населения
Очистка воды	Регуляция качества воды в крупных озерах и реках, протекающих через несколько регионов РФ		Регуляция качества воды в крупных озерах и реках, протекающих через несколько регионов РФ	
	Регионы, расположенные в верхнем течении рек, имеющие обширные лесные экосистемы	Регионы, расположенные в нижнем течении рек с высокой плотностью населения	Регионы, расположенные в верхнем течении рек, имеющие обширные лесные экосистемы	Регионы, расположенные в нижнем течении рек с высокой плотностью населения
Защита почв от эрозии	Предотвращение от смыва почвы и грунта в водоемы в межрегиональном масштабе		Предотвращение ущерба от смыва почвы и грунта в водоемы в международном масштабе	
	Регионы, расположенные с наветренной стороны преобладающих ветров, имеющие природные экосистемы	Регионы, расположенные с подветренной стороны преобладающих ветров. Важность услуги определяется плотностью населения и степенью развития сельского хозяйства	Регионы, расположенные с наветренной стороны преобладающих ветров, имеющие природные экосистемы	Регионы, расположенные с подветренной стороны преобладающих ветров. Важность услуги определяется плотностью населения и степенью развития сельского хозяйства
Рекреационные / Информационные				
Познавательный и природный туризм	Туризм внутри страны		Туристы из других стран Природные объекты глобального значения	
	Регионы, имеющие уникальные и красивые природные экосистемы, доступные для отдыха	Регионы/страны, из которых приезжают на отдых	Регионы, имеющие природные объекты международного значения, доступные для отдыха	Регионы/страны, из которых приезжают на отдых
Рекреация	Места отдыха на природе и курорты и межрегионального и национального значения		Места отдыха на природе и курорты и межрегионального и национального значения	
	Регионы, имеющие указанные места отдыха и курорты	Регионы, из которых преимущественно приезжают люди	Регионы, имеющие указанные места отдыха и курорты	Нет курортов международного значения

Составлено на основе Karsten Grunewald, Olaf Bastian, Alexander Drozdov und Vasily Grabovsky (Hrsg.) Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD). Bundesamt für Naturschutz. 2014. 374 p.

го метода заключается в большой гибкости при выборе способов измерения, его способности к детализации, а также в использовании территориально-временных шкал. С помощью таких матриц выявляются наиболее проблемные типы землепользования, где спрос на ЭУ значительно превышает его запас/возможности предоставления.

Карты ЭУ в мировой практике последнего времени получают все более широкое распространение. Они обладают рядом общих черт (особенностей). Основой обычно служат схемы landcover или landuse, составляемые по дистанционным данным, а также карты растительности, ООПТ, карты характеристик биоразнообразия и биопродуктивности и др. Чаще всего составляются карты прямых натуральных услуг, реже их сочетаний. Денежные оценки ЭУ и их перенесение на карты сейчас обычны (используются в ОВОС и др. оценках). Для развития картографического отображения ЭУ на территории России наибольший вклад внесли Ю.Г. Пузаченко и его коллеги (http://www.sevin.ru/ecosys_services/). Существуют карты стоимости углерода, недревесных ресурсов леса, запасов кормов и промысловой фауны, рекреационной ценности и пр. Зачастую они крупномасштабны и Республика Коми в них не дифференцирована. Немногочисленны карты внеэкономических (нерыночных), экологических услуг и их оценки. Согласно исследованиям А.Тишкова и А.Дроздова, при составлении карт наиболее проблемными являются вопросы выбора ЭУ конкретных ландшафтов, операционных территориальных единиц, отображение конфликтов интересов при оценке ЭУ [16]. Так, например, в аспекте зональности важны:

- для тундр – запасы кормов для северного оленя, суммарная оценка функций «кормящего ландшафта» для коренных народов Севера, защита вечной мерзлоты и пр.;
- для тайги – запасы древесины, сток/эмиссия углерода, недревесная продукция леса, водо- и климаторегулирующие услуги, сохранение биоразнообразия, рекреационная ценность и пр.

Лучшими интегральными показателями для экосистем суши принято считать биопродуктивность, параметры биоразнообразия, запасы углерода в почве и биоте. Для оценки конфликтных ситуаций важное значение имеют непотребительские ЭУ (прежде всего, биосферные/средообразующие). Например, альтернативного варианта планировавшейся трассы высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва. Использование карт ЭУ способствовало отводу планировавшейся трассы железной и автодороги от национального парка «Валдайский» [21].

Создание сценария развития. Сценарий – это общепонятное описание возможной ситуации в будущем, основанное на заданных предположениях. В отличие от прогноза, сценарий не сообщает о возможности наступления чего-либо, в нем *иссле-*

дуются несколько альтернативных путей развития (рис. 1).

Так называемая сценарная воронка, где изображено пространство возможностей для допустимых вариантов будущего, а также внутри воронки исследованные в сценариях альтернативные линии развития [22]. Сценарии помогают предвидеть по-

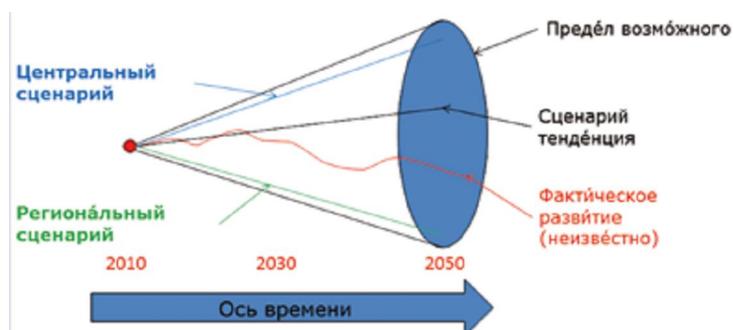


Рис. 1. Сценарная воронка.
Fig. 1. Scenario funnel.

следствия определенных мероприятий и тенденций, или же масштаб рисков, а также их причины. Сценарии разделяются на типы по различным критериям, важнейшими из которых являются: «направление развития» и «способ обработки данных». Критериями «направление развития сценария» являются:

– *информации о тренде*, в котором исследуется еще неизвестная ситуация в будущем; эта форма называется *forecast*, причем сценарии развиваются соответственно вопросу: *куда ведут определенные тенденции развития или решения?*

– в отношении определенной ситуации в будущем *исследуется приводящий к ней путь*; эта форма называется *backcast*, причем здесь изучаются обычно нормативные сценарии соответственно вопросу: *как достигается желаемая цель? как можно предотвратить определенную опасность?*

К «способам обработки» относятся качественные (в широких кругах населения, с рассмотрением комплексных вопросов и проблем) и количественные (с обработкой в кругу специалистов, с применением математической модели) сценарии.

Методика развития сценария включает следующие этапы: 1. Определение цели; 2. Анализ трендов; 3. Логика сценария; 4. Проект линии развития; 5. Составление сюжетных карт; 6. Анализ эффектов; 7. Связь сценариев.

Традиционно на первом этапе формулируются проблематика, цель и подлежащие решению задачи. Далее, для проведения анализа тренда исследуются факторы (движущие силы). На третьем этапе определяется логика сценария, где для факторов рассматриваются различные варианты перспектив. При этом факторы влияния разделяются на три категории: постоянные (например, рельеф, состав населения, наличие водных источников и т.д.); рамочные, для учета лишь одного направления развития сценария (например, предполагае-

мый ценовой тренд) и ключевые, определяющие развитие и дифференциацию сценария (различная степень иммиграции населения, уровень экологического сознания). Исходя из точного описания и оценки современного состояния, составляется проект для ключевых движущих сил. Для этого взаимодействие факторов проверяется на достоверность. Из комбинаций трендов движущих сил выбираются те взаимосвязи, которые задают основную тенденцию для отдельных направлений развития сценария (четвертый этап метода). Линии развития должны фиксироваться в форме таблиц или графиков. После этого составляются сюжетные карты, в большей степени для простоты восприятия информации. Так, например, для картографической привязки таблиц был разработан GIS-инструментарий «Land UseModeler» (LUMO), с помощью которого рассчитываются и отображаются по территориям способности, потенциалы, риски или ресурсы и топографические взаимоотношения (рис. 2). Такого рода апробация была проведена немецкими исследователями для проекта «Ландшафт Саксонии 2015» (2009–2012 гг.) [15].

звolyают участникам развивать свои способности или, по крайней мере, оживляют дискуссию (рис. 3).

Различные методы оценки ЭУ являются важным этапом в принятии управленческих решений в сфере природопользования. Направление исследования в области внедрения учета ценности экосистемных услуг в планировании хозяйственной деятельности становится в мире быстро развивающимся. В России пока происходит процесс осознания важности и проведение экономической оценки биоразнообразия.

Практическая значимость для ключевых отраслей экономики Севера

В настоящее время сформировались направления практического применения оценок экосистемных услуг в области установления платежей, страховых взносов и формирования рынков. Однако в основном такие схемы используются на территории зарубежья и касаются лесного, водного и сельского хозяйств. При назначении таких платежей основной принцип заключается не в погашении своего негативного воздействия («загрязнитель пла-

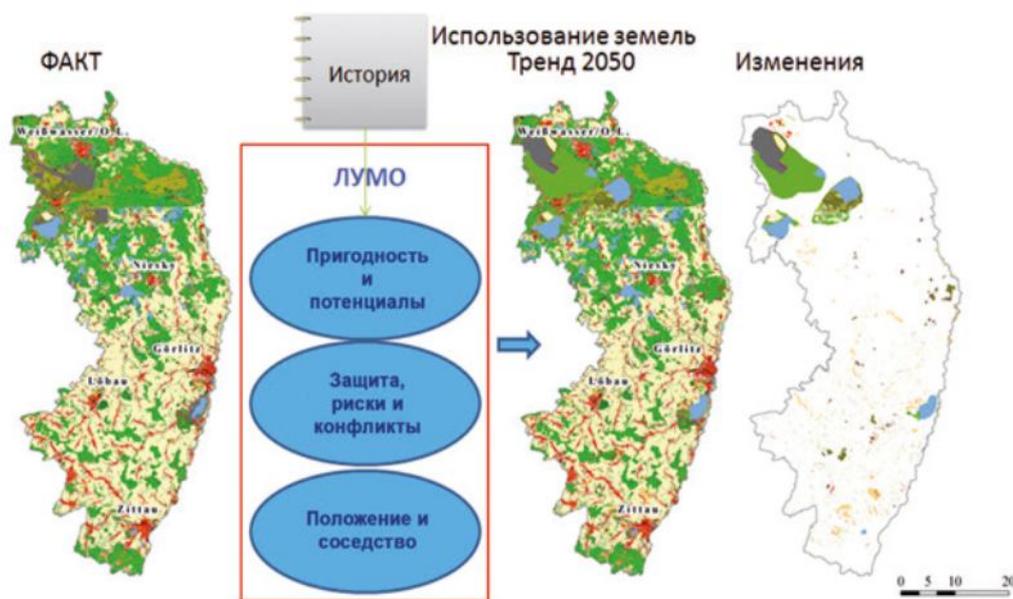


Рис. 2. Схема для привязки сценариев к местности.
Fig. 2. The scheme for a binding of scripts for the area.

Главной целью создания сценария является сравнительная оценка результатов, которая становится шестым этапом. Для этого составляются балансы предоставленных в будущем услуг и еще оставшихся потенциалов. Заключительный этап апробируется на широком круге населения, в форме лекций, дискуссий, опросов, интервью и т.д. Парцитаптивные подходы (с участием специалистов и неспециалистов) включают в себя схемы в виде визуализации изменений ландшафтов, причем во временном срезе и вариантами, что гораздо нагляднее стимулирует к более точному рассмотрению проблем природопользования. Так, хороший опыт дает работа на шаблонах карт, которые по-

тит»), а в стимулировании улучшения окружающей среды потенциальным загрязнителем («пользователь платит»). Согласно определению Европейской Экономической Комиссии ООН, платежи за ЭУ означают «договорную сделку между покупателем и продавцом в отношении той или иной экосистемной услуги или практики землепользования/управления, способной обеспечивать такую услугу» [23, 24]. По состоянию на 2011 г. в странах Европы, Северной Америки и Центральной Азии существует множество схем (разработано 78, из которых 37 касались лесов, 28 связаны с водосборными бассейнами, 13 для обеспечения качества воды) по отношению к сельскохозяйственным и лесным территориям.



Рис. 3. Шаблоны карт, заполненные во время сценарного упражнения.
Fig. 3. The templates of maps filled during scenario exercise.

Основная цель таких схем сводится к ограничению эксплуатации земле/водо/лесо-пользования и стимулированию со стороны разнообразных потребителей минимизации негативного воздействия и обеспечения стабилизации ЭУ. В настоящее время функционируют несколько международных организаций, которые занимаются сбором, анализом и обменом информации по оценке экослужб, а также консультированием. Наиболее крупные сосредоточены в Америке (некоммерческая организация ForestTrends, KatoombaGroup), которые включают в себя представителей НИИ, правительственных организаций и различных сфер промышленности из 70 стран мира, в том числе и из России. В 2011 г. 14 крупных корпораций мира разработали «Руководство для оценки услуг экосистем корпорациями» и апробировали его в промышленных условиях [25]; а в 2012 г. завершены сплошные оценки экосистем Скандинавских стран с целью выявления наиболее критических для внедрения платежей в схемах рынка экослужб.

Теоретические подходы использования платежей за ЭУ для российских условий охраны водно-болотных угодий средней полосы России предложены С.Н. Бобылевым и его коллегами [24]. Однако пионерные разработки по внедрению касались организации устойчивого природопользования на территории ООПТ, где на основе экономической оценки реализовывались бизнес-проекты развития. Примеры воплощения бизнес-идей для развития данных объектов с учетом экосистемных услуг опубликованы в ряде работ [26–28].

Учитывая специфику северных территорий, как ресурсодобывающих регионов страны, наибольший интерес представляют вопросы практического

применения знаний о ценности природного капитала и ЭУ. Примером использования компенсационного механизма оценки ценности ЭУ может служить опыт Белоруссии, который базируется на законодательном закреплении обязательств по отношению к охране природы природопользователей. Так, например, на основании законов о растительном и животном мире в случае нанесения им потенциального ущерба предусматриваются различные компенсационные мероприятия: посадки деревьев, кустарников, пересадки «краснокнижных» видов, создание новых мест обитания, восстановление среды обитания и т.д. В случае невозможности использования данного механизма применяются компенсационные выплаты, которые по конкретному виду (группе видов) объектов животного мира рассчитываются в зависимости от реагирования объ-

ектов животного мира на вредное воздействие; базовой плотности объектов животного мира, особой на гектар (согласно данным государственного кадастра животного мира, рыбоводно-биологических обоснований, отчетов пользователей охотничьих угодий по учету численности охотничьих животных, отчетов научных организаций); годового прироста объектов животного мира и продолжительности вредного воздействия (учитывающая проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию, модернизацию, снос или ликвидацию объектов строительства). Расчеты проводятся для каждой зоны и вида диких животных отдельно. Эти меры невозможны без детальной инвентаризации и постоянного мониторинга ситуации. Для этого разработана методика по определению стоимостной оценки экосистемных услуг и ценности биологического разнообразия для луговых, болотных, лесных и водных экосистем [29]. Стоимостной оценке подвержены следующие услуги: сохранение биоразнообразия, ассимиляционная способность лесных экосистем, водоочистная функция болот и депонирование CO₂. Мониторинг состояния происходит благодаря использованию GIS-технологий и контролю со стороны специальных охранных органов, подчиняющихся Президенту Беларуси. Разработанная с их использованием информационно-поисковая система позволяет обеспечить мониторинг и контроль пространственного размещения видов животных, динамическую оценку их состояния для обоснования целесообразности изменения статуса вида в Красной книге Республики Беларусь, а также для планирования научных исследований и специальных мероприятий по их охране. Эффективность такого рационального отношения к природе проис-

ходит на стадии ОВОС на окружающую среду при планировании хозяйственной деятельности на основании «Технического кодекса установившейся практики 17.02-08.2012 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета»». Данная система показала перспективность перехода на стадию выработки стандартных решений и сценариев взаимодействия с проектировщиками и строителями для создания прочной основы экосистемно-безопасного строительства производственных объектов.

Доступным компенсационным механизмом является страхование риска нарушения средообразующих функций. В частности, исследователями ЦЭМИ были предложены схемы реализации замены существующих «платежей за негативное воздействие» – «страховыми платежами», величина которых не вносилась бы в казну бюджетов, а собиралась на самих предприятиях [30]. Исчисление таких платежей предлагалось определять, исходя из ценности экосистем, на которые воздействует предприятие своей хозяйственной деятельностью. Существуют практические разработки по тарифным ставкам взносов страхования риска нарушения экосистемных функций в зависимости от отраслей экономики [31].

Опыт оценки экосистемных услуг на уровне региона

Региональный аспект практической значимости ЭУ наглядно может быть представлен:

- корректировкой валовых накоплений основного капитала;
- оценкой объемных характеристик эмиссии и стока парниковых газов;
- экономической оценкой рекреационных ресурсов.

Индекс скорректированных чистых накоплений характеризует скорость накопления национальных сбережений с учетом истощения природных ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды. Показатель является результатом изменения валовых внутренних накоплений, при этом скорректированные чистые накопления (СЧН) рассчитываются согласно [32] по формуле:

$$\text{СЧН} = \text{ВН} - \text{ИД} - \text{ИПР} - \text{УЗОС} + \text{РЧК} + \text{ЗОС} + \text{ООПТ}, \quad (1)$$

где ВН – валовые накопления основного капитала;
ИД – инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых»;
ИПР – истощение природных ресурсов;
УЗОС – ущерб от загрязнения окружающей среды;
РЧК – расходы бюджета на развитие человеческого капитала;
ЗОС – затраты на охрану окружающей среды;
ООПТ – оценка особо охраняемых природных территорий.

Среди ограничений, накладываемых в связи с использованием данных официальной статистики, следует отметить невысокую оперативность опубликования данных (по некоторым показателям информация публикуется с двух, а иногда трех годичным запаздыванием), вследствие чего ситуация

рассматривается на момент 2015 г. Автором была проведена оценка ключевых объектов ООПТ (регионального значения), где величина удельного показателя ценности различается по степени востребованности туристами, природными условиями и т.д. и составляет 10–990 руб/га/год [26]. Учитывая значимость заповедника, национального парка и комплексных заказников для экономики региона, наиболее важные услуги включают в себя следующие: регулирование климата, водорегулирование, водоочистку почв, предотвращение эрозии почвы, поддержку биоразнообразия, рекреацию и туризм. В результате экономической оценки ценность значимых ООПТ составила в 2015 г. 3 507 млн.руб/год.

Затраты бюджетных средств на охрану окружающей среды, согласно статистическим данным, по региону¹ за 2015 г. равны 3 644,0 млн.руб., а с учетом объема инвестиций в основной капитал природоохранного назначения – 9 937,0 млн.руб. в том же 2015 г., общие затраты – 13 581 млн.руб. Ущерб от загрязнения окружающей среды определяется размером платежей за негативное воздействие на окружающую среду, за 2015 г. составил 703,166 млн.руб. (общий по региону²). Расходы бюджета на развитие человеческого капитала³ исчисляются в 52 430,0 млн.руб. (согласно тем же статистическим данным за 2015 г.). Инвестиции в основной капитал⁴ по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» равны 81 385,5 млн.руб. Истощение природных ресурсов складывается из двух компонент: минерально-сырьевых и лесных. Истощение минерально-сырьевых полезных ископаемых оценивается по объему валовой добавленной стоимости по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» (189,8 млрд.руб.⁵). Для оценки истощения лесных ресурсов действует правило: если запасы древесины сокращаются, то чистые накопления уменьшаются на стоимость сокращенной древесины, если растут – то увеличиваются. В Республике Коми происходит истощение только хвойных продуктивных лесов [33]. Статистическое среднеемноголетнее (период 2010–2015 гг.) истощение составляет 17,7 млн.м³. Учитывая цены на пиловочную продукцию (1 200 тыс.руб/м³), размер истощения – 21,2 млрд.руб. Таким образом, ИПР исчисляется в сумму 211,0 млрд.руб. Валовые накопления основного капитала⁶ (чистые накопления) составляют 176,416 млрд. руб.

$$\text{СЧН} = 176,416 - 81,386 - 211,0 - 0,703 + 52,430 + 13,581 + 3,507 = -46,45 \text{ млрд. руб.}$$

¹ Статистический ежегодник Республики Коми. 2017: стат.сб. / Комистат. Сыктывкар, 2017. 395 с.

² Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2015 году» / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГБУ РК «ТФИ РК». Сыктывкар, 2016. 173 с.

³ Статистический ежегодник Республики Коми. 2017: стат.сб. / Комистат. Сыктывкар, 2017. 395 с.

⁴ Там же

⁵ Там же

⁶ Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017 г.: Стат.сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/region/reg-pok17.pdf (дата обращения 4.06.2018)

Таблица 3

**Запасы углерода в лесных экосистемах
проектных охраняемых территорий**

Table 3

**Carbon reserves in forest ecosystems of the project
protected territories**

ООПТ	Общая площадь, га	Лесопокрытая, га	Запасы углерода, тыс.т
Национальный парк «Югыд ва»	1 894 133	982 283	139 707,2
Печоро-Ильчский заповедник (Якшинское и Верхне-Печорское лесничество)	184 620	167 465	25 945,5
11 комплексных заказников	635 882	602 532	77 208,3
ИТОГО	2 714 635	1 752 280	242 861,5

Таблица составлена по монографии «Углерод в лесных и болотных экосистемах особо охраняемых природных территории Республики Коми» / Под ред. К.С. Бобковой и С.В. Загировой. Сыктывкар, 2014. 202 с.

The table is based on: "Carbon in the forest and march ecosystems of specially protected natural territories of the Komi Republic" / Eds. K.S.Bobkova, S.V.Zagirova. Syktyvkar, 2014. 202 p.

оценки были проведены в рамках проекта ПРООН/ГЭФ (сайт <http://www.undp-komi.org/>) и являются лишь нижней границей экономического эффекта функции регулирования климата.

Развитие рекреации позволяет поднять уровень ценностных характеристик экосистемных услуг. Учитывая то, что жители крупных городов региона проводят свой отдых (в щадящих формах для экосистем) на территории сельской местности (следовательно, дает толчок развитию экономики на селе), такая оценка представляет интерес. Исследование автора было сосредоточено на объектах пригородной рекреации, находящихся на расстоянии 25–80 км от города. Причем рассмотрению подвергались как объекты с входной платой (базы отдыха, спортивные базы, детские лагеря, платные пляжи), так и неоплачиваемые объекты отдыха выходного дня (лыжные трассы при спортивных базах, бесплатные пляжи, дачный отдых и т.д.). Структурно объекты рекреации охватывают широкий спектр мероприятий в пределах города (театры, музеи, кинотеатры, проведение праздников, спортивных состязаний, конкурсов и т.д.) и пригородного расположения. В нашем конкретном случае учтены оценки только пригородных объектов рекреационного отдыха населения (в большинстве случаев находящиеся на сельских территориях) с точки зрения востребованности экосистемы. К ним относятся: базы отдыха, спортивные базы, пляжи, дачные комплексы, оздоровительные объекты для летнего детского отдыха, паломничество в монастыри. Используя метод транспортно-путевых затрат, учитывающий такие затраты, как транспортные (обычно по стоимости затрат на передвижение), отдых (в случае туризма – стоимость тура) и затраты во время

Эколого-экономический индекс (Индекс скорректированных чистых накоплений – ИСЧН) рассчитывается как отношение скорректированных чистых накоплений к ВРП по формуле:

$$\text{ИСЧН} = \text{СЧН}/\text{ВРП} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где СЧН – скорректированные чистые накопления; ВРП – валовой региональный продукт (по данным статистики региона на 2015 г. равен 523,2 млрд. руб).

Значение индекса скорректированных чистых накоплений составляет –9,0. Его доминирующее «отрицательное значение» среди экспортно-ориентированных регионов страны является фактом пока недостаточного устойчивого развития территории. Однако следует учесть, что за период 2016–2018 гг. идет небольшое улучшение ситуации сохранения природных ресурсов – уменьшение истощения лесных ресурсов.

Экосистемы северных и особенно арктических территорий отличаются высокой чувствительностью к изменению климата. Они сохраняют огромный запас углерода, который гарантирует стабильность климата, поэтому внимание многих специалистов в данной области приковано к детальному изучению всех процессов. Огромный вклад в изучение парниковых газов в различных экосистемах внесла компонента «Сохранение углеродных пулов в лесных и болотных экосистемах» (2012–2015 гг.) в рамках проекта ПРООН/ГЭФ "Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора" (2008–2017 гг.), в ходе которого определены резервуары углерода в лесных экосистемах ООПТ; выявлены основные закономерности эмиссии углекислого газа из почв на ключевых участках лесных и болотных сообществ. В анализе динамики лесных пожаров за последние десять лет (2001–2010 гг.) зафиксировано 78 пожаров на общей площади 848, 3 га.; пожарная эмиссия углерода в лесах десяти ключевых ООПТ составила 19, 8 тыс. т. Ежегодно на территории ООПТ Республики Коми отмечается в среднем четыре лесных пожара с выделением 1, 98 тыс. т углерода [34]. Согласно выполненной оценке запасов углерода в экосистемах первичных лесов и болот на территории Печоро-Ильчского заповедника, национального парка «Югыд ва», 11 комплексных и двух болотных заказников регионального значения в растениях и почве лесов на площади в 2.7 млн. га сконцентрировано 242.8 млн. т углерода (табл. 3). Все это свидетельствует о потенциальной экономической выгоде в случае участия России (в частности ООПТ региона) в рынках углеродных квот.

В настоящее время изучение процессов поглощения или выделения метана и углерода на различных экосистемах региона продолжается. Так, исследования С.В. Загировой, К.С. Бобковой, А.В. Манова, М.Н. Мигловец, О.А. Михайлова и их коллег Института биологии Коми НЦ подтверждают актуальность для региона детального рассмотрения процессов, особенно на территориях деградации мерзлоты [35, 36]. Предварительные экономические

отдыха (сувениры, дикоросы, мед, лекарственные растения, диски, путеводители, книги и т.д.), ценность территорий объектов рекреации г. Сыктывкара находится в пределах 4,9 млрд. руб. Наибольшим спросом пользуются объекты дачного отдыха (1320 тыс.чел.дней/год); спортивных баз (109,5 тыс. чел.дней/год) и баз отдыха (365,0 тыс.чел.дней/год). Весьма ценным в экономической оценке экосистемных услуг является анализ получателей доходов от использования данных услуг, с помощью которого выявляется эффективность рекреационной территории (табл. 4).

Таблица 4
Распределение доходов от использования рекреационных услуг
Table 4
Distribution of income from use of recreational services

Получатели доходов		Объем, млн.руб/год	Доля, %
На территории объекта рекреации	Объект (аренда, ценность пребывания и т.д.)	4258,6	86,8
	Дополнительные услуги (прокат и т.д.)	367,4	7,5
	Бизнес (сувениры, еда и т.д.)	0,27	0,005
Всего		4626,3	94,3
Вне территории объекта рекреации	Автотранспортные предприятия	113,9	2,3
	Бизнес вне объекта (заправки, столовые и т.д.)	164,8	3,3
Всего		278,7	5,6
Всего по объектам рекреации города		4905,0	100

Основными получателями выгод от использования рекреационных услуг (сельских территорий) стали объекты рекреации за счет аренды и ценности пребывания. Причем ценность пребывания (на объектах спортивных баз, пляжей и дачных комплексов) фактически не участвует на рынке услуг. Эта величина больше объясняет ценность территории, которая востребована людьми. Поэтому основной задачей для сельской экономики в сфере предоставления услуг населению является повышение спектра услуг, привлечение бизнеса для роста числа рабочих мест и занятости сельского населения. Наиболее ценным, согласно приведенным данным, является сам объект рекреации (94%), причем за счет дачного отдыха горожан. Услуги малого бизнеса и предоставляемые дополнительные услуги на объектах отдыха незначительны. Доходы сторонних организаций (вне объекта отдыха) за счет близости самих объектов не высоки и составляют около 6% от общей ценности территорий объектов рекреации горожан. Несмотря на тот факт, что «дачники» совмещают несколько функций отдыха – самостоятельное обеспечение членов своей семьи экологически чистыми продуктами питания, «самозанятость» в весенне-летний и осенний сезоны года, оздоровление в экологически чистых условиях (вода, воздух), огромный интерес со

стороны молодого поколения наблюдается по отношению к отдыху выходного дня.

Одним из ключевых объектов проведения отдыха жителей региона, с точки зрения рекреационных услуг экосистем, является национальный парк «Югыд ва». Потоки туристов достаточно стабильны в последние 10 лет и составляют около 6 тыс. посетителей в год (а с учетом нелегальных посетителей 7,4 тыс.). При этом за последние пять лет доля местных жителей районов региона доминирует и составляет 65% от общего потока (на жителей Москвы и Санкт-Петербурга приходится 11%; из других городов России – 21%; иностранные туристы – 3%). Виды туризма распределяются следующим образом: сплав на безмоторных судах – 42%, пеше-водный туризм – 12, пеший туризм – 15, отдых выходного дня – 31%. Однако, согласно исследованиям 2015 г., потребности в отдыхе «выходного дня» на территорию национального парка «Югыд ва» превосходят емкость его существующей инфраструктуры (по экспертным данным втрое) [37]. Основной турист/рекреант парка – это жители близлежащих территорий – Интинского, Печорского и Вуктыльского районов региона, природные условия которых не позволяют заниматься дачным отдыхом. Вследствие этого «отдых выходного дня» достаточно востребован и имеет тенденцию роста на территории парка. Согласно проведенной экономической оценке рекреационных и туристических услуг на территории парка (табл. 5), можно отметить иную тенденцию распределения получателей доходов (табл. 6). Вклад туристских и рекреационных услуг парка в доходы местного бизнеса и местного населения составил: 27,4 млн. руб. Бизнес вне расположения парка (транспортные предприятия) заработал на потоках туристов в национальный парк не менее 37 млн.руб. (за счет дальности расположения объекта). Доля собственных доходов парка

Таблица 5
Экономическая оценка рекреационных услуг на территории парка

Table 5
Economic assessment of recreational services in the territory of the park

Ключевые направления рекреации	Средняя посещаемость, чел./год	Экономическая оценка, тыс.руб/год
Интинское	3700	48 353
Вуктыльское	1900	25 942
Печорское	450	3 621
Суммарная оценка	6050	77 916

Составлено на основе данных по национальному парку «Югыд ва» за 2014 г. (Бизнес-план ФГБУ Национальный парк «Югыд ва». Некоммерческое партнерство «Союз ООПТ РК». ПРООН/ГЭФ Коми. 2015).

Based on the data on the National Park Yugyd Va for 2014. (Business plan of Federal State Budgetary Institution National Park Yugyd Va. Union of OOPT RK non-profit partnership. PROON/GEF of Komi. 2015).

Таблица 6
**Распределение доходов
от использования рекреационных ресурсов**
Table 6
**Distribution of income
from use of recreational resources**

Получатели доходов		Объем, млн.руб/год	Доля, %
На территории объекта рекреации	Объект (затраты на тур, сопровождение и т.д.)	4,5	6
	Бизнес (прокат снаряжения, сувениры, еда и т.д.)	27,4	35
Всего		31,9	41,0
Вне территории объекта рекреации	Железнодорожный транспорт	28,6	37,0
	Авиаперевозки	2,7	3,0
	Автотранспортные предприятия	1,5	2,0
	Бизнес вне объекта (заправки, столовые и т.д.)	13,2	17,0
Всего		46,0	59,0
Всего по парку		77,9	100,0

Составлено на основе данных по национальному парку «Югыд ва» за 2014 г. (Бизнес-план ФГБУ Национальный парк «Югыд ва». Некоммерческое партнерство "Союз ООПТ РК". ПРООН/ГЭФ Коми. 2015).

Based on the data on the National Park Yugyd Va for 2014. (Business plan of Federal State Budgetary Institution National Park Yugyd Va. Union of OOPT RK non-profit partnership. PROON/GEF of Komi. 2015).

от услуг туристам составила 4,5 млн.руб. или 6%. Таким образом, устойчивые туристские потоки в парк стимулируют развитие сферы услуг в размере 32 млн.руб. в год и создают дополнительные рабочие места в районах его местоположения.

На наш взгляд, необходимо создать условия отдыха для жителей республики, тем самым обеспечивая занятость населения, расширять сферу услуг и их качество, формировать, особенно для молодой категории граждан, образ «здорового отдыха», без особых ожиданий туриста извне границ региона. Под комфортными условиями отдыха подразумеваются гарантированная безопасность, транспортная доступность до объектов отдыха, объективность информации.

Заключение

Результатом более чем 20-летнего периода появления понятия «экосистемных услуг» стали множественные разработки их экономической оценки, признание и учет их значимости при принятии управленческих решений в сфере природопользования. Позитивный опыт многих стран доказывает неизбежность привлечения внимания к экономической оценке, мониторингу и адекватной информационной базе элементов природного капитала. Использование и внедрение разнообразных механизмов учета экосистемных услуг (платежи, ОВОС и т.д.) невозможно без разработки информационно-поисковой системы тех показателей, которые будут

впоследствии контролироваться или приниматься в качестве элементов при расчете экономических оценок (платежей/ущербов). Также необходимо для регионов Севера создание «руководства» по использованию экосистемных услуг (понятия, методология проведения оценки, разработка локальных требований и мероприятий для поддержания услуг и т.д.) для специалистов, принимающих управленческие решения в сфере природопользования. Законодательное закрепление обязательств, разработка дополнительных требований при проведении ОВОС и контроль их выполнения способны дать позитивный экологический эффект.

Литература

1. *Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: биоразнообразие.* Вашингтон: Институт мировых ресурсов, 2005. 98 с.
2. *Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: возможности и испытания для бизнеса и производства.* Вашингтон: Институт мировых ресурсов, 2005. 36 с.
3. *Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: водно-болотные угодья и водные ресурсы.* Вашингтон: Институт мировых ресурсов, 2005. 80 с.
4. *Джозеф Алкамо и др. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment/ Millennium Ecosystem Assessment; ISLAND PRESS. World Resources Institute, 2005. 283 с.*
5. *Kettunen M., Vihervaara P., Kinnunen S. et al. // Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic Countries. Synthesis in the context of the Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2012. 293 p.*
6. *CBD – Convention on Biological Diversity. Global Biodiversity Outlook. CBD Secretariat, Montreal. 2010. 95 p. URL: <https://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-en.pdf> (дата обращения 17.03.2014)*
7. *Ökosystemdienstleistungen: Konzept, Methoden und Fallbeispiele.* Springer Spektrum. Berlin: Heidelberg, 2013. 332 S.
8. *Стриганова Б.Р., Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Эколого центрическая концепция природопользования//Вестник РАН. 2010. Т.80. С. 131–140.*
9. *Конюшков Д.Е. Формирование и развитие концепции экосистемных услуг: обзор зарубежных публикаций// Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 80. С. 26–49.*
10. *Экономика сохранения биоразнообразия / Под ред. А.А. Тишкова. Институт экономики природопользования. М.: ГЭФ проект «Сохранение биоразнообразия», 2002. 604 с.*
11. *Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Лужецкая Н.В. Экономические основы сохранения водно-болотных угодий. М.: Wetlands International, 2001. 56 с.*

12. *Бобылев С.Н., Касьянов П.В., Соловьев С.В., Стеценко А.В.* Комплексная экономическая оценка лососевых Камчатки. М.: Права человека, 2008. 64 с.
13. *Экономическая оценка* особо охраняемых природных территорий Камчатки: практические результаты и их значение для сохранения биоразнообразия (на примере природного парка «Быстринский») / Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко, А.В. Михайлова, Т.Р. Михайлова. Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр», 2010. 156 с.
14. *Тишков А.А.* Биосферные функции и экосистемные услуги ландшафтов степной зоны России // *Аридные экосистемы*. 2010. Т. 16. № 41. С. 5–15.
15. *Karsten Grunewald, Olaf Bastian, Alexander Drozdov und Vasily Grabovsky (Hrsg.)* Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD). Bundesamt für Naturschutz. 2014. 374 p.
16. *Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада*. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред. Е.Н. Букварева, Д.Г. Замолотчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.
17. *Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги*. Status Quo Report. М.: Центр охраны дикой природы, 2013. 45 с.
18. *Jacobs S., Dendoncker N., Keune H. (Eds.)*. Ecosystem Services. Global Issues, Local Practices // Elsevier. 2014. 411 p.
19. *Burkhard B., de Groot R., Costanza R. et al.* Solutions for Sustaining Natural Capital and Ecosystem Services. Ecological Indicators 21: 2012. P. 1–6. URL: http://www.legato-project.net/files/DOWNLOAD/Burkhard_2012_Ecological_Indicators.pdf (дата обращения 21.05.2018)
20. *Burkhard B., Müller F.* Indikatoren und Quantifizierungsansätze. In: Grunewald K., Bastian O. (Eds.): Ökosystemdienstleistungen – Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Springer Spektrum Verlag, Heidelberg. 2013. P. 80–90. URL: <https://www.springer.com/de/book/> (дата обращения 21.05.2018)
21. *Тишков А.А.* Биосферные функции и экосистемные услуги национального парка «Валдайский» / Тр. НП «Валдайский». СПб., 2010. Вып. 1. С. 70–77.
22. *Syrbe R., Rosenberg M., Vowinckel J.* Szenario-Entwicklung und partizipative Verfahren. In: Grunewald K., Bastian O. (Hrsg.) Ökosystemdienstleistungen - Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Berlin (u. a.): Springer, 2013. P. 110–118.
23. *Ценность лесов*. Плата за экосистемные услуги в условиях «зеленой» экономики / ООН. Женева, 2014. 94 с.
24. *Бобылев С.Н., Перелет Р.А., Соловьева С.В.* Оценка и внедрение системы платежей за экосистемные услуги на особо охраняемых природных территориях: методические рекомендации. Волгоград, 2012. 175 с.
25. *Титова Г.Д.* Оценка экосистемных услуг: потенциал применения на практике // *Вестник ЗабГУ*. 2015. № 3 (118). С. 179–191.
26. *Тихонова Т.В.* Оценка эффективности направлений развития особо охраняемых природных территорий Республики Коми // *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. Вологда, 2015. №1 (37). С. 182–195.
27. *Тихонова Т.В.* Экосистемные услуги: роль в региональной экономике и подходы к оценке // *Известия Коми НЦ УрО РАН*. 2016. №3 (27). С. 134–143.
28. *Тарасов С.Н., Григорян А.Р.* Организация устойчивого жизнеобеспечения населения на особо охраняемых природных территориях: концептуальные основы и практическое руководство. Красноярск, 2009. 112 с.
29. *Методика по определению стоимостной оценки экосистемных услуг и ценности биологического разнообразия*. Технический кодекс установившейся практики / Бел НИЦ «Экология». Минск, 2010. 32 с.
30. *Моткин Г.А.* Экономическая оценка средообразующих функций экосистем // *Экономика и математические методы*. 2010. Т. 46. № 1. С. 3–11.
31. *Развитие страхования в Республике Башкортостан*. Уфа: ПС «Граница», 2002. 39 с.
32. *Эколого-экономический индекс регионов РФ* / С.Н. Бобылев, В.С. Минаков, С.В. Соловьева, В.В. Третьяков. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF) и РИА Новости, 2012. 152 с.
33. *Шишелов М.А., Носков В.А.* Тенденции и перспективы развития лесного сектора Республики Коми // *Региональная экономика: теория и практика*. 2018. Т. 16. № 2 (449). С. 230–248.
34. *Углерод в лесных и болотных экосистемах особо охраняемых природных территорий Республики Коми* / Под ред. К.С. Бобковой и С.В. Загирова. Сыктывкар, 2014. 202 с.
35. *Миловец М.Н., Загирова С.В., Гончарова Н.Н., Михайлов О.А.* Суммарная эмиссия метана на крупнобугристом болоте крайне-северной тайги в теплый период года // *Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН*, 2018. № 1. С.34–38.
36. *Бобкова К.С., Машика А.В., Смагин А.В.* Динамика содержания углерода органического вещества в среднетаежных ельниках на автоморфных почвах. СПб.: Наука, 2014. 270 с.
37. *Бизнес-план ФГБУ Национальный парк «Югыд ва»*. Некоммерческое партнерство "Союз ООПТ РК". ПРООН/ГЭФ Коми. 2015. URL: <http://www.undp-komi.org> (дата обращения 1.09.2017).

References

1. *Ocenka ekosistem na poroge tsysacheletiya. Ekosistemy i blagosostoyanie cheloveka: bio-razno-obrazie* [Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human well-being: bio-

- diversity]. Washington: World Resources Inst., 2005. 98 p.
2. *Ocenka ekosistem na poroge tsysyacheletiya. Ekosistemy i blagosostoyanie chelovek: vozmozhnosti i ispytaniya dlya biznesa i proizvodstva* [Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human well-being: opportunities and challenges for business and production]. Washington: World Resources Inst., 2005. 36 p.
 3. *Ocenka ekosistem na poroge tsysyacheletiya. Ekosistemy i blagosostoyanie chelovek: vodnopolotnye ugod'ya i vodnye resursy* [Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human well-being: wetlands and water resources]. Washington: World Resources Inst., 2005. 80 p.
 4. *Josef Alcamo et al. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment / Millennium Ecosystem Assessment. ISLAND PRESS. World Resources Inst. 2005. 283 p.*
 5. *Kettunen M., Vihervaara P., Kinnunen S. et al. // Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic Countries. Synthesis in the context of the Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2012. 293 p.*
 6. *CBD – Convention on Biological Diversity. Global Biodiversity Outlook. CBD Secretariat, Montreal. 2010. 95 p. URL: <https://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-en.pdf> (accessed 17.03.2014)*
 7. *Ökosystemdienstleistungen: Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Springer Spektrum. Berlin: Heidelberg, 2013. 332 p.*
 8. *Striganova B.R., Pavlov D.S., Bukvaryova E.N. Ekologocentricheskaya koncepciya prirodopol'zovaniya [The environment oriented concept of nature use] // Bull. of RAS. 2010. Vol.80. P. 131-140.*
 9. *Konyushkov D.E. Formirovanie i razvitiyekoncepcii ekosistemnyh uslug: obzor zarubezhnyh publikacij [Formation and development of the concept of ecosystem services: review of foreign publications] // Bull. of V.V.Dokuchaev Soil Inst. 2015. Issue 80. P. 26-49.*
 10. *Ekonomika sohraneniya bioraznoobraziya [Economics of biodiversity conservation] / Ed. A.A. Tishkov, Inst. of Nature-Use Economics. Moscow: GEF project "Biodiversity Conservation", 2002. 604 p.*
 11. *Bobylev S.N., Sidorenko V.N., Luzhetskaya N.V. Ekonomicheskie osnovy sohraneniya vodnopolotnyh ugodij [The economic basis for the conservation of wetlands]. Moscow: Wetlands International, 2001. 56 p.*
 12. *Bobylev S.N., Kasyanov P.V., Solovyev S.V., Stetsenko A.V. Kompleksnaya ekonomicheskaya ocenka lososevyh Kamchatki [Comprehensive economic assessment of Kamchatka salmon]. Moscow: Prava cheloveka [Human Rights], 2008. 64 p.*
 13. *Ekonomicheskaya ocenka osoboohranyaemyh prirodnyh territorij Kamchatki: prakticheskie rezul'taty i ih znachenie dlya sohraneniya bioraznoobraziya (na primere prirodnogo parka «Bystrinskij») [Economic assessment of specially protected natural territories of Kamchatka: practical results and their importance for biodiversity conservation (on the example of the National Park "Bystrinsky"] / G.A.Fomenko, M.A. Fomenko, A.V. Mikhailova, T.R. Mikhailova. Yaroslavl: ANO NIPI "Cadastre", 2010. 156 p.*
 14. *Tishkov A.A. Biosfernye funkcii i ekosistemnye uslugi landshaftov stepnoj zony Rossii [Biosphere functions and ecosystem services of landscapes of the steppe zone of Russia] // Arid ecosystems. 2010. Vol. 16. № 41. P. 5-15.*
 15. *Karsten Grunewald, Olaf Bastian, Alexander Drozdov und VasilyGrabovsky (Hrsg.) Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD). Bundesamt für Naturschutz. 2014. 374 p.*
 16. *Ekosistemnye uslugi Rossii: Prototip nacional'nogo doklada [Ecosystem services in Russia: Prototype of the national report]. Vol. 1. Services of terrestrial ecosystems/ Eds. E.N.Bukvareva, D.G.Zamolodchikov. Moscow: Centre for wildlife protection Publ., 2016. 148 p.*
 17. *Ekosistemnye uslugi nazemnyh ekosistem Rossii: pervyeshagi [Ecosystem services of Russian terrestrial ecosystems: first steps]. Status Quo Report. Moscow: Centre for wildlife protection, 2013. 45 p.*
 18. *Jacobs S., Dendoncker N., Keune H. (Eds.). Ecosystem Services. Global Issues, Local Practices // Elsevier. 2014. 411 p.*
 19. *Burkhard B., de Groot R., Costanza R. et al. Solutions for Sustaining Natural Capital and Ecosystem Services. Ecological Indicators 21: 2012. P. 1–6. URL: http://www.legatoproject.net/files/DOWNLOAD/Burkhard_2012_Ecological_Indicators.pdf (accessed 21.05.2018)*
 20. *Burkhard B., Müller F. Indikatoren und Quantifizierungsansätze. In: Grunewald K., Bastian O. (Eds.): Ökosystemdienstleistungen – Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Springer Spektrum Verlag, Heidelberg. 2013. P. 80-90. URL: <https://www.springer.com/de/book/> (accessed 21.05.2018)*
 21. *Tishkov A.A. Biosfernye funkcii i ekosistemnye uslugi nacional'nogo parka «Valdajskij» [Biosphere functions and ecosystem services of the National Park "Valdaisky"] /Proc. of National Park "Valdaisky". St.Petersburg, 2010. Issue 1. P. 70-77.*
 22. *Syrbe R, Rosenberg M., Vowinkel J. Szenario-Entwicklung und partizipative Verfahren. In: Grunewald K., Bastian O. (Hrsg.) Ökosystemdienstleistungen - Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Berlin (u. a.): Springer, 2013. P. 110-118.*
 23. *Cennost' lesov. Plata za ekosistemnye uslugi v usloviyah «zelenoj» ekonomiki [Value of forests. Payment for ecosystem services in a "green" economy] / UN. Geneva, 2014. 94 p.*
 24. *Bobylev S.N., Perelet R.A., Solovyeva S.V. Ocenka i vnedrenie sistemy platezhej za ekosistemnye uslugi na osoboohranyaemyh pri-*

- rodnih territoriyah: metodicheskie rekomendacii [Assessment and implementation of payments for ecosystem services in specially protected natural territories: guidelines] / Volgograd, 2012. 175 p.
25. *Titova G.D.* Ocenka ekosistem nyhuslug: potencial primeneniya na praktike [Assessment of ecosystem services: potential for applications] // Bull. ZabGU. 2015. № 3 (118). P. 179–191.
 26. *Tikhonova T.V.* Ocenka effektivnosti napravlenij razvitiya osoboohranyaemyh prirodnyh territorij Respubliki Komi // Ekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz [Assessment of the effectiveness of the directions of development of specially protected natural areas of the Republic of Komi // Economic and social changes: facts, trends, forecast]. Vologda, 2015. № 1 (37). P. 182–195.
 27. *Tikhonova T.V.* Ekosistemnye uslugi: rol' v regional'noj ekonomike i podhody k ocenke [Ecosystem services: role in the regional economy and assessment approaches] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Br., RAS. 2016. № 3 (27). P. 134–143.
 28. *Tarasov S.N., Grigoryan A.R.* Organizaciya ustojchivogo zhizneobespecheniya naseleniya na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah: konceptual'nye osnovy i prakticheskoe rukovodstvo [Organization of sustainable life support of the population in specially protected natural areas: conceptual framework and practical handbook]. Krasnoyarsk, 2009. 112 p.
 29. Metodika po opredeleniyu stoimostnoj ocenki ekosistemnyh uslug i cennosti biologicheskogo raznoobraziya. Tekhnicheskij kodeks ustanovivshejsya praktiki [Methodology for determining the value of ecosystem services and the value of biodiversity. Technical code of established practice] / Bel Res. Center "Ecology". Minsk, 2010. 32 p.
 30. *Motkin G.A.* Ekonomicheskaya ocenka sredobrazuyushchih funkcij ekosistem // Ekonomika i matematicheskie metody [Economic assessment of environmental functions of ecosystems] // Economics and mathematical methods]. 2010. Vol. 46. № 1. P. 3–11.
 31. *Razvitie strahovaniya v Respublike Bashkortostan* [Development of insurance in the Republic of Bashkortostan]. Ufa: PS "Granica". 2002. 39 p.
 32. *Ekologo-ekonomicheskij indeks regionov RF* [Ecological and economic index of Russian regions] / S.N. Bobilev, V.S. Minakov, S.V. Solovyeva, V.V. Tretyakov. Moscow: The World Wildlife Fund (WWF) and RIA Novosti, 2012. 152 p.
 33. *Shishelov M.A., Noskov V.A.* Tendenci i iperspektivy razvitiya lesnogo sektora Respubliki Komi // Regional'naya ekonomika: teoriyai-praktika [Trends and prospects of development of the forest sector of the Republic of Komi // Regional economy and practice]. 2018. Vol. 16. № 2 (449). P. 230-248.
 34. *Uglerod v lesnyh i bolotnyh ekosistemah osoboohranyaemyh prirodnyh territorii Respubliki Komi* [Carbon in forest and marsh ecosystems of specially protected natural areas of the Komi Republic] / Eds. K.S. Bobkova, S.V. Zagirova. Syktyvkar, 2014. 202 p.
 35. *Miglovets M.N., Zagirova S.V., Goncharova N.N., Mikhailov O.A.* Summarnaya emissiya metana na krupnobugristom bolote Krajnesevernoj tajgi v teplyj period goda [The total methane emission in the frost mound bog of the extreme northern taiga in the warm period of the year] // Bull. of Inst. of Biology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2018. № 1. P.34-38.
 36. *Bobkova K.S., Mashika A.V., Smagin A.V.* Dinamika sodержaniya ugleroda organicheskogo veshchestva v srednetaezhnyh el'nikah na avtomorfnyh pochvah [Dynamics of organic matter carbon content in middle taiga spruce forests on automorphic soils]. St.Petersburg: Nauka, 2014. 270 p.
 37. *Biznes-plan FGBU Nacional'nyj park «Yugyd Va»*. Nekommercheskoe partnerstvo "Soyuz OOPT RK" [Business plan of the Federal budgetary Institution National Park "Yugyd Va". Non-commercial partnership "Union of protected areas of Komi Republic". PROON/GEF Komi. 2015. URL: <http://www.undp-komi.org> (accessed 01.09.2017).

УДК 621.311

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-136-143

ОЦЕНКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ В ЭКОНОМИКЕ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

О.В. БУРЫЙ

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

В статье исследованы некоторые аспекты управления процессами энергосбережения. Основой для анализа послужили низкие темпы снижения энергоёмкости валового регионального продукта на Европейском Севере России. Для определения наиболее эффективных форм организации инфраструктуры энергосбережения предлагается обратить внимание на мотивационные аспекты экономического поведения производителей и потребителей топливно-энергетических ресурсов. Поиск решений строится на основе баланса интересов, в качестве инструмента согласования которых рассматривается энергосервисный контракт.

Ключевые слова: энергосбережение, Север, управление, институты, мотивация

O.V. BURIY. ASSESSMENT OF ENERGY SAVING MANAGEMENT SYSTEM IN THE ECONOMY OF THE NORTHERN REGIONS

The relevance of the research is determined by the need to significantly reduce energy intensity through more rational use of energy, as well as the desire to build an economy on the principles of sustainable development. In the North of Russia the problem is of particular importance due to the mutual influence of natural factors and the existing system of economic and life activity.

Many works related to energy saving are of practical nature, and pay little attention to the theory and methodology of this process. In order to select the optimal organizational structures to stimulate energy saving, we conducted a comparative and case-study analysis of energy efficiency in the European North of Russia. The principles of behavioral economics are accepted as a theoretical basis.

The results of the analysis show that the slow growth of energy efficiency in the North of Russia is due to low rates of economic development and insufficient qualitative changes in the structure of the regional gross product. Actually, energy saving as a technological factor turned out to be a secondary condition for increasing efficiency.

The main reason restraining energy saving is the lack of motivation of economic agents. To assess the situation, the differences in the behavioral attitudes of energy producers, consumers and regulators were analyzed. The search for solutions is based on the balance of interests, with the energy service contract considered as an instrument for coordination. However, its limitations associated with the lack of short-term benefits for the consumer, require the development of compensators for the delayed effect of energy savings.

Keywords: energy saving, the North, management, institutions, motivation

Введение

Вопросы энергосбережения являются одними из наиболее актуальных в тематике научных исследований в области экономики и общей энергетики. Толчком для широкой дискуссии в мире послужили события 1970-х гг. прошлого века, выразившиеся в энергетических кризисах 1973 и 1979 гг. и последовавших ценовых шоках. Тогда возникла острая необходимость снижения зависимости ведущих индустриальных держав от поставщиков углеводородных энергоресурсов за счет рационализации собственного энергопотребления. Еще один

импульс вниманию к энергосбережению придало обострение экологических последствий активного экономического роста, а также наблюдаемые глобальные изменения климата. Распространение концепции устойчивого развития и дополняющих ее идей «зеленого роста», «низкоуглеродной экономики» и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в настоящий момент можно считать главной идеологической базой международной активности в данном вопросе.

К этому следует добавить национальную специфику социально-экономического и технологического развития России (как и ранее Советского Сою-

за), связанную с избыточной опорой на топливно-энергетический сектор. Высокая энергоемкость валового внутреннего продукта признается одним из главных факторов слабой конкурентоспособности страны на мировом рынке.

Северные регионы традиционно выступают в роли производителей и поставщиков топлива и энергии, но при этом характеризуются крайне неэффективной структурой собственного энергопотребления. Проблема приобретает особое значение в силу взаимного влияния экологических, природно-климатических факторов и сложившейся системы хозяйствования и жизнедеятельности.

Таким образом, актуальность исследования определяется необходимостью существенного снижения энергоемкости за счет более рационального использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), а также стремлением к построению экономики на принципах устойчивого развития.

Выбор методической основы исследования

Несмотря на то, что тема низкой энергоэффективности достаточно широко представлена в научных публикациях за последние пять лет, собственному аспекту энергосбережения посвящено не так много работ. В основном это статьи в специализированных журналах «Энергосбережение» и «Энергосбережение и водоподготовка», ориентированных на решение практических задач с некоторым акцентом на методические вопросы. Проблемы теории и методологии рассматриваются в самой незначительной степени. Наиболее полный анализ энерготехнологических аспектов энергосбережения дан в работах Е.Г.Гашо [1–3]. Оценка характеристик текущего состояния и тенденций в этой сфере представлена И.А. Башмаковым [4], П.П. Безруких [5]. Важным направлением исследований является анализ институциональных условий [6,7]. В них рассматриваются нормативно-правовое обеспечение и, в меньшей степени, особенности организации и управления на региональном уровне. Еще меньше публикаций посвящено обобщению опыта решения задач энергосбережения для условий Российского Севера [8]. Например, в работах [9,10] распространение инноваций в энергосбережении рассматривается как единый для всех механизм, без необходимого в этом случае учета специфики каждого конкретного северного региона.

Конечная цель исследования – выбор оптимальных организационных структур и стимулирующих механизмов энергосбережения. На начальном этапе методом сравнительного и ситуационного анализа оценивались соответствующие государственные программы, а также деятельность специализированных центров энергосбережения и повышения энергетической эффективности в регионах Европейского Севера России (ЕСР) на примере Республики Коми, Архангельской области и Ненецкого автономного округа, Республики Карелия, Мурманской области. В теоретическом плане исследование базируется на принципах поведенческой экономики, а также методологии энергоэкономического прогнозирования.

Уточнение базовых терминов

Понятия энергоэффективности и энергосбережения в общественных дискуссиях, нормативно-правовых документах и научных публикациях очень часто пересекаются или следуют вместе в одном предложении. Вместе с тем эти понятия различны как по своей сути, так и по соподчиненности друг другу. Согласно работе [11] и Закону 261-ФЗ «Об энергосбережении», энергетическая эффективность – это характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

Энергосбережение – реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования. Чуть более расширенное определение энергосбережению дает энциклопедия [12]. В данном случае оно представляет собой применение правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот ВИЭ.

Некоторые исследователи [13] обращают внимание на психологические аспекты: «Четкое различие между энергоэффективностью и энергосбережением заключается в том, что первая относится к внедрению конкретной технологии, которая уменьшает общее энергопотребление без изменения соответствующего поведения, в то время как последнее подразумевает просто изменение поведения потребителей». Поэтому тезис о том, что энергосбережение – это образ жизни, является важным моментом в научном объяснении мотивации людей к повышению их собственной эффективности.

В работе акцент сделан на анализе ситуации с энергосбережением как целенаправленным организационным процессом экономии ТЭР – уменьшением потребления энергии при сохранении объема производимых товаров. Энергоэффективность же, как комплексное технико-экономическое явление, характеризующее предельно необходимую экономию и связанные с этим общественные издержки, хоть и не является предметом исследования на данном этапе, учитывается в контексте решения поставленных задач.

Ситуация с энергоэффективностью на Европейском Севере России

Уровень энергоемкости региональной экономики зависит от отраслевой структуры производства, степени модернизации применяемых энергопотребляющих технологий, климатических особенностей. Основными факторами, влияющими на динамику энергоэффективности, являются структурный, технологический и фактор масштаба производства.

В работе Л.В. Чайка [8], выполненной в рамках данного проекта, на основе эконометрического моделирования показано, что энергоёмкость экономики ЕСП существенно (на 48%) превышает среднероссийский уровень, а ее динамика за период с 2005 по 2015 гг. не привела к удовлетворительным результатам роста энергоэффективности. Обращает на себя внимание принципиальная разница в оценках энергоёмкости экономики России и ее северных регионов при номинальном и реальном исчислении ВРП: вместо декларируемого снижения наблюдается устойчивая стагнация данного показателя. Подобное пренебрежение действительным состоянием дел негативно сказывается на качестве стратегирования и программно-целевого управления энергосбережением.

В анализируемый период энергопотребление Республики Карелия демонстрировало устойчивый тренд на снижение из-за структурно-технологических трансформаций производства ВРП. С.В.Тишков и А.П. Щербак [14] для этого региона особо выделяют эффект от устранения энергорасточительства. В Республике Коми энергоёмкость снижалась до 2012 г., а затем интенсивно увеличивалась под влиянием структурных факторов. Экономика региона более энергозатратная в сравнении с общероссийским уровнем, прежде всего за счет доминирующего влияния добывающих отраслей и трубопроводного транспорта. В Архангельской области, включая Ненецкий автономный округ, энергопотребление находилось на относительно стабильном уровне. В Мурманской области восстановительный рост последних лет способствовал некоторому снижению энергоёмкости. Хотя в самом регионе влияние фактора масштаба недооценивается в пользу технологической трансформации [15] и роли организационных мероприятий [16].

Комплексные исследования и расчеты Л.В. Чайка доказывают, что медленный рост энергоэффективности на Севере России в целом обусловлен низкими темпами экономического развития и недостаточными качественными изменениями в структуре регионального производства. Реальность такова, что определяющим фактором динамики энергоёмкости остается эффект масштаба. Небольшой вклад вносит структурная оптимизация и практически отсутствует активная технологическая модернизация за пределами корпоративного сектора. Таким образом, собственно энергосбережение как технологический фактор можно считать второстепенным условием повышения энергоэффективности, для которого не выявлено устойчивого временного тренда. Это, тем не менее, не отрицает необходимости рационализации ресурсопотребления посредством активной государственной политики. В рассматриваемых регионах ЕСП в разные годы созданы организационные структуры, поддерживающие исполнение 261-ФЗ. Это Коми республиканский центр энергосбережения, Центр энергетической эффективности Республики Карелия, Агентство энергетической эффективности Мурманской области, Региональный центр по энергосбережению Архангельской области.

Идеологически данные экономические институты объединены общей целью повышения энергетической эффективности на своих территориях, но при этом характеризуются существенными различиями в организационно-правовом статусе в осуществляемой деятельности. Так, в Республике Коми Центр зарегистрирован как бюджетное учреждение, в Архангельской области как государственное казенное учреждение, Мурманской области – государственное автономное учреждение, в Карелии – некоммерческая автономная организация. В Ненецком автономном округе управление энергосбережением не институционализировано и входит в сферу ответственности профильного департамента регионального правительства.

Разнообразие целей функционирования можно свести к трем группам:

- 1) проведение технической и экономической экспертизы энергосберегающих мероприятий;
- 2) финансирование и непосредственная реализация программ;
- 3) мониторинг деятельности в сфере энергосбережения, информационное обеспечение и координация.

На фоне других северных регионов Республики Коми выделяется тем, что первостепенной задачей ее центра является сбор внебюджетных средств, включенных в регулируемые тарифы (от 0,4% в 2015 г. до 0,9% в 2018 г.). За счет этого формируется финансовая основа для реализации энергосберегающих проектов, не зависящая от состояния доходной части регионального бюджета.

Предоставление субсидий из федерального бюджета на реализацию энергосберегающих проектов может рассматриваться в качестве одного из мотивов создания организационной инфраструктуры. Центры энергоэффективности в этом случае играют роль институтов привлечения инвестиций в экономику региона.

Если основываться на различных рейтингах (например, Министерства энергетики РФ и Интерфакса), то лучше всех выглядит управление процессами энергосбережения в Мурманской области. Но даже ее положительный опыт трудно назвать наилучшей доступной практикой, полностью готовой для транслирования на остальные северные регионы, так как даже самые успешные решения не позволяют области считаться лидером энергоэффективности (по показателю энергоёмкости ВРП) и примером организации экологически безопасной, технически надежной и экономически привлекательной энергетики на уровне России.

Учет различий в мотивации энергосбережения

Недостаток мотивации – главная причина, сдерживающая развитие энергосбережения. Затем следуют низкая информированность, отсутствие механизмов экономики, слабая организация и координация действий [17].

Чтобы лучше понять механизм мотивации, рассмотрим энергосбережение дифференцированно с позиции производителя энергии и ее потребителя. Такой подход оправдан несопадением моти-

вационных установок [5]. Так одна сторона стремится нарастить выручку за счет производства большего объема энергии и продажи ее по максимально высоким ценам. Другая – напротив, желает сократить затраты на приобретение ТЭР, в противном случае вынуждена снижать фактическое потребление энергии, либо наращивать долги.

Подобное разделение не следует рассматривать как абсолютно детерминированное. Производитель энергии сам является ее потребителем в ходе осуществления технологических операций по генерации, передаче и распределению. Потребитель также может выступать на стороне производителя энергии, если используя технологии Smart Grid, реализует излишки энергии. Последние могут быть получены как за счет энергосберегающих мероприятий, более точного учета, так и собственной микрогенерации на ВИЭ или накопления энергии. Для упрощения анализа этим обстоятельством можно пренебречь, оперируя чистыми стратегиями.

Рассмотрим мотивационные установки обобщенного продавца энергии, в качестве которого может выступать как отдельный участник рынка (электрическая станция или энергосбытовая компания), так и единая энергетическая система, обеспечивающая поставку товара (оказание инфраструктурной услуги) конечному потребителю.

Сектор производства и распределения энергии. Производители и поставщики энергии, как полноправные участники рыночных отношений, прямо финансово заинтересованы в росте объемов потребления собственной продукции и услуг. Чем больше выручка, тем меньше удельные затраты на производство единицы продукции, а значит, больше прибыль, распределяемая в интересах менеджмента и инвесторов.

В условиях государственного регулирования тарифов на тепловую энергию методом экономически обоснованных затрат стимулов к продвижению энергосберегающего поведения у покупателя со стороны продавца нет: компания не сможет обосновать энергетической комиссии сокращенные вследствие экономии переменные затраты на потребляемые ею ТЭР в прежнем объеме, что приведет к снижению тарифа. Поэтому энергосбережение рассматривается как самостоятельный бизнес (точнее, дополнительная рыночная ниша для товара-субститута), который может приносить прибыль. Для этого энергетическими компаниями и независимыми агентами создается соответствующая рыночная инфраструктура [18]. Главное условие – доходность субститута должна компенсировать снижение объемов отпущенной энергии (основного товара). Более того, чем выше цена энергосберегающей услуги, тем «выгоднее» в глазах потребителей становится энергорасточительное поведение. Особенно это заметно на примере наиболее дорогого ресурса – тепла. Сроки окупаемости установки индивидуальных приборов учета и регулирования потребления тепла в старых домах со стояковой системой отопления могут превышать 10 лет и приближаться к эксплуатационному сроку работы самого оборудования, а степень обеспеченности ими не превышает 15–20%.

Следует признать, что в общем случае производителям и тем, кто занят распределением и реализацией, энергосбережение у конечных потребителей не выгодно. Активное участие в данных процессах может быть политически мотивированным. Национальное правительство может принуждать участников рынка к энергоэффективному поведению из-за взятых на себя международных обязательств (Киотский протокол, Парижское соглашение). Либо институциональные инвесторы могут потребовать от энергетических компаний следовать в своей корпоративной стратегии принципам устойчивого развития и экологически ответственного поведения. Сегодня это особо заметно в секторе угольной генерации.

На противоположной стороне энергетического рынка находятся потребители. Их цель – сместить кривую спроса таким образом, чтобы как можно сильнее снизить цену, сохранив полезный физический объем [13]. С исследовательской и практической точек зрения обобщенного потребителя – участника процесса энергосбережения – разделяют на три категории: коммерческий, индивидуальный и бюджетный. Логика такого деления определяется различием в применяемых инструментах реализации собственных мотивов. Это может быть энергоменеджмент, культура рационального потребления и бюджетные ограничения.

Коммерческий сектор. По мнению Международного энергетического агентства, российская промышленность не использует и половины возможностей для экономии энергоресурсов. Вместе с тем, неоспоримым конкурентным преимуществом Российской Севера всегда была дешевая и доступная энергия. Это позволяло компенсировать добывающей и обрабатывающей промышленности издержки удаленности от основных рынков сбыта продукции.

С переходом на рыночные отношения ситуация изменилась. Для сохранения позиций на рынках необходимо оптимизировать потребление энергии. Результаты экспертного опроса, представленного Т.В. Гусевой и М.В. Степановой [2], показывают, что наибольший интерес к энергосбережению проявляют предприятия, у которых энергозатраты достигают от 10 до 25% себестоимости продукции. При этом они скептически относятся к прогрессу в их снижении, оценивая потенциал в 5–10% от текущего уровня.

Крупные компании естественным образом под действием конкурентного давления приходят к системному управлению процессом в формате энергетического менеджмента. К тому же, их интерес был поддержан и международными институтами. В качестве примера можно указать проект Глобального экологического фонда и ЮНИДО – Система энергоменеджмента (СЭНМ). Основная часть мероприятий с объемом финансирования в 15,6 млн.дол. направлена на развитие культуры энергопотребления на предприятиях и сбережение ресурсов за счет методического, информационного и кадрового обеспечения.

Таким образом, коммерческий сектор, представленный на Севере России сырьевыми корпо-

рациями, самостоятельно или с помощью международных инициатив решает проблему повышения энергетической эффективности и обеспечения конкурентоспособности. Средний и малый бизнес, в котором энергетический менеджмент также развивается, но который испытывает постоянный недостаток свободных средств на эти цели, пока не проявляет серьезной заинтересованности в государственной помощи из-за низкой информированности и сложности участия. В условиях, когда государственная активность по поддержке энергосберегающих проектов в промышленности фактически свернута из-за отсутствия средств на субсидирование, регуляторная энергия правительства направляется на региональные программы энергосбережения, целевой аудиторией которых являются бюджетные организации и население.

Индивидуальный сектор. Население как объект продвижения государственной политики энергосбережения наиболее эмоционально реагирует на любые меры принуждения, небезосновательно опасаясь увеличения расходов, без какой-либо гарантии качества предоставляемых услуг. Как правило, связанные с этим проблемы, отмечаемые аналитиками при оценке мероприятий по реализации 261-ФЗ, носят неспецифический характер:

- рост размера оплаты коммунальных услуг при оснащении многоквартирных домов коллективными приборами учета, разбивка среди собственников помещений потребленных ресурсов на общедомовые нужды;

- отсутствие либо низкая конкуренция среди специализированных организаций по установке и обслуживанию приборов учета;

- наличие недобросовестных ресурсоснабжающих и управляющих организаций, относящих сверхнормативные потери на потребителей;

- недостаток экономических приемлемых индивидуальных технологий учета и оптимизации энергопотребления.

В данном случае персональные стратегии потребителей по защите своих интересов не могут изменить общей ситуации социальной апатии. Наведение элементарного порядка в экономике – политическая задача государства, выходящая за рамки законодательства об энергосбережении. Но то, что можно сделать уже сейчас, – это изменение поведенческих установок. Здесь максимально пригодится международный опыт по бережливому ведению хозяйства. В работе [19] перечислены когнитивные элементы, формирующие образ жизни домохозяйства, и непосредственно связанные с культурой энергопотребления: 1) мотивы приобретения жилья; 2) аспекты качества; 3) способы осуществления покупки; 4) улучшение жилищца; 5) жизненные ситуации.

Опираясь на полученную в ходе социологических опросов информацию о факторах, действительно волнующих людей в связи с их жильем и потреблением энергии, заинтересованные экономические агенты могут успешно воздействовать на поведенческие установки. Среди всех рассмотренных программ только Архангельская область ука-

зывает в качестве основного мероприятия формирование энергосберегающего поведения. Примеры локальных практик по популяризации и пропаганде бережного отношения к потребляемым энергетическим ресурсам, например в Республике Коми, включают проведение регионального этапа Всероссийского фестиваля «#ВместеЯрче» с участием школьников и представителей энергетических компаний. Таким способом удается охватить до 10% населения. Другие регионы также участвуют в этом фестивале и конкурсе проектов ENES. Помимо разовых акций, привлечение внимания к идее энергосбережения на постоянной основе ограничивается информированием граждан об их правах и обязанностях через социальные сети и традиционные СМИ. Интересен опыт Мурманской области по продвижению демонстрационно-образовательного центра как постоянно действующей площадки для распространения знаний о методах и приемах экономии ТЭР.

Бюджетный сектор. Основным мотивом участия бюджетных организаций в энергосбережении остается требование учредителей – органов государственной власти и местного самоуправления по экономии финансовых средств, выделяемых на их содержание. Притом что никакой реальной связи между экономией, количеством и качеством предоставляемых государственных и иных услуг нет, становится понятным отсутствие заинтересованности руководителей данных учреждений в инициации и реализации проектов.

Так, в Республике Коми зарегистрировано 1800 бюджетных организаций. По данным регионального центра энергосбережения, все они получили предположения в рамках государственной программы. Из них лишь половина отозвалась на первоначальный запрос, и только 120 учреждений предоставили контактные данные. До следующего этапа добрались 60 организаций, сумевших направить в центр всю необходимую информацию. В конечном итоге за несколько лет ими было реализовано только 22 проекта.

Таким образом, организационная воронка отсеяла почти 97% потенциальных участников бюджетного сегмента регионального рынка энергосбережения объемом в 4 млрд.руб. В Архангельской области в 2016 г. рынок оценивался в 7 млрд.руб., на которые планировалось профинансировать более 50 проектов. Говоря о созданной в регионах инфраструктуре, отмечалось, что центры энергоэффективности играют роль институтов привлечения инвестиций. С этим связана следующая проблема слабой мотивации. Как только федеральный центр сокращает субсидии, у региональных властей пропадает интерес к финансированию за счет собственного бюджета или поиска замещающих источников (частных, международных). В подтверждение этому И.А. Башмаков приводит оценки, по которым отмена субсидий из федерального бюджета на 6 млрд.руб. привела к снижению расходов на мероприятия по повышению энергетической эффективности из остальных источников на 55 млрд.руб. [10].

Поиск решений на основе баланса интересов

Рассмотрим очень упрощенную модель поведения экономического агента-потребителя энергии. Пусть имеется некий поток доходов (D). Его величина остается постоянной во времени вне зависимости от изменения объемов потребления энергии. Также предположим, что все затраты (Z) состоят исключительно из расходов на энергоснабжение. Тогда прибыль (P) экономического агента (или сбережения, если мы говорим о домохозяйствах) представляет собой разность между доходом и затратами: $P = D - Z$. Если исходим из предпосылки о рациональном поведении экономического агента, выражающемся в максимизации собственной прибыли, то в условиях невозможности повлиять на величину дохода ($D = \text{const}$), он может попытаться снизить затраты на ТЭР.

Чтобы этого добиться, необходимо произвести инвестиции в энергосберегающие мероприятия (I). Это могут быть как прямые финансовые расходы на приобретение энергоэффективного оборудования, так и затраты времени или усилий на осуществление организационных и поведенческих изменений (например, на отказ от энергорасточительства или более строгий учет потребления).

Теперь экономическая модель выглядит следующим образом: $P' = D - (Z' + I)$, где P' – располагаемая прибыль в процессе энергосбережения, Z' – сократившиеся энергозатраты. Агент согласится пожертвовать частью прибыли на энергосберегающие инвестиции, если в будущем периоде она возрастет, т.е. $P' > P$. В противном случае он останется равнодушен к инвестициям и предпочтет ничего не менять.

Возникает вопрос: как должны меняться величины Z' и I , чтобы P' выглядела привлекательно для экономического агента. Успех энергосберегающей политики будет зависеть от того, удастся ли достичь соотношения $Z' + I < Z$. Только в этом случае обеспечивается возврат вложенных средств из величины экономии: $I < (Z - Z')$. Цена ТЭР должна быть достаточно высокой, чтобы экономия воспринималась с большей ценностью. А стоимость энергосберегающих мероприятий, напротив, относительно низкой, чтобы не изымать у потребителя всю прибыль от экономии.

Из имеющихся инструментов управления энергосбережением в некоммерческом секторе, в наибольшей степени соответствующих рассмотренной абстрактной модели и целям поиска баланса интересов, являются энергосервисные контракты (ЭСК). Основные положения ЭСК изложены в ст.108 ФЗ-44 «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». Согласно ему, цена энергосервисного контракта не может превышать фактических расходов потребителя на ТЭР за предыдущий год. Таким образом, соблюдается интерес потребителя на неумножение располагаемой прибыли (точнее, на защиту прочих неэнергетических статей расходов, которыми мы пренебрегли в ходе анализа). Также устанавливаются разме-

ры экономии и той доли, на которую может рассчитывать исполнитель ЭСК (от 5 до 30%).

ЭСК позволяет сбалансировать интересы государства (снижение физического объема потребления ТЭР, отсутствие необходимости отвлечения бюджетных средств на инвестиции) и бизнеса (гарантированный возврат инвестиций со справедливой нормой прибыли на низкомаржинальном рынке с большой долговой нагрузкой). Однако проблема удовлетворения интересов третьей стороны – конкретного потребителя – решается не в полной мере. Для него реальная экономическая выгода наступит после полного возврата инвестиций энергосервисной компанией и только в случае сохранения общего объема финансирования за пределами срока исполнения ЭСК.

Получается, что для двух из трех участников выгода ЭСК наступает уже в краткосрочном периоде, а для третьего отодвигается на 5–10 лет. Соответственно, для полного баланса интересов и повышения обоюдной заинтересованности в энергосбережении потребителю необходимо предоставить иные краткосрочные выгоды – компенсаторы отложенного эффекта экономии энергоресурсов. Разработка таких компенсаторов, как и в целом продвижение ЭСК, – достаточно интересная научно-практическая задача, требующая специального рассмотрения в рамках отдельного исследовательского проекта. В этом случае привлекательность ЭСК как основного инструмента повышения энергетической эффективности может возрасти не только для бюджетной сферы и организованных групп потребителей (например, ТСЖ), но и для отдельных домохозяйств.

Заключение

Действующая система управления энергосбережением на Европейском Севере России показала свою неэффективность, выражающуюся в недостаточных темпах снижения энергоемкости валового регионального продукта и слабой связи между конечным результатом и реализуемыми мероприятиями в силу определяющего значения структурного фактора.

Одна из причин недостаточной эффективности политики энергосбережения заключается в слабой проработке мотивирующих факторов ключевых экономических агентов. Государственные программы и организационные структуры нацелены на формальное достижение директивно установленных показателей, а не на фактическое улучшение ситуации в энергетической сфере. В результате остальные участники рынка вместо сотрудничества стремятся к извлечению выгоды своего монопольного положения (производители энергии), либо оппортунистического поведения (потребители).

Совершенствование системы управления энергосбережением охватывает несколько взаимосвязанных сфер, главные из которых: изменение поведенческих установок потребителей, достижение консенсуса интересов на основе справедливого распределения эффектов экономии, развитие рынка энергосбережения в части доступных инструментов и технологий, а также возможностей реализации сэкономленных ресурсов.

Литература

1. *Гашо Е.Г., Репецкая Е.В.* От стратегий и программ к реальному энергосбережению: открытый семинар «Экономические проблемы энергетического комплекса» 112 заседание от 22 июня 2010 г. / Ин-т народнохозяйственного прогнозирования Рос. акад. наук. М.: ИНП, 2010. 64 с.
2. *Гашо Е.Г.* Энергосбережение в зеркале промышленной политики. Информационный обзор Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2014. С.17–25.
3. *Гашо Е.Г.* Решение задачи энергосбережения: некоторые итоги и мифы // Энергосбережение. 2017. №2. С.36–41.
4. *Башмаков И., Мышак А.* Факторный анализ эволюции российской энергоэффективности: методология и результаты // Вопросы экономики. 2012. №10. С.117–131.
5. *Безруких П.П.* К вопросу об энергосбережении и повышении энергетической эффективности экономики России // Энергетическая политика. 2011. Вып. 1. С.4–9.
6. *Голубкин И.В.* Какие документы в области энергосбережения принимают регионы? // Энергосбережение. 2012. №4. С.54–59.
7. *Институциональные проблемы* повышения энергоэффективности жилищного и бюджетного секторов / С.Б. Сиваев, Д.П. Гордеев, Т.Б. Лыкова, А.Ю. Родионов. М.: Фонд «Институт экономики города», 2010. 100 с.
8. *Чайка Л.В.* Тренды энергоэффективности регионального развития Севера // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. Т.4, №55. С.159–169.
9. *Дли М.И., Кролин А.А., Балябина А.А.* Стратегия и механизм распространения инноваций в области энергосбережения в районах Севера // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2017. Т.3, №54. С.49–57.
10. *Башмаков И.А.* Повышение энергетической эффективности энергоснабжения в северных регионах России // Энергосбережение. 2017. №1–3.
11. *Папков Б.В.* Краткий словарь современной электроэнергетики: учеб.пособие / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2013. С.367.
12. *Электротехническая энциклопедия:* в 4 т. / Под ред. А.Ф. Дьякова (гл.ред.). Т. 4: У-Я. М.: Издательский дом МЭИ, 2010. С.218.
13. *Oikonomou V., Vecchis F., Steg L., Russolillo D.* Energy saving and energy efficiency concepts for policy making // Energy Policy. 2009. Vol. 37. Issue 11. P.4787–4796.
14. *Тишков С.В., Щербак А.П.* Энергоэффективность и энергосбережение как факторы повышения конкурентоспособности экономики северного приграничного региона (на примере Республики Карелия) // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». 2015. Т.15. №4. С. 40–45.
15. *Клюкин А.М., Кузнецов Н.М., Трибуналов С.Н.* Повышение эффективности использования энергоресурсов в Мурманской области / Тр. Кольского научного центра. Мурманск, 2016. №5(13). С.107–118.
16. *Гноевский В.Н.* Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Мурманской области // Повышение энергетической эффективности в региональной энергетике Мурманской области: Сб. статей по материалам «ENES-2014». М.: Издательство «Перо», 2015. С.4–7.
17. *Кузнецов Н.М., Клюкин А.М., Трибуналов С.Н.* Управление энергоэффективностью и энергосбережением // Вестник Кольского научного центра РАН. 2016. №2(25). С. 97–102.
18. *Гаврилин П.А.* Энергосбережение и энергообеспечивающие организации. Есть ли конфликт интересов? // Энергосовет. 2010. №8(13). С.27–28.
19. *Thøgersen J.* Housing-related lifestyle and energy saving: A multi-level approach // Energy Policy. 2017. Vol. 102. P.73–87.

References

1. *Gasho E.G., Repetskaya E.V.* Ot strategij i programm k realnomu energosberezheniyu: otkrytyj seminar «Ekonomicheskie problemy energeticheskogo kompleksa In-t narodnohozyajstvennogo prognozirovaniya Ros. akad. nauk [From Strategies and Programs to Real Energy Saving: An Open Seminar «Economic Problems of the Energy Complex» 112 meeting of June 22, 2010] / Inst. of National Economic Forecasting, RAS. Moscow: Inst. of National Economic Forecasting, 2010. 64 p.
2. *Gasho E.G.* Energoberezhnie v zerkale promyshlennoj politiki. Informacionnyj obzor Analiticheskogo centra pri Pravitelstve Rossijskoj Federacii [Energy saving in the mirror of industrial policy. Information review of the Analytical Center under the Government of the Russian Federation]. Moscow: Analytical Center under the Government of the Russian Federation, 2014. P.17–25.
3. *Gasho E.G.* Reshenie zadachi energosberezheniya: nekotorye itogi i mify [Solution of the problem of energy saving: some results and myths] // Energoberezhnie [Energy Saving]. 2017. №2. P. 36–41.
4. *Bashmakov I., Myshak A.* Faktornyj analiz evolyucii rossijskoj energoeffektivnosti: metodologiya i rezultaty [Factor Analysis of the Evolution of Russian Energy Efficiency: Methodology and Results] // Voprosy ekonomiki [Issues of Economics]. 2012. №10. P.117–131.
5. *Bezrukikh P.P.* K voprosu ob energosberezhenii i povyshenii energeticheskoy effektivnosti ekonomiki Rossii [On the issue of energy saving and energy efficiency of the Russian economy] // Energeticheskaya politika [Energy policy]. 2011. Issue 1. P.4–9.
6. *Golubkin I.V.* Kakie dokumenty v oblasti energosberezheniya primayut regiony? [What do-

- cuments in the field of energy saving do the regions accept?] // *Energoberezhenie* [Energy saving]. 2012. №4. P.54–59.
7. *Institucionalnye problemy povysheniya energoeffektivnosti zhillshhnogo i byudzhethnogo sektorov* [Institutional problems of increasing energy efficiency of the housing and budget sectors] / *S.B. Sivaev, D.P. Gordeev, T.B. Lykova, A.Yu. Rodionov*. Moscow: “Inst. of Economics of the City” Foundation, 2010. 100 p.
 8. *Chaika L.V.* Trendy energoeffektivnosti regionalnogo razvitiya Severa [Trends of energy efficiency of regional development of the North] // *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the market: formation of an economic order]. 2017. Vol.4, №55. P.159–169.
 9. *Dli M.I., Krolin A.A., Balyabina A.A.* Strategiya i mexanizm rasprostraneniya innovacij v oblasti energosberezheniya v rajonax Severa [Strategy and mechanism for the dissemination of innovations in the field of energy saving in the regions of the North] // *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the market: formation of an economic order]. 2017. Vol.3, №54. P.49–57.
 10. *Bashmakov I.A.* Povyslenie energeticheskoy effektivnosti energosnabzheniya v severnyh regionah Rossii [Increase of energy efficiency of power supply in the northern regions of Russia] // *Energoberezhenie* [Energy saving]. 2017. № 1–3.
 11. *Papkov B.V.* Kratkij slovar sovremennoj elektroenergetiki: ucheb.posobie [A Brief Dictionary of Modern Electric Power Engineering: A Study Guide]. Nizhni Novgorod, 2013. P.367.
 12. *Elektrotexnicheskaya e`nciklopediya: v 4 t.* [Electrotechnical encyclopedia]/ Ed. *A.F. Dyakov*. Vol. 4: U-Ya. Moscow: Moscow Power Engineering Inst. Publ., 2010. P.218.
 13. *Oikonomou, V., Becchis F., Steg L., Russolillo D.* Energy saving and energy efficiency concepts for policy making // *Energy Policy*. 2009. Vol. 37. Issue 11. P.4787–4796.
 14. *Tishkov S.V., Shcherbak A.P.* Energoeffektivnost i energosberezhenie kak faktory povysheniya konkurentosposobnosti ekonomiki severnogo prigranichnogo regiona (na primere Respubliki Kareliya) [Energy Efficiency and Energy Saving as Factors of Competitiveness of Economy of the Northern Border Region (on the Example of the Republic of Karelia)] // *Bull. of the South Ural State Univ. Series Power Engineering*. 2015. Vol.15. №4. P.40–45.
 15. *Klyukin A.M., Kuznetsov N.M., Tribunalov S.N.* Povyslenie effektivnosti ispolzovaniya energoresursov v Murmanskoy oblasti [Efficiency increase of power resources using in the Murmansk region] // *Proc. of the Kola Science Centre. Murmansk*, 2016. №5(13). P.107–118.
 16. *Gnoevsky V.N.* Energoberezhenie i povyslenie energeticheskoy effektivnosti v Murmanskoy oblasti [Energy saving and increase of energy efficiency in the Murmansk region] // *Povyslenie energeticheskoy effektivnosti v regionalnoj energetike Murmanskoy oblasti: Sbornik statej po materialam «ENES-2014»* [Increase of energy efficiency in regional power industry of the Murmansk region: Collected papers on “ENES-2014” materials]. Moscow: “Pero” Publ., 2015. P.4–7.
 17. *Kuznetsov N.M., Klyukin A.M., Tribunalov S.N.* Upravlenie energoeffektivnostyu i energosberezheniem [Energy efficiency and energy saving management] // *Bull. of the Kola Science Centre, RAS*. 2016. №2(25). P.97–102.
 18. *Gavrilin P.A.* Energoberezhenie i energosnabzhayushhie organizacii. Est li konflikt interesov? [Energy saving and energy supply organizations. Is there a conflict of interests?] // *Energosovet* [The Energy Council]. 2010. №8 (13). P.27–28.
 19. *Thøgersen J.* Housing-related lifestyle and energy saving: A multi-level approach // *Energy Policy*. 2017. Vol. 102. P.73–87.

УДК 621.311.019.3

DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-144-151

ОБОСНОВАНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ ЕЭС РОССИИ ПРИМЕНительно К СОВРЕМЕННЫМ УСЛОВИЯМ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Ю.Я.ЧУКРЕЕВ, М.Ю.ЧУКРЕЕВ

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

Рассмотрены вопросы влияния информационного наполнения задачи балансовой надежности на принимаемые решения по обоснованию оперативного резерва мощности ЕЭС России. Приводятся расчетные значения показателей балансовой надежности при различном представлении режимов электропотребления и генерирующей мощности для условий оптимального распределения резерва мощности.

Ключевые слова: показатели балансовой надежности, электроэнергетическая система, территориальная зона, резерв мощности

YU.YA. CHUKREYEV, M.YU. CHUKREYEV. JUSTIFICATION OF BALANCE RELIABILITY OF THE UPS OF RUSSIA IN MODERN CONDITIONS OF ELECTRIC POWER INDUSTRY DEVELOPMENT

The issues of the influence of the information content of the balance reliability problem on the decisions taken to justify the operational power reserve of the UPS of Russia are considered. Consideration is given to changing the principle of taking into account power consumption mode from one average daily schedule of December lasting 250 working days of the year to the consideration of all 8,760 hourly load changes. The calculated indicators of balance reliability with different representation of power consumption and generating capacity modes for the conditions of optimal distribution of the power reserve are presented.

Keywords: indicators of balance reliability, power system, territorial area, power reserve

Место перспективного планирования в современных условиях

При планировании развития электроэнергетических систем (ЭЭС) еще на рубеже 80-х гг. прошлого столетия применялась достаточно строгая иерархическая система, в рамках которой разрабатывалась стратегия развития генерирующих источников (включая типы, размеры и расположение) и линий электропередачи на перспективу от 5 до 20 лет. В ее рамках были разработаны эффективные методы, реализованные в программных разработках, позволяющие решать весь комплекс задач, связанных с управлением развитием энергосистем ЕЭС бывшего СССР. Резкое снижение электропотребления, практически на треть, изменение форм собственности, ухудшение качества управленческого персонала, закрытие отраслевых институтов и многое другое привели на рубеже веков к снижению интереса к вопросам перспективного планирования ЕЭС России.

В соответствии с Федеральным законом «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 №35-ФЗ ответст-

венным за вопросы планирования развития и обеспечения надежности в ЕЭС России до настоящего времени выступает АО «СО ЕЭС». Начиная с 2010 г. им с участием специалистов различных научно-исследовательских институтов в области энергетики и институтов Российской АН были разработаны регламентирующие документы: проект Правил технологического функционирования электроэнергетических систем¹ и новые методические рекомендации (МР) по проектированию развития энергосистем². Они предусматривали разработку основных работ по перспективному планированию в электроэнергетике:

– генеральную схему размещения объектов энергетики на 15 и более лет (разрабатывается Минэнерго России);

¹ Одобрены на совместном заседании Научного совета РАН и Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» 16.05.2011 г.

² Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем / ОАО «Институт “Энергосетьпроект”», 2012 г. (одобрены НП «НТС ЕЭС», секция «Техническое регулирование в электроэнергетике» в июле 2012 г., но до настоящего времени не утвержденные Минэнерго РФ.

– программу развития ЕЭС России на семилетний период³ (разрабатывается АО «СО ЕЭС» и ПАО «ФСК ЕЭС»);

– программы развития электроэнергетики регионов.

Помимо перечисленных выше документов, к системе планирования следует отнести еще и инвестиционные программы (ИП) ПАО «РусГидро», АО «Росэнергоатом» (горизонт планирования до трех лет), ПАО «ФСК ЕЭС», МРСК, ТСО (до пяти лет).

К сожалению, перечисленные выше материалы имеют между собой слабые связи без организующего начала. В соответствии с поручением заместителя Председателя Правительства РФ А. Дворковича⁴ Министерством энергетики России в 2017 г. создан единый центр компетенции (ЕЦК) по вопросам перспективного планирования в электроэнергетике на базе государственного АО «Институт “Энергосетьпроект”». При этом полномочия по вопросам перспективного планирования полностью концентрируются в Минэнерго России. Тем самым структура планирования (рис. 1) в значительной степени приближается к применяемой в условиях централизованного управления отраслю. Ее отличительными особенностями являются создание ЕЦК, временная синхронизация документов перспективного планирования, усиление связей с инвестиционными программами субъектов электроэнергетики. Следует отметить, что и в упомянутой централизованной системе планирования вопросы перспективного планирования электроэнергетики страны решались в Северо-Западном и Центральном отделениях Института «Энергосетьпроект».



Рис. 1. Предлагаемая структура перспективного планирования.
Fig. 1. Proposed forward planning structure.

Задача обеспечения балансовой надежности в системе перспективного планирования развития электроэнергетики страны

Надежность покрытия баланса мощности как в нашей стране, так и за рубежом при перспективном планировании ЕЭС России обеспечивается поддер-

жанием нормативной величины резерва мощности. Вопрос, который волнует как потребителей, так и поставщиков электрической энергии, состоит в его обосновании, которое невозможно обеспечить без решения задачи балансовой надежности [1, 2]. Под балансовой надежностью (*adequacy*) в задаче перспективного планирования электроэнергетики страны понимается способность ЭЭС обеспечивать совокупный спрос на электрическую энергию и мощность потребителей в пределах заданных ограничений на поставки энергоресурсов с учетом запланированных и обоснованно ожидаемых незапланированных перерывов в работе ее элементов, а также эксплуатационных ограничений.

В соответствии с определением к задачам балансовой надежности при управлении развитием ЕЭС России относятся лишь те, *решение которых связано с необходимостью учета отказов системы из-за аварийных повреждений оборудования и учета случайных отклонений нагрузок от планируемых значений* (в приведенном выше определении – обосновано ожидаемых незапланированных перерывов). Важно понимать, что случайные состояния, вызванные незапланированными перерывами, могут продолжаться несколько десятков суток (ремонт оборудования), а глубина возможного дефицита мощности может достигать значительных величин, исчисляемых десятками ГВт (несколько крупных генераторов выходят в аварийный ремонт, например, Саяно-Шушенская ГЭС), пусть и с малой вероятностью их наступления.

При планировании развития отрасли разрабатывался ранее, разрабатывается сегодня и будет разрабатываться в будущем так называемый баланс мощности для ЕЭС страны

в целом и ее объединенных ЭЭС (ОЭС). Его форма включает две позиции (рис. 2): расходная часть «спрос» (максимум нагрузки, экспорт и нормируемый резерв мощности); приходная «покрытие» (установленная мощность, неиспользуемая мощность на период прохождения максимума, вводы мощности после прохождения максимума, недоиспользование мощности).

Вопрос, который волнует как потребителей, так и поставщиков электрической

энергии, состоит в обосновании нормативного резерва мощности, являющегося одной из составляющей расходной части баланса. В задаче перспективного планирования ЭЭС он носит название полного (нормативного) резерва, и условно разделяется на три составляющие: ремонтный, стратегический и оперативный, предназначенный на компенсацию внеплановых (аварийных) выводов основного генерирующего и сетевого оборудования на ремонт. Поэтому, чтобы не путать понятия оперативного резерва при текущем планировании и крат-

³ Правила разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики, утвержденные постановлением Правительства РФ от 17.10.2009 № 823.

⁴ Исх. 8928п-Пз от 26.11.2016 на 5 л.

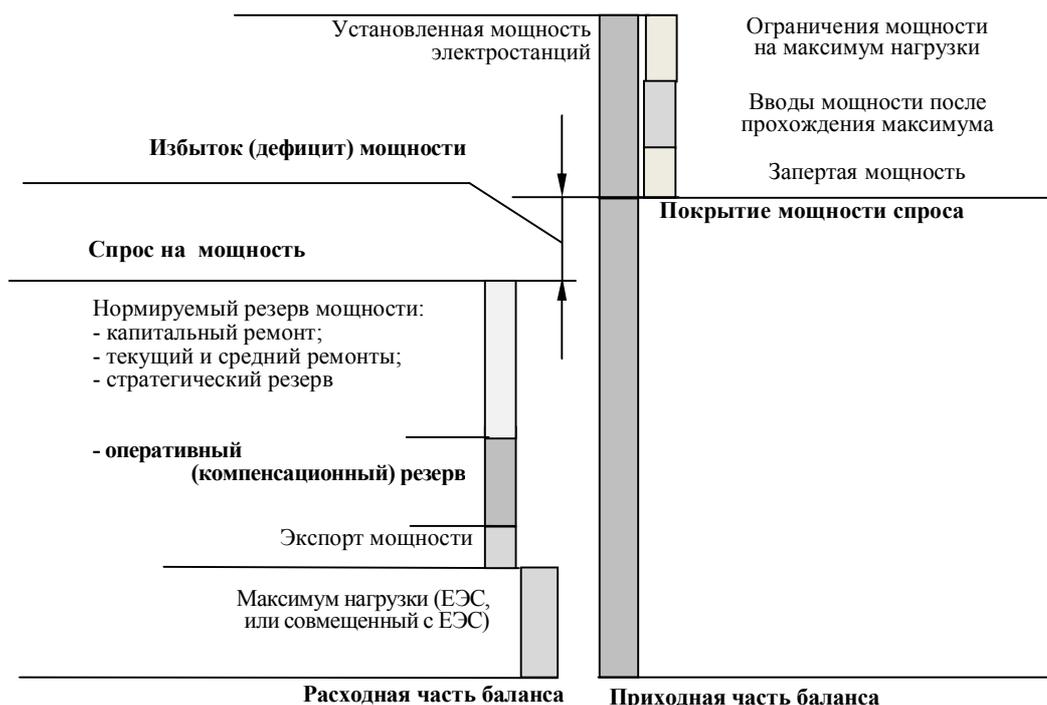


Рис. 2. Структура прогнозируемого баланса мощности.
Fig. 2. The structure of the predicted power balance.

косрочном (долгосрочном) эту составляющую полного резерва в последнее время иногда называют компенсационным резервом.

Основой определения потребностей в резервной мощности при разработке перспективных балансов была, есть и будет задача оценки показателей балансовой надежности (ПБН) вариантов развития ЕЭС России, так называемая задача анализа надежности. Независимо от принципов управления электроэнергетической отраслью (централизованный или рыночный), методика ее решения включает в себя реализацию двух этапов. На первом теми или иными методами формируются случайные состояния генерирующей мощности, вызванные аварийными выходами оборудования и нагрузки из-за ее случайных изменений вследствие ошибок прогноза. На втором этапе проводится оценка этих состояний с позиций возможного ограничения потребителей из-за невозможности достижения баланса мощности.

В условиях либерализации электроэнергетики, как и в условиях централизованного управления при планировании развития ЕЭС России, недопоставка мощности (электроэнергии) потребителю и ущерб, вызванный этим явлением, обычно значительно дороже покупки мощности (электроэнергии) на рынке. Это приводит к тому, что на каждом не предусмотренном нормальным режимом работы состоянии системы (аварийный выход основного генерирующего и сетевого оборудования, случайные изменения нагрузки) дефицит мощности в ЕЭС России возможен только в случаях либо недостаточности генерирующей мощности, либо недостаточности запасов пропускных способностей связей, либо того и другого в совокупности. Можно сказать,

что проблемы, характерные для решения задачи оценки ПБН в условиях рыночных отношений, практически не отличаются от таковых в условиях централизованного принципа управления ЕЭС России. Отличия могут коснуться только вопросов распределения системного дефицита мощности в те или иные территориальные зоны модели расчетной схемы ЕЭС России. Таким образом, в условиях либерализации постановка задачи обеспечения балансовой надежности не претерпевает значительных изменений.

Показатели балансовой надежности и их нормативные значения в нашей стране и за рубежом

На современном этапе наиболее приемлемыми ПБН с позиций обоснования средств обеспечения надежности (компенсационного резерва мощности) считаются [3–5]:

– в отечественной практике вероятности бездефицитной работы j -х территориальных зон $\rho_j = 1 -$

$J_{дj}$ ($J_{дj}$ – интегральная вероятность появления дефицита мощности);

– в зарубежной – средние вероятностные значения дней дефицита мощности (*Loss of Load Expectation, LOLE*) в сутках/год [4] и часов дефицита мощности в год (*Loss of Load Hours, LOLH*).

В нашей стране в практике проектирования до настоящего времени применялся норматив к вероятностным ПБН j -х территориальных зон расчетной схемы ЕЭС России $\bar{\rho}_j > 0,996$. В развитых странах мира минимальная величина резерва мощ-

ности от внеплановых изменений параметров также должна соответствовать неким заранее выбранным нормативам. На экспертном уровне в США и Западной Европе приняты определенные нормативные значения ПБН $LOLE$ и $LOLH$, служащие индикаторами принятия решений. В США и Канаде минимальная величина резерва мощности от внеплановых отключений оборудования должна соответствовать ПБН не выше значения $LOLE = 0,1$ сут./год. Общепринятый стандарт нормативов для некоторых европейских стран: Франция – $LOLH = 3$ ч/год, Великобритания – $LOLH = 4$ ч/год, Ирландия – $LOLH = 8$ ч/год.

Проблемные вопросы обоснования нормативного резерва мощности в современных условиях планирования развития энергосистем

Обоснование резервов мощности территориальных зон ЭЭС России при управлении их развитием в современных условиях должно быть направлено на применение методических подходов, ориентированных на минимизацию функционала приведенных затрат $Z_{\Sigma}(\Pi)$ с обязательным выполнением нормативных ПБН в j -х территориальных зонах расчетной схемы ЭЭС России:

$$Z_{\Sigma}(\Pi) = Z_R(\Pi) + Z_L(\Pi) \rightarrow \min, \text{ при } \rho_j(\Pi) > \bar{\rho}_j, \quad (1)$$

где $Z_R(\Pi) = \sum_{j=1}^n Z_{R_j}^{уд.} R_j$, $Z_L(\Pi) = \sum_{l=1}^m Z_{L_l}^{уд.} P_l^L$ – соответственно приведенные затраты на поддержание резервов генерирующей мощности (R_j) j -х территориальных зон и пропускной способности (P_l^L) l -х

связей расчетной схемы ЭЭС России; $Z_{R_j}^{уд.}$, $Z_{L_l}^{уд.}$ – удельные затраты (руб./кВт), соответственно, на создание резерва генерирующей мощности в j -й территориальной зоне ЭЭС и в усиление связей; $\rho_j(\Pi)$, $\bar{\rho}_j$ – соответственно ПБН при заданных средствах обеспечения балансовой надежности (Π) и нормативные (требуемые) ПБН в j -х территориальных зонах расчетной схемы ЭЭС России.

Использование нормативов ПБН обусловлено сложностью получения информации о компенсационных затратах от ненадежности (ущербов). В то же время встает вопрос определения численного значения норматива оценки ПБН $\bar{\rho}_j$ для принятия решений по обоснованию оперативной (компенсационной) составляющей полного резерва мощности в ЭЭС России. В отечественной практике планирования развития ЭЭС страны [6, 7] для этих целей использовался ПБН в виде вероятности бездефицитной работы j -й территориальной зоны $\bar{\rho}_j > 0,996$.

Это соответствовало интегральной вероятности появления дефицита мощности в j -й территориальной зоне ЭЭС России $J_{dj}^{опт.} = 0,004$.

Взаимосвязь принятого в нашей стране еще в 80-х гг. прошлого столетия вероятностного ПБН для j -х территориальных зон расчетной схемы ЭЭС России в виде $J_{dj}^{опт.}$ с принятыми за рубежом пока-

зателями потери нагрузки $LOLH$ в часах и особенно $LOLE$ в сутках в достаточной степени сложная. В статье рассматриваются только вопросы сравнения отечественного показателя с показателем $LOLH$.

Важным с позиций обоснования оперативно-го (компенсационного) резерва мощности j -х территориальных зон расчетной схемы ЭЭС России является понимание двух, взаимно влияющих друг на друга моментов. Первый заключается в том, что в нашей стране при планировании развития ЭЭС России, информация по годам перспективного периода приводится к периоду максимальных нагрузок декабря месяца⁵. Именно поэтому в практике расчетов ПБН территориальных зон ЭЭС России применяются различного рода упрощения. Одно из них – представление расчетного года одним суточным графиком декабря месяца, длящегося все 250 рабочих суток.

Второй момент обоснования резерва мощности, без выполнения которого применение первого было бы невозможно, состоит в использовании принципа проведения капитальных ремонтов генерирующего оборудования в периоды сезонных снижений нагрузки (рис. 3, справа). Это с определенной степенью достоверности позволяет считать, что средний декабрьский суточный график нагрузки длится весь год.

К третьему моменту, который напрямую не связан с первыми двумя, следует отнести применяемый при обосновании оперативного (компенсационного) резерва мощности состав генерирующего оборудования. К сожалению, во всех применяемых в отечественной практике программных комплексах оценки ПБН используется принцип независимости определения составляющих оперативного (компенсационного) и ремонтного резервов мощности. Это приводит к тому, что при построении модели генерации, учитывающей состав генерирующего оборудования и возможные его выводу в аварийный внеплановый ремонт, присутствуют неиспользуемое в балансе оборудование и оборудование, выведенное в плановый ремонт (даже в декабре месяце). Неучет этих особенностей приводит к определенным погрешностям в решении задачи обоснования резервирования в ЭЭС России.

⁵ Постановление Правительства РФ от 27.12.2010, № 1172 (ред. от 19.01.2018) «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности». Приказ Минэнерго России от 07.09.2010, № 431 (ред. от 17.08.2017) «Об утверждении Положения о порядке определения величины спроса на мощность для проведения долгосрочного отбора мощности на конкурентной основе на оптовом рынке электрической энергии (мощности) и порядке определения плановых коэффициентов резервирования мощности в зонах (группах зон) свободного перетока электрической энергии (мощности)» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2010, № 18578).

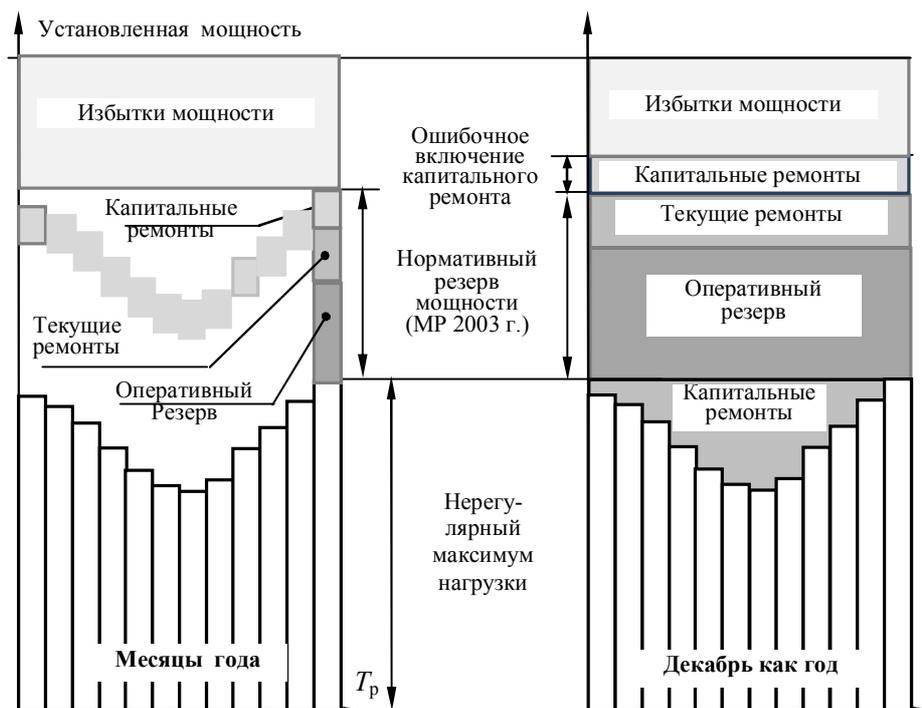


Рис. 3. К пониманию вопроса влияния упрощений в представлении режима электропотребления при обосновании оперативного (компенсационного) резерва мощности.

Слева – проведение капитальных ремонтов равномерно по сезонам года; справа – вписывание капитальных ремонтов в сезонный провал.

Fig. 3. Understanding the impact of simplifications in the representation of the power consumption mode in the justification of operational (compensation) power reserve.

On the left – overhauls evenly over the seasons of the year; on the right – overhaul in the seasonal failure.

Результаты влияния перечисленных выше моментов на величину оперативного (компенсационного) резерва мощности, полученные для модели расчетной схемы ЕЭС России, представленной в виде объединенных ЭЭС (ОЭС), приведены в таблице. В первой строке дана информация о максимуме нагрузки применительно к рассматриваемому 2022 г. (СиПР ЕЭС России на 2016–2022 гг.). В строках 2 и 3 приведены результаты расчета оперативного (компенсационного) резерва мощности для ЕЭС России в целом при выполнении нормативных показателей для составляющих ее j -х ОЭС в виде $\bar{\rho}_j > 0,996$, для двух вариантов представления режима электропотребления, приведенных на рис. 3.

Первый (строка 2) состоял в оптимизации распределения оперативного резерва мощности при представлении режима электропотребления j -х территориальных зон в виде одного среднего графика нагрузки декабря месяца, длящегося все 250 рабочих дней года (рис. 3, справа). Вероятностно определенная информация о работе генерирующего оборудования и случайных отклонениях режима электропотребления для этого варианта получена специалистами АО «СО ЕЭС» и представлена в отчете⁶ и работе [8]. В расчетах обоснования средств

резервирования территориальных зон ЕЭС России в этом варианте в полной мере выполнялись положения методической рекомендации 2003 г. [6]. Тогда в обоих вариантах не учитывалось влияние реально используемого генерирующего оборудования. О чем будет сказано несколько ниже.

Во втором варианте (строка 3) оптимизация распределения оперативного резерва мощности с учетом соблюдения нормативного значения ПБН $\bar{\rho} = 0,996$ осуществлялась при представлении режима электропотребления с учетом ее сезонных снижений по месяцам года (рис. 3, слева). При этом использовалась практически та же вероятностно определенная информация о работе генерирующего оборудования и случайных отклонениях режима электропотребления, что и для первого варианта. Понятно, что по режимам электропотребления данная информация должна была претерпеть определенные изменения (в летние месяцы случайных отклонений меньше, пропускные способности изменяться и т.п.), но принята неизменной. Сезонные (месячные) снижения нагрузки относительно декабрьского максимума также приняты условно, исходя из данных, имеющих у авторов, по ОЭС Северо-Запада.

Вероятностные ПБН j -х территориальных зон расчетной схемы ЕЭС России, приведенные в строках 2а и 3а для оптимальных вариантов размеще-

⁶ Отчет о НИР «Обоснование нормативных значений составляющих полного резерва мощности в разрезе ОЭС и ЕЭС России в целом при планировании их развития». Сыктывкар: ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН (по заданию АО «СО ЕЭС»), 2016. 66 с.

Сыктывкар: ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН (по заданию АО «СО ЕЭС»), 2016. 66 с.

Влияние различного представления режимов электропотребления и генерирующего оборудования на ПБН и величину оперативного резерва мощности ЕЭС России на уровень 2022 г. (СхПР ЕЭС России на 2016–2022 гг.)
Effect of different representations of power consumption and generating equipment on AI and the amount of operational reserve capacity of the UPS of Russia at the level of 2022 (development scheme and program of the UPS of Russia for 2016–2022)

№ п/п	Характеристика	Ед. измерения или ПБН (о.е.)	Величина
1.	Максимум ЕЭС России (2022 г.)	МВт	155860
2.	Оперативный резерв мощности при использовании режима электропотребления в виде графика декабря, длящегося весь год (рис. 3, справа), нормативный ПБН $J_{д}^{опт.} = 0,004$	МВт	15610
		%	10,02
Вероятностные показатели балансовой надежности в одной из территориальных зон			
2а.	При использовании способа представления режима электропотребления (рис. 3, справа)	$J_{д}^{опт.}$	0,00419
		LOLH	36,69
2б.	При использовании способа представления режима электропотребления (рис. 3, слева)	$J_{д}^{опт.}$	0,00082
		LOLH	7,27
3.	Оперативный резерв мощности при использовании суточных графиков 12-ти месяцев (рис. 3, слева) нормативный ПБН $J_{д}^{опт.} = 0,004$	МВт	11985
		%	7,69
Вероятностные показатели балансовой надежности в одной из территориальных зон			
3а.	При использовании способа представления режима электропотребления (рис. 3, слева)	$J_{д}^{опт.}$	0,00421
		LOLH	37,14
3б.	При использовании способа представления режима электропотребления (рис. 3, справа)	$J_{д}^{опт.}$	0,0200
		LOLH	175
4.	Оперативный резерв мощности при использовании режима электропотребления в виде графика декабря, длящегося весь год (рис. 3, справа), нормативный ПБН $J_{д}^{опт.} = 0,004$ для условий учета зависимости проведения плановых и внеплановых ремонтов	МВт	14100
		%	9,05
5.	Оперативный резерв мощности при использовании суточных графиков 12-ти месяцев (рис. 3, слева), нормативный ПБН $J_{д}^{опт.} = 0,004$ для условий учета зависимости проведения плановых и внеплановых ремонтов	МВт	10500
		%	6,74

ния оперативных (компенсационных) резервов мощности при различном представлении режима электропотребления, практического интереса не вызывают. Видно, что эти показатели приближены к принятому в нашей стране нормативному значению для j -х территориальных зон $J_{дj}^{опт.} = 0,00418$. При

этом применяемый в зарубежной практике показатель потери нагрузки в часах LOLH, получаемый при рассмотрении 8760 ступеней годового графика нагрузки, определяется простым умножением показателя $J_{дj}^{опт.}$ на 8760 ч, что и приводит к его примерно значению 37 ч/год (строки 2а и 3а табл. 1).

Обращает на себя внимание существенное снижение оптимальной величины оперативного резерва мощности при изменении режима электропотребления с представленных на рис. 3 правого графика на левый. По ЕЭС России в целом снижение величины оперативного (компенсационного)

резерва мощности составило 2,33% (с 10,02 до 7,69% – строки 2 и 3), в территориальных зонах примерно такие же цифры. Из сопоставления этих двух строк видно, сколь значительное влияние оказывает представление режима электропотребления на принимаемые решения по обоснованию величины оперативного (компенсационного) резерва мощности в ЕЭС России.

Рассмотрим теперь строчку 2б из таблицы, в которой для полученного при использовании среднего суточного графика декабря, длящегося 250 рабочих дней года (рис. 3, справа), распределения резерва мощности изменен режим электропотребления. Он представляется 12-ю месяцами с характерными для них суточными часовыми графиками (рис. 3, слева). Своего рода этим подходом с определенной степенью достоверности производится моделирование 8760 часовых изменений нагрузки в течение года. Видно, как значительно по отношению к строке 2а (таблица) изменились вероятност-

ные ПБН j -х территориальных зон ЕЭС России (на примере ОЭС Урала). Отечественный вероятностный ПБН в виде $J_{dj}^{opt.}$ во всех j -х территориальных зонах снизился с нормативного значения 0,0042 до 0,00082, зарубежный $LOLH$ с 36 до 7,25 ч.

Понятно, и об этом было сказано выше, что указанные результаты получены при условном представлении режима электропотребления. Не совсем корректно даны сезонные снижения нагрузки, случайные отклонения, выходные и праздничные дни, капитальные ремонты и т.п. Опыт проведения подобных расчетов показывает, что эти некорректности не столь сильно скажутся на приведенных в строке 2б (таблица) результатах. Таким образом, можно констатировать, что изменение представления режима электропотребления приводит к изменению нормативного показателя балансовой надежности.

Следующие две строчки (4 и 5) характеризуют изменение оперативного (компенсационного) резерва мощности в ЕЭС России при вариации состава генерирующего оборудования (третий момент). В этих приведенных строках – результатах, состав генерирующего оборудования определялся, исходя из условий превышения генерирующей мощности над величиной нагрузки на составляющую оперативного (компенсационного) резерва мощности. Такой состав в реальных условиях не так просто подобрать, поэтому принимались определенные допущения. В этом вопросе многое может быть более правильно реализовано при использовании ретроспективной информации о проведении долгосрочных отборов мощности⁷.

Обращает на себя внимание, что учет реального состава генерирующего оборудования в построении биномиальных рядов вероятностей аварийного снижения мощности [5, 6] приводит к почти процентному снижению оперативного (компенсационного) резерва мощности. Эта величина снижения резерва мощности более чем на четверть превышает математическое ожидание выведенного генерирующего оборудования (избытки мощности, плановые ремонты) из всего имеющегося состава, соответствующего установленной мощности территориальных зон ЕЭС России. Естественно, что эта особенность представления генерирующего оборудования должна учитываться при обосновании оперативного (компенсационного) резерва мощности территориальных зон ЕЭС России.

Выводы

1. Показано, что представление режима электропотребления оказывает существенное влияние на оценку показателей балансовой надежности территориальных зон ЕЭС России и средств ее обеспечения – резервов мощности.

⁷ Постановление Правительства РФ от 27.12.2010, № 1172 (ред. от 19.01.2018) «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности».

2. Изменение принципа учета режима электропотребления с одного среднесуточного графика декабря, длящегося 250 рабочих дней года на рассмотрение всех 8760 часовых изменений нагрузки, требует изменения используемого в практике проектирования нормативного показателя балансовой надежности j -х территориальных зон ЕЭС России в виде интегральной вероятности безотказной работы $\bar{\rho}_j > 0,996$. Исследования показывают, что наиболее приемлемыми нормативными значениями показателей балансовой надежности могут быть принятые в странах Западной Европы $LOLH = 3 \div 8$ ч, или в переводе к вероятностному показателю $\bar{\rho}_j = 0,9991 \div 0,9997$.

3. В современных условиях наличия больших избытков мощности в ЕЭС России и перехода на проведение плановых ремонтов генерирующего оборудования по его состоянию при обосновании оперативной (компенсационной) составляющей нормативного (полного) резерва мощности необходимо более строго подходить к определению состава генерирующего оборудования, реально работающего на покрытие спроса потребителей.

Литература

1. Волков Г.А. Оптимизация надежности электроэнергетических систем. М.: Наука, 1986. 117 с.
2. Ковалев Г.Ф., Лебедева Л.М. Надежность систем электроэнергетики. Новосибирск: Наука, 2015. 224 с.
3. Чукреев Ю.Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. 176 с.
4. Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю. Модели оценки показателей балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. 207 с.
5. Billinton R., Allan R.N. Reliability Evaluation of Power Systems. Second Edition. New York and London: Plenum Press, 1996. 509 p.
6. Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ. СО 153-34.20.118-2003.
7. Волькенгау И.М., Зейлигер А.Н., Хабачев Л.Д. Экономика формирования электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1981. 320 с.
8. Чукреев Ю.Я. Обеспечение балансовой надежности применительно к современным условиям перспективного планирования ЕЭС России // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2017. Вып. 68. С. 56–65.

References

1. Volkov G.A. Optimizaciya nadezhnosti elektroenergeticheskikh system [Optimization of reliability of electric power systems]. Moscow: Nauka, 1986. 117 p.

2. *Kovalev G.F., Lebedeva L.M.* Nadezhnost' sistem elektroenergetiki [Reliability of electric power systems]. Novosibirsk: Nauka, 2015, 224 p.
3. *Chukreyev Yu.Ya.* Modeli obespecheniya nadezhnosti elektroenergeticheskikh system [Models to ensure the reliability of electric power systems]. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 1995. 176 p.
4. *Chukreyev Yu.Ya., Chukreyev M.Yu.* Model ioce-nki pokazatelej balansovoj nadezhnosti pri upravlenii razvitiem elektroenergeticheskikh system [Models of estimation of indicators of balance reliability at management of development of electric power systems]. Syktyvkar: Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2014. 207 p.
5. *Billinton R, Allan R.N.* Reliability Evaluation of Power Systems. Second Edition. New York and London: PlenumPress, 1996. 509 p.
6. *Metodicheskie rekomendacii po proektirovaniyu razvitiya energosistem.* (Utverzhdeno Prikazom Minehnergo Rossii ot 30 iyunya 2003 g., № 281) [Guidelines for the design of power systems (Approved by the Order of the Ministry of Energy of Russia of June 30, 2003, № 281)]. Moscow: Ministry of Energy of the Russian Federation, SO 153-34.20.118-2003.
7. *Vol'kenau I.M., Zeiliger A.N., Khabachev L.D.* Ekonomika formirovaniya elektroenergeticheskikh system [Economy of formation of electric power systems]. Moscow: Energy-atom publ., 1981, 320 p.
8. *Chukreyev Yu.Ya.* Obespechenie balansovoj nadezhnosti primenitel'no k sovremennym usloviyam perspektivnogo planirovaniya EES Rossii // Metodicheskie voprosy issledovaniya nadezhnosti bol'shikh system energetiki [Ensuring balance reliability in relation to the current conditions of long-term planning of the UES of Russia// Methodological issues of the study of the reliability of large energy systems]. Irkutsk: Inst. of energy systems, Siberian Branch, RAS, 2017. Issue 68. P. 56–65.

УДК (336.64+336.1):332.1
DOI 10.19110/1994-5655-2018-4-152-160

ФИНАНСОВЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ю.А. ГАДЖИЕВ, М.М. СТЫРОВ

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

В статье рассмотрена динамика финансовых ресурсов Республики Коми. Кратко проанализированы основные составляющие финансовой системы региона: доходы населения, консолидированный бюджет, финансы предприятий. В качестве одного из ключевых регуляторов исследована роль кредита в управлении организациями. Показано, что устойчивое развитие республики требует большей осторожности в пользовании данным инструментом как за счёт внешней регулятивной, так и внутренней этической составляющей.

Ключевые слова: Республика Коми, регион, финансовые ресурсы, бюджет, доходы населения, финансы предприятий, кредит

YU.A. GADZHIYEV, M.M. STYROV. FINANCIAL RESOURCES OF THE KOMI REPUBLIC: TENDENCIES AND PROSPECTS

The general ratio of the main components in the financial system of the region is analyzed. The structure of financial resources revealed an advanced increase in funds of enterprises and a reduction in income of the population. At the same time, the insufficiency of funds in the economic system of the region is specified.

In the dynamics of cash income of the population their total value, the degree of unevenness, the level of poverty are analyzed.

The phenomena of growth of non-productive expenditures and imbalance of the budgetary system are emphasized.

In the finance of enterprises special attention is paid to strengthening of the role of credit. In the total number of organizations three groups on the degree of risk are revealed. It is shown how the dynamics and efficiency of economic activity depend on the quality of debt capital management. Specific measures for the transition from the paradigm of extensive growth to sustainable development are proposed.

Keywords: the Komi Republic, region, financial resources, budget, income of the population, finance of enterprises, credit

Введение

В настоящее время основной задачей экономики страны, регионов является выход из затяжного экономического кризиса и обеспечение устойчивого развития. Практическое решение этой проблемы во многом зависит от масштабов и эффективности кругооборота финансовых ресурсов. Источники их формирования и направления использования оказывают влияние на пропорции распределения средств между отраслями и сферами экономики, на степень оснащённости предприятий и уровень жизни населения. Особенно актуальна эта задача в регионах Севера в силу высокой стоимости жизнеобеспечения населения и повышенных затрат предприятий, требующих больших объёмов денежных средств. Эти обстоятельства определя-

ют необходимость исследования содержания, состава и особенностей управления финансами для принятия адекватных управленческих решений.

Под финансовыми ресурсами региона нами понимаются денежные доходы, накопления и поступления, находящиеся в собственности или распоряжении органов власти, хозяйствующих субъектов и населения, используемые ими на цели расширенного воспроизводства и удовлетворения социально-экономических потребностей территории.

Исходя из этого определения, финансовые ресурсы региона включают две взаимосвязанные подсистемы: централизованную и децентрализованную. В составе первой три компоненты – государственные, муниципальные бюджеты и средства внебюджетных фондов. Вторая включает в себя финансовые ресурсы организаций и средства населения.

Общая динамика финансовых ресурсов

В 2006–2015 гг. наблюдалась тенденция снижения темпов роста общего объема реальных финансовых ресурсов Республики Коми, хотя резко повысилась номинальная сумма этих средств (рис. 1).

организаций (86,2%), финансы населения (денежные доходы) (93,0%). Негативным моментом является резкое падение доходов бюджетов всех уровней республики и внебюджетных фондов, а также денежных доходов населения, поскольку это непосредственно снижает уровень жизни населения и внутренний спрос в регионе.

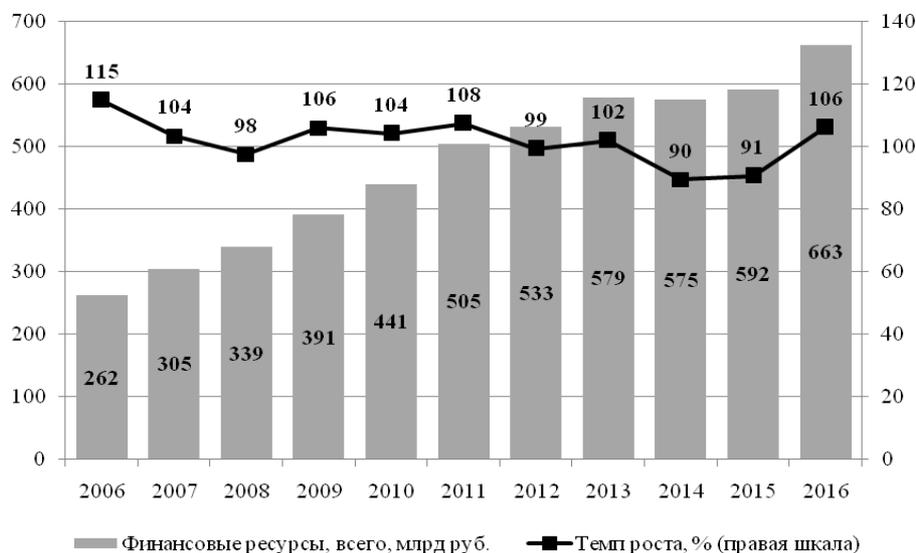


Рис.1. Динамика финансовых ресурсов Республики Коми за 2006–2016 гг., млрд. руб. (в текущих ценах), % (в реальных ценах).

Рассчитано авторами по данным [1–6].

Fig. 1. Dynamics of financial resources of the Komi Republic for 2006–2016, billion rubles (in current prices), % (in real prices).

Calculated by the authors according to [1–6].

Выделяются годы небольшого (2008 г. и 2012 г.) и глубокого падения (2014–2015 гг.) общего объема финансовых ресурсов республики. Это обусловлено продолжительным экономическим спадом, высоким уровнем инфляции и резким падением цены на нефть на мировом рынке, т.е. последствиями финансово-экономического кризиса 2014 г. Среди секторов экономики региона в этот период наиболее быстрыми темпами сократились государственные финансы (индекс составил 72%), активы кредитных

В структуре финансовых ресурсов республики за 2005–2016 гг. отмечен позитивный сдвиг – заметно увеличилась доля финансовых средств предприятий и активов кредитных организаций (табл. 1). В основном это получено за счет роста финансовых средств банковского сектора и увеличения суммы амортизационных отчислений предприятий.

Негативным моментом за рассматриваемый период является сокращение доли денежных средств

Таблица 1

*Структура финансовых ресурсов Республики Коми за 2005–2016 гг., % (в фактически действующих ценах)**

Table 1

Structure of financial resources of the Komi Republic for 2005–2016, % (in actual established prices)

Показатели	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Финансовые ресурсы, всего	100	100	100	100	100	100	100	100
В том числе:								
Государственные финансы	17,2	20,1	20,1	21,7	20,5	20,7	16,5	18,4
Консолидированный бюджет региона	11,8	11,2	11,5	12,6	10,7	11,4	11,4	10,8
Премия внебюджетных фондов	5,4	8,9	8,6	9,1	9,8	9,3	5,2	7,5
Финансы организаций	24,3	33,4	37,8	33,8	36,5	33,2	36,2	37,0
Прибыль	12,0	12,9	18,6	14,1	14,7	8,2	11,1	8,7
Амортизационные отчисления	5,2	5,3	5,2	5,8	6,2	7,3	8,3	10,3
Активы кредитных организаций	7,1	15,2	13,9	13,9	15,5	17,7	16,8	18,0
Денежные доходы населения	58,5	46,5	42,1	44,5	43,0	46,1	47,3	44,6

*Рассчитано авторами по данным [1–6].

* Calculated by the authors according to [1–6].

населения, хотя их удельный вес по-прежнему самый большой. Отмеченные тенденции свидетельствуют о неполной адаптации финансовой сферы республики к рыночным условиям, а сами масштабы финансовых ресурсов региона пока еще далеко не достаточны для обеспечения устойчивого экономического роста.

Достаточность финансовых ресурсов отражает масштабы и уровень хозяйственного оборота региона и определяется соотношением накопленных финансовых ресурсов и вещественного национального богатства в стоимостном выражении. Их сопоставление между собой показывает, что в последние годы между ними сохраняется асимметрия не в пользу финансовых ресурсов (табл. 2).

полнения «майских» указов Президента, повышению МРОТ и минимальных назначенных пенсий до прожиточного минимума, а также введению дополнительных мер по реализации демографической политики.

Вместе с тем, в денежных доходах населения сохраняется очень высокая дифференциация. Среднемесячная начисленная заработная плата в республике в образовании в 2016–2018 гг. (январь–март) составила 68–70% к республиканскому уровню средней заработной платы, в здравоохранении – 75–91%. При этом в 2016 г. оплата труда врачей и работников медицинских организаций, имеющих высшее профессиональное образование, превышала на 40%, педагогических работников учреж-

Таблица 2

*Соотношение общего объема финансовых ресурсов и вещественного национального богатства Республики Коми в 2005–2016 гг.**

Table 2

Ratio of total financial resources and real national wealth of the Komi Republic in 2005–2016

Показатели	2005 г.	2007 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Финансовые ресурсы, всего, млрд. руб.	207,3	490,7	441,0	505,2	532,8	578,9	575,4	592	663,1
Основные фонды, млрд. руб.**	266,2	384,3	616,1	681,4	712,5	832,8	1029,9	1111,8	1404,4
Отношение финансовых ресурсов к основным фондам, %	77,9	127,7	71,6	74,1	74,8	69,5	55,9	53,2	47,2

* Рассчитано авторами по данным: [1–8].

** На конец года по полной учетной стоимости. Для корректного сопоставления из общего объема основных фондов исключен фонд трубопроводного транспорта.

* Calculated by the authors according to [1–8].

** By the end of the year at full cost. For the correct comparison the pipeline transport fund is excluded from the total fixed assets.

Если в 2005 г. соотношение общей суммы финансовых ресурсов и основных фондов находилось в пропорции 77,9:100, в 2014 г. – 55,9:100, то в 2016 г. – 47,2:100. Масштабы диспропорции отражают сохраняющийся дефицит денежных средств в финансовом обороте республики. Малая величина финансовых ресурсов практически не способна вовлечь в финансовый оборот нынешний объем национального богатства (основные фонды) региона, поскольку в стабильной экономике нормальным считается паритетное соотношение (100:100). Столь большой дисбаланс между ними высвечивает дефицит финансовых ресурсов и определяет его как важный фактор, угрожающий устойчивому развитию экономики.

Доходы населения

В динамике реальных денежных доходов населения республики в последние годы наблюдалось существенное падение: индексы их роста в 2013–2016 гг. снизились с 100,4 до 90,3%, а в 2017 г. незначительно поднялись до 94,4% [3, 8]. Это обусловлено повышением потребительских цен, действием санкций и контрсанкций, а также существенным снижением заработной платы и социальных трансфертов. В 2018 г. ожидается рост денежных доходов населения благодаря завершению ис-

дений общего образования на 5% среднюю заработную плату по республике. А уровень заработной платы младшего медицинского персонала, социальных работников, работников учреждений культуры, среднего медицинского персонала составлял всего 50–80% от этой величины [1, 3, 8].

Наиболее высокий среднемесячный уровень заработной платы в республике в последние годы был отмечен в сфере добычи полезных ископаемых, в сфере транспорта и связи, в производстве машин и оборудования и в государственном управлении – в 1,2–1,5 раза больше среднереспубликанского уровня. Существенно ниже была заработная плата работающих в гостиницах и ресторанах, розничной и оптовой торговле, сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве – 50–60% к среднему значению [1, 3, 8].

Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума увеличилась в республике с 13–14% в 2012–2013 гг. до 16–17% в 2016–2017 гг., что свидетельствует об актуальности проблемы бедности. Из положительных тенденций отметим снижение коэффициента фондов (разницы в доходах между самой бедной и самой богатой 10%-ными группами населения) с 17 до 13 раз и повышение соотношения среднего размера назначенных месячных пенсий с величиной прожиточного минимума пенсионера со 166 до 213% [1, 8, 9].

Важная сторона финансов населения – рост кредитной нагрузки. Так, объём выданных кредитов на одного жителя России увеличился за 2000–2016 гг. в сопоставимых ценах в 64 раза, а реальные доходы за этот же период – в 2,3 раза [1].

Консолидированный бюджет

В бюджетной системе Республики Коми наблюдаются следующие тенденции. В 2013–2016 гг. происходило заметное падение объёма реальных доходов консолидированного бюджета – на 12,5% [1, 4], что обусловлено, в основном, существенным снижением объёма неналоговых доходов и безвозмездных перечислений. Однако падение последних не обеспечивало повышения самостоятельности бюджета, наоборот, сохраняло высокий уровень его дефицитности.

Остаются отрицательными темпы роста реальных налоговых доходов консолидированного бюджета республики, хотя их доля в общем объёме выросла с 79,4 до 85,4% за счёт заметного роста налога на имущество, налога на прибыль и акцизы [1, 4].

Имеет место заметное снижение удельного веса безвозмездных перечислений или финансовой помощи из федерального бюджета – с 12,4 до 9,7% [1, 4]. Этот показатель находится ниже порогового значения стран с федеративным устройством – 15–17% от общего объёма доходов бюджета.

В 2013–2016 гг. существенно снизились реальные объёмы расходов консолидированного бюджета республики (на 10,7%), что обусловлено сокращением ассигнований на национальную экономику и социально-культурные мероприятия. Среди последних только расходы на социальную политику имели положительную динамику [1, 4].

Увеличивается удельный вес «непроизводительных» расходов консолидированного бюджета республики в рассматриваемый период за счёт увеличения доли затрат на социальную политику, обслуживание государственного и муниципального долга и национальную безопасность. Наряду с этим, в падении «производительных» расходов свою роль сыграло заметное сокращение расходов на образование и здравоохранение [1, 4].

Можно констатировать, что консолидированный бюджет Республики Коми не сбалансирован, поскольку он в последние годы исполняется с дефицитом, что обусловлено сокращением объёма налоговых доходов и безвозмездных перечислений, в частности, дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности и сбалансированности. Но размер дефицита пока находится в пределах предельно допустимого значения – 5% от ВРП [4].

Финансы предприятий

За 2005–2016 гг. общая номинальная величина финансовых ресурсов предприятий¹ Респуб-

¹ Здесь и далее под финансовыми ресурсами предприятия нами понимаются находящиеся в его распоряжении денежные средства, измеряемые величиной его бухгалтерского баланса, где пассив характеризует источники формирования средств (собственные и привлечённые), а актив – направления их использования (оборотные и внеоборотные активы).

лики Коми увеличилась в 4,8 раза и достигла 1 375 млрд. руб. Это значительно выше уровня инфляции (2,9 раза) [12], но намного медленнее среднего темпа по стране (7,9 раз) [1]. Причиной тому стали усиление централизации в г. Москве активов многих отраслей, вялое развитие обрабатывающих и энергетических производств в регионе, продолжающийся отток населения.

В отраслевой структуре экономики наиболее заметным изменением за эти годы стало резкое увеличение удельного веса добывающей промышленности – с 44 до 67%, что связано с опережающим инвестированием средств в нефтедобычу. С точки зрения краткосрочных интересов, это вполне объяснимо: данная отрасль даёт наиболее высокие дивиденды. Но с позиции перехода к постиндустриальной ресурсосберегающей экономике тут очевиден регресс в сторону старого технологического уклада.

Преобладание добывающих производств обуславливает общую нестабильность и заметное снижение рентабельности активов в Республике Коми в условиях кризиса (за 2014–2016 гг. – с 6,3 до 5%) на фоне повышения данного показателя в целом по стране с 3,9 до 6,4%. Вместе с тем, девальвация рубля и встречные санкции России оказывают оздоровительно-стимулирующее влияние на сельское хозяйство и обрабатывающие виды деятельности [1].

Наиболее заметной тенденцией в формировании финансовых ресурсов предприятий в республике в эти годы стало увеличение доли кредитов и займов – с 24 до 40% (в целом по России – с 16 до 27%) [1], несмотря на внешнеэкономические санкции и ограниченные возможности отечественной банковской системы. В период стагнации и повышения процентных ставок в 2014–2016 гг. это дало о себе знать резким увеличением процентной нагрузки на прибыль, смещением от долгосрочных займов к краткосрочным, приостановлением новых проектов в большинстве отраслей. Вместе с тем, рост неплатежей в кризисный период был очень невелик по сравнению с кардинальным снижением объёма просрочек относительно 2004 г.

Анализ кредитной политики предприятий

Представляется нужным обратить особое внимание на привлечение предприятиями заёмных средств, поскольку именно кредит в современных условиях выступает ключевым регулятором развития реального сектора. Так, В.С. Панфилов показывает историческую взаимосвязь между экономическим ростом и снятием ограничений со ссудных операций и подчёркивает роль кредита в создании принципиально новых производств [13]. Более того, с развитием заёмного финансирования для предприятий появился соблазн получать дополнительную прибыль за счёт эффекта финансового рычага, т.е. положительной разности между рентабельностью активов и стоимостью заёмных средств. Од-

Подобной точки зрения придерживаются, например, Т.В. Грицюк, В.В. Котилко [10, с. 62], а из зарубежных авторов – М. Broadbent и J. M. Cullen [11, с. 3].

нако к началу XXI в. в адрес кредитной модели развития экономики набралось немало критики: её обвиняли в продуцировании циклических кризисов и усилении неравномерности доходов на всех уровнях хозяйства. Например, В.Ю. Катасонов и некоторые другие исследователи говорят о принци-

Для проведения анализа отобраны пять показателей, по каждому из которых сформированы критериальные значения с учётом принятых в научно-учебной литературе пороговых значений, здравого смысла и реального спектра их значений в экономике региона (табл. 3).

Таблица 3
Показатели балльно-рейтинговой оценки качества управления кредитными ресурсами предприятий*
Table 3
Indicators of score-rating assessment of quality of management of credit resources of the enterprises*

Показатель	Количество баллов/уровень риска		
	0 (низкий)	1 (средний)	2 (высокий)
Доля кредитов и займов в финансовых ресурсах	0	$0 < X \leq 50\%$	$> 50\%$
Среднегодовая стоимость кредитов и займов	0	$0 < X \leq 10\%$	$> 10\%$
Отношение уплаченных процентов к прибыли до налогообложения и уплаты процентов	0	$0 < X \leq 20\%$	$> 20\%$ или $X < 0$ (т.е. при убыточности)
Отношение темпа роста активов к темпу роста собственного капитала	$0 \leq X \leq 1$	$1 < X \leq 1,2$ $X < 0$ при темпе роста активов < 1	$1,2 < X$ $X < 0$ при темпе роста активов > 1
Коэффициент текущей ликвидности (отношение краткосрочных активов к краткосрочным обязательствам)	$2 \leq X$	$1 \leq X < 2$	$X < 1$

* Разработано авторами
* Developed by the authors

пиальной нравственной порочности платного кредитования (ростовщичество) [14].

Поэтому правильная оценка роли кредита в деятельности предприятий необходима для понимания перспектив их развития. А устойчивое функционирование организаций, в свою очередь, является базой для формирования доходов населения и бюджетной системы.

В ходе данного анализа мы стремились выявить не только внешние проявления, но и внутренние мотивы принятия экономических решений. Для этого необходимо было перейти от агрегированных данных к работе с первичной финансовой отчётностью организаций. Исследовательская задача решена через методику балльно-рейтинговой оценки, которая включает в себя: отбор показателей, градацию шкалы показателей с присвоением каждому диапазону определённого количества баллов, оценку в баллах деятельности каждого предприятия по отобранным показателям, группировку предприятий по присущему им итоговому количеству баллов, оценку эффективности финансово-хозяйственной деятельности каждой группы.

Объектом исследования стали организации (кроме бюджетных), представляющие финансовую отчётность, которая является публичной и не составляет коммерческой тайны². Материалы взяты с раздела «Открытые данные» сайта Росстата [15] и обработаны в программе Microsoft Excel. Общая численность организаций – около 10 тыс., из которых примерно 1/3 имеют нулевую величину активов и/или выручки и были исключены из анализа. Итоговая совокупность составила от 6266 до 6543 единиц.

В результате в зависимости от суммарного количества баллов обозначились три группы предприятий: низко-, средне- и высокорисковая.

По количеству предприятий классификация получилась довольно однородная: стабильно около 5% относятся к высокорисковой группе, 35% – к среднерисковой, а 60% – к низкорисковой. По объёму выручки это распределение составляет примерно 10, 50 и 40%, соответственно, с отклонением лишь в 2015 г.

Что касается объёма активов, то преобладающими являются среднерисковые предприятия – около 60%. Доля низкорисковых организаций снижается с 30 до 13%, а высокорисковых, наоборот, растёт с 10 до 25%. Причина тому – соответствующие изменения в эффективности управления активами (их оборачиваемости), о чём будет подробнее сказано ниже.

В отношении среднего масштаба деятельности наблюдается чёткая закономерность: низкорисковые предприятия имеют относительно других групп наименьший размер выручки – около 100 млн. руб. в год, среднерисковые – вдвое больше, а высокорисковые – максимальный, порядка 300 млн. руб. Это тоже является одним из различий стратегий их развития.

Факторные показатели чётко продифференцировались по типам предприятий. От низкорисковых к высокорисковым доля кредитов и займов в пассивах изменяется от 1 до 83%, отношение уплаченных процентов к прибыли – от 0 до 116%, коэффициент текущей ликвидности снижается со 159 до 104%. Стоимость заёмных средств примерно соответствует рыночной у среднерисковой группы – 10,1%, у других она существенно ниже вследствие предоставления многих займов предприятиям их учредителями или аффилированными структурами (рис. 2). В этом нет ничего противозаконного, но бы-

² Ст. 13, 18 Федерального закона от 06.12.2011 N 402-ФЗ (ред. от 31.12.2017) "О бухгалтерском учете".

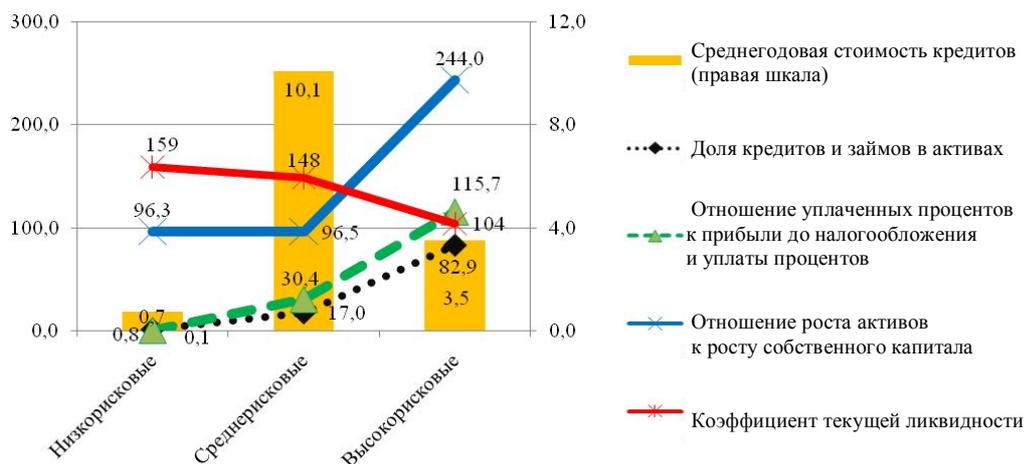


Рис. 2. Управление кредитными ресурсами по группам предприятий Республики Коми в 2016 г., % (рассчитано авторами по отчётности организаций [15]).
 Fig. 2. Credit resources management by groups of enterprises of the Komi Republic in 2016, % (calculated by the authors from reporting of organizations [15]).

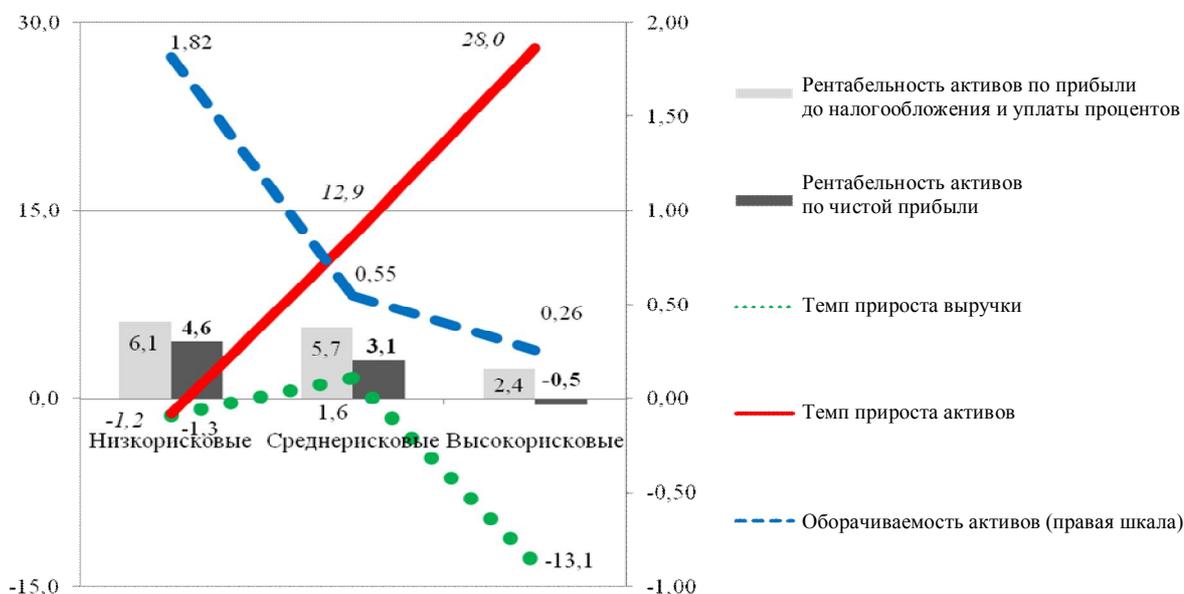


Рис. 3. Эффективность деятельности предприятий Республики Коми в зависимости от характера использования заёмных средств в 2016 г., % (рассчитано авторами по отчётности организаций [15]).
 Fig. 3. Efficiency of enterprises of the Komi Republic depending on the nature of use of borrowed funds in 2016, % (calculated by the authors from reporting of organizations [15]).

ло бы лучше, если бы постоянная часть таких заимствований оформлялась в виде вклада в уставный капитал.

Обратим особое внимание на политику развития: если у первых двух групп темп роста активов не превышает скорости увеличения собственного капитала, т.е. отвечает закону устойчивого роста, то в высокорисковой группе данная пропорция не соблюдается. Это верный шаг к потере финансовой устойчивости и ослаблению контроля над эффективностью кругооборота ресурсов. В 2014 и 2015 гг. картина по факторным показателям была в целом схожей.

В качестве результирующих показателей взяты темпы прироста активов и выручки, оборачиваемость активов, рентабельность активов по прибыли до налогообложения и уплаты процентов и рентабельность активов по чистой прибыли (рис. 3).

Получается довольно закономерная картина. Низкорисковые предприятия имеют наиболее высокие показатели рентабельности как до налогообложения и уплаты процентов, так и по чистой прибыли: 6,1 и 4,6%, соответственно. Важнейшим фактором их высокой эффективности является хорошее качество управления активами, оборачиваемость которых существенно выше средней по региону и

составляет 1,82 раза. Отчасти такая высокая маневренность объясняется соответствующим масштабом и "семейным" характером владельцев организаций: их средние величины активов и выручки в несколько раз ниже, чем у других групп и в целом по региону. Однако эту разницу можно объяснить и с обратных позиций: умеренность в рыночных амбициях и внимание к внутреннему порядку ведут к компактному и легкоуправляемому формату работы.

Темповые показатели выручки и активов в этой группе близки к нулю и практически равны между собой. Из этого следует, что в условиях экономической стагнации данные организации проявляют осмотрительность, не привлекают излишних средств. Подобные характеристики наблюдались и в 2014–2015 гг. Иными словами, предприятия данного типа ориентированы на осторожное функционирование преимущественно за счёт собственных источников на максимально эффективную работу на уже существующих мощностях и рынках сбыта, т.е. на интенсивную модель развития.

Примечательно и то, что низкорисковые предприятия несут, так сказать, и наибольшую финансовую полезность в целом для общества: на каждые 100 руб. находящихся в их распоряжении финансовых ресурсов, они ежегодно уплачивали в среднем за 2014–2016 гг. 1,6 руб. налога на прибыль. Для сравнения: среднерисковые – 1,3 руб., высокорисковые – всего 1,1 руб.

Предприятия второй группы, среднерисковые, имеют заметно пониженную рентабельность активов. Причём, если данный показатель по прибыли до налогообложения и уплаты процентов незначительно отличается от первой группы – на 0,4%, то разница в рентабельности по чистой прибыли более ощутима – 1,5%. По сути дела, эти деньги вкуче с недособранными по налогу на прибыль платежами израсходованы на обслуживание долговых обязательств.

Предприятия этого типа, очевидно, ориентированы скорее на экстенсивный путь развития, для которого необходимым условием, как показывает мировая практика, и является доступ к внешнему финансированию [16]. На фоне общего спада они показывают прирост выручки: в 2016 г. – 1,6%, в среднем за 2014–2016 гг. – 11%. Однако платой за этот рост становится снижение эффективности хозяйствования. Объём активов в 2016 г. возрос у них на 13%, в среднем за 2014 – 2016 гг. – на 36%, т.е. значительно быстрее, чем выручка. Отсюда существенно замедленная оборачиваемость активов. Есть основания полагать, что это отставание связано не только с объективными особенностями производственной деятельности (капиталоёмкость, отраслевой спецификой и т. д.), но и с субъективными ошибками менеджмента. Речь идёт о так называемом "синдроме быстрого роста": избыточном наращивании кредитов и займов, необоснованной вере в эффект масштаба без кропотливой работы по управлению активами, погоне за хорошей конъюнктурой сбыта без подготовки к возможному спаду через создание соответствующих резервов.

Наконец, предприятия третьей группы – высокорисковые – повторяют в себе все особенности работы предыдущей группы, но в ещё более рельефной форме. Рентабельность активов до налогов и процентных платежей, и без того самая низкая (2,4%), становится "на выходе" отрицательной – -0,5%. Резкое снижение выручки (в 2016 г. – на 13,1%) свидетельствует об утрате рыночных позиций и влечёт за собой отрицательный эффект операционного рычага, т.е. краткое сокращение прибыли из-за постоянных задержек.

Со стороны самих предприятий такого типа эти проблемы обычно объясняются неблагоприятной конъюнктурой, агрессивным отношением контролирующих инстанций, происками конкурентов и т.п. Однако динамика величины их активов свидетельствует, что их важнейшим просчётом является несообразная возможностям сбыта политика расширения капитала: в среднем за год на 16%. Это, скорее всего, означает, что внимание руководства сосредоточено большей частью не на реальном антикризисном управлении, а на новых, не очень удачных, инвестиционных проектах.

Заключение

Итак, группировка предприятий убедительно показывает взаимосвязь между подходом к использованию заёмных ресурсов и эффективностью хозяйственной деятельности. К каким практическим решениям по стабилизации финансовой системы региона могут привести эти знания?

Очевидно, что главные рычаги улучшения экономической действительности находятся в руках учредителей и управленцев предприятий. В их власти переклеститься от идей роста и расширения к основательному и качественному развитию. Традиционные для рыночной психологии цели захвата рынков, устранения конкурентов, рывка в объёмных показателях следует трансформировать в задачи наведения порядка в уже имеющихся областях, доброжелательного сотрудничества, предоставления обществу действительно нужной и качественной продукции.

Если говорить более конкретно, то хозяйствующим субъектам следует строго придерживаться общеизвестных правил управления заёмным капиталом: не допускать превышения их величины над объёмом собственных средств, обеспечивать за счёт реинвестируемой прибыли и вкладов учредителей соразмерный рост собственного капитала, поддерживать соответствие текущих активов и обязательств по срокам погашения. Переориентация предприятий на самофинансирование постепенно позволит сформировать мощный дополнительный приток денежных средств, поскольку сегодня общая величина уплачиваемых предприятиями процентов сопоставима с приростом собственного капитала за счёт чистой прибыли.

Очень значительным источником дополнительных финансовых ресурсов является и ускорение оборачиваемости активов. В масштабах республики увеличение данного показателя всего лишь на 1/20 (в цифрах 2016 г. – с 0,66 до 0,69

раза) позволило бы высвободить порядка 80 млрд. руб., что сопоставимо с потенциалом всей региональной банковской системы. Для этого нужно стремиться к максимальной загрузке имеющегося оборудования, с осторожностью осуществлять инвестиционные проекты в периоды роста, отдавать предпочтение реальным активам по сравнению с финансовыми, использовать передовые методы в управлении запасами, не допускать возникновения просроченной дебиторской задолженности.

Со стороны банковской системы и её регуляторов необходимо предъявлять более строгие требования к кредитруемым организациям. В частности, недопустимо ради сиюминутной выгоды увлекать платежеспособные организации новыми долгами. Нормы обязательного резервирования и другие правила должны способствовать кредитованию организаций только в пределах известных допустимых параметров их финансовой устойчивости. Следует стимулировать кредитные организации к предоставлению предприятиям долгосрочных кредитов – на срок до 25 лет.

Целесообразно также развивать механизмы прямого участия населения и различных фондов в финансировании реального сектора экономики, поскольку из аккумулируемых региональными банками средств на кредитование предприятий и предпринимателей сегодня направляется лишь 20–30% [4, с.176], остальное предоставляется в виде ссуд физическим лицам.

Для улучшения условий финансирования предприятий уместно также государственное кредитование предприятий сельского хозяйства и других социально значимых видов деятельности по низким ставкам (до 3% годовых), для чего необходима переориентация валютных резервов с инвестирования в ценные бумаги иностранных государств на поддержку собственной экономики. Имеет смысл предусмотреть предоставление низкорентабельным организациям налоговых льгот для компенсации объективных природно-климатических факторов удорожания производства, а также осуществляемых ими дополнительных расходов на предоставление работникам «северных» гарантий и компенсаций.

Далее, нужно выравнивать внутреннюю структуру экономики: равномернее распределять инвестиции, сокращать разрывы в уровне рентабельности и величине оплаты труда между отраслями, осуществлять перетоки средств из финансово-избыточных секторов в финансово-дефицитные. Традиционно считается, что экономические агенты рациональны и стремятся лишь к максимизации собственной выгоды, поэтому выравнивание есть прерогатива государства. Однако в новой экономической парадигме должно быть усвоено новое понимание свободы не только как независимости и неподконтрольности, но и как неподвластности разрушительным эгоистичным устремлениям. Настоящая свобода неразрывно сочетается с ответственностью экономического агента как за своё благосостояние, так за весь окружающий мир, за устойчивое развитие всех взаимодействующих с ним субъектов – работников, поставщиков, покупателей,

кредиторов, населения, государственного сектора, некоммерческих организаций.

Все эти перемены, конечно, должны сочетаться с глубокой работой по преобразованию самого человека как главного участника социально-экономических отношений. Речь идёт о повышении в обществе уровня трудолюбия, доверия, ответственности, разумности, справедливости, честности, взаимного уважения, милосердия, нестяжательности и других традиционных для России моральных ценностей. Этот курс на духовно-нравственное развитие осуществим через более обстоятельное изучение гуманитарных дисциплин и этических основ хозяйственной деятельности в учебных заведениях, усиление воспитательной работы в системе образования, повышение общественного статуса педагогов, системную государственную политику в информационном пространстве, расширение сотрудничества с некоммерческими организациями, придерживающимися сходных идеалов.

Немало зависит и от общей декларации целей развития в высших программных документах страны и региона. Пришло время, когда цели увеличения номинальной величины доходов должны уступить место словам о всестороннем совершенствовании человека, сбережении и приумножении народа, семейном благополучии, заботе об окружающем мире. М.Л. Хазин об этом пишет: «Современный капитализм закончился. У него больше нет ресурса развития. Сегодня ключевым моментом является поиск нового механизма развития и нового языка, на котором это развитие можно описать» [17, с.165]. Сходным образом и С.Ю. Глазьев, не отвергая кредитных отношений по существу, рассуждает о необходимости перехода экономической парадигмы к высоконравственному обществу, в котором материальный достаток будет занимать подчинённое положение в системе ценностей [18].

В академической среде звучат мысли о том, что «экономический материализм может быть превзойдён, а экономический детерминизм преодолён только на основе нового социального мышления по поводу ограничения материальных и возвышения духовных потребностей» [19, с. 160–161]. Полагаем, что если эти идеи станут сквозными для системы образования, бизнеса и государственного управления, экономические диспропорции начнут выправляться естественным образом.

Литература

1. *Единая межведомственная информационно-статистическая система Росстата* [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения 26.07.2018).
2. *Регионы России. Социально-экономические показатели. Стат. сб. / Росстат. М., 2017. 1402 с.*
3. *Республика Коми в цифрах: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2017. 243 с.*
4. *Статистический ежегодник Республики Коми: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2017. 395 с.*
5. *Финансы в Республике Коми: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2017. 189 с.*

6. *Финансы Республики Коми*. 2009: Стат. сб./ Комистат. Сыктывкар, 2009. 243 с.
7. *Основные фонды Республики Коми*. 2012: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2012. 110 с.
8. *Основные фонды Республики Коми*: Стат. сб./ Комистат. Сыктывкар, 2018. 92 с.
9. *Социальное положение и уровень жизни населения Республики Коми*: Стат. сб. / Комистат. Сыктывкар, 2017. 152 с.
10. *Грицюк Т.В., Котилко В.В.* Финансы предприятий на примере регионов. М.: Финансы и статистика, 2014. 488 с.
11. *Broadbent M., Cullen J.M.* Managing Financial Resources. London: Routledge, 2012. 448 p.
12. *Индексы потребительских цен по Российской Федерации в 1991–2017 гг.* [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/prices/potr/tab-potr1.htm (дата обращения 26.07.2018).
13. *Панфилов В.С.* Трансформация воспроизводственного механизма мировой экономики и перспективы социально-экономического развития России // Проблемы прогнозирования. 2012. № 4. С. 3–21.
14. *Катасонов В.Ю.* Капитализм. История и идеология «денежной цивилизации». М.: Институт русской цивилизации, 2013. 1072 с.
15. *Бухгалтерская (финансовая) отчетность предприятий и организаций за 2014–2016 гг.* [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: <http://www.gks.ru/opendata/dataset> (дата обращения 02.07.2018).
16. *Wang Y.* What are the biggest obstacles to growth of SMEs in developing countries? An empirical evidence from an enterprise survey // *Borsa Istanbul Review*. 2016. №20. P.1–10.
17. *Хазин М.Л.* Мир на пороге новых времен // Дружба народов. 2012. № 7. С. 147–165.
18. *Глазьев С.Ю.* О новой парадигме в экономической науке // Государственное управление. Электронный вестник. 2016. № 56. С. 5–39.
19. *Лажентцев В.Н.* Содержание, системная организация и планирование территориального развития / Коми НИЦ УрО РАН. Екатеринбург – Сыктывкар, 2014. 236 с.
6. *Finansy Respubliki Komi* [Finance of the Komi Republic]. 2009: Statistical collection / Komistat. Syktyvkar, 2009. 243 p.
7. *Osnovnye fondy Respubliki Komi* [Fixed assets of the Komi Republic]. 2012: Statistical collection/ Komistat. Syktyvkar, 2012. 110 p.
8. *Osnovnye fondy Respubliki Komi* [Fixed assets of the Komi Republic]: Statistical collection / Komistat. Syktyvkar, 2018. 92 p.
9. *Social'noe polozhenie i uroven' zhizni naseleeniya Respubliki Komi* [Social status and standard of living of the population of the Komi Republic]: Statistical collection / Komistat. Syktyvkar, 2017. 152 p.
10. *Gritsyuk T.V., Kotilko V.V.* Finansy predpriyatij na primere regionov [Finance of enterprises on the example of regions]. Moscow: Finansy i statistika [Finance and statistics], 2014. 488 p.
11. *Broadbent M., Cullen J.M.* Managing Financial Resources. London: Routledge, 2012. 448 p.
12. *Indeksy potrebitel'skih cen po Rossijskoj Federacii v 1991-2017 gg.* [Consumer price indices in the Russian Federation in 1991-2017]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/prices/potr/tab-potr1.htm (accessed 26.07.2018).
13. *Panfilov V.S.* Transformaciya vosproizvodstvennogo mekhanizma mirovoj ehkonomiki i perspektivy social'no-ehkonomicheskogo razvitiya Rossii [Transformation of the reproduction mechanism of the world economy and prospects of social and economic development of Russia] // Problemy prognozirovaniya [Forecasting problems]. 2012. № 4. P. 3-21.
14. *Katasonov V.YU.* Kapitalizm. Istoriya i ideologiya «denezhnoj civilizacii» [Capitalism. History and ideology of "a monetary civilization"]. Moscow: Inst. of Russian Civilization, 2013. 1072 p.
15. *Buhgalterskaya (finansovaya) otchetnost' predpriyatij i organizacij za 2014 2016 gg.* [Accounting (financial) statements of enterprises and organizations for 2014-2016]. URL: <http://www.gks.ru/opendata/dataset> (accessed 02.07.2018).
16. *Wang Y.* What are the biggest obstacles to growth of SMEs in developing countries? An empirical evidence from an enterprise survey // *Borsa Istanbul Review*. 2016. №20. P.1-10.
17. *Khazin M.L.* Mir na poroge novyh времен [The world on the threshold of new times] // Дружба народов [Friendship of peoples]. 2012. № 7. P. 147-16.
18. *Glazyev S.Yu.* O novoj paradigme v ehkonomicheskoj nauke [About a new paradigm in economic science] // Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyj vestnik [Public administration. E-Bulletin]. 2016. № 56. P. 5-39.
19. *Lazhentsev V.N.* Soderzhanie, sistemnaya organizaciya i planirovanie territorialnogo razvitiya [Content, system organization and planning of territorial development] / Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. Ekaterinburg – Syktyvkar, 2014. 236 p.

References

1. *Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema Rosstata* [Unified interdepartmental information and statistical system of the Russian Statistics]. URL: <https://www.fedstat.ru> (accessed 26.07.2018).
2. *Regiony Rossii. Social'no-ehkonomicheskie pokazateli. 2017* [Regions of Russia. Socio-economic indices. 2017]: Statistical collection/ Rosstat [Russian statistics]. Moscow, 2017. 1402 p.
3. *Respublika Komi v cifrah* [The Komi Republic in figures]: Statistical collection / Komistat. Syktyvkar, 2017. 243 p.
4. *Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Komi. 2017* [Statistical year-book of the Komi Republic. 2017]: Statistical collection / Komistat. Syktyvkar, 2017. 395 p.
5. *Finansy v Respublike Komi* [Finance in the Komi Republic]: Statistical collection / Komistat. Syktyvkar, 2017. 189 p.

**ШЕСТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, НАПРАВЛЕНИЯ
И МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СЕВЕРА – 2018»**

Конференция прошла 19–21 сентября 2018 г. в Институте социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Она приурочена к 30-летию создания института и получила финансовую поддержку Уральского отделения Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Республики Коми (№ проекта 18-410-111001/18).

В оргкомитет конференции поступило 155 заявок на доклады, прислано 130 статей. География авторов обширна: Болгария, Украина, Беларусь, Якутск, Иркутск, Новосибирск, Екатеринбург, Ижевск, Архангельск, Псков, Петрозаводск, Апатиты, Москва, Ухта, Сыктывкар. В работе конференции активное участие приняли сотрудники институтов ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Изданы и распространены среди участников материалы конференции* и коллективная монография сотрудников лабораторий территориального развития и экономики природопользования ИСЭиЭПС**.

В рамках программы конференции проведено пленарное заседание и семь «сквозных» научных сессий:

- человеческий и трудовой потенциал северных регионов;
- минерально-сырьевой и топливный потенциал северных территорий;
- рациональное природопользование и экологическая безопасность;
- условия устойчивого развития сельских территорий;
- технические и экономические проблемы северной энергетики;
- функционирование и развитие транспортных систем Севера;
- проблемы экономического роста регионов Севера.

На конференции был представлен и обсужден 51 доклад. В них обоснована важность межрегиональной интеграции для развития северных и арктических территорий, являющихся фактором роста экономики всей России, особенно Северо-Запада, Урала, Сибири и Дальнего Востока (чл.-корр. РАН В.Н.Лаженцев), предложена пространственно-экономическая методология формирования и функционирования опорных зон развития Арктики (к.геогр.н. Т.Е. Дмитриева, к.э.н. О.В. Бурый),



Члены оргкомитета конференции.
Чл.-корр. РАН В.Н.Лаженцев, д.э.н. Г.А.Князева (руководитель НОЦ «Устойчивое развитие Севера» Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорочкина).

оценен инновационный энергохимический и горнопромышленный потенциал традиционных и альтернативных топливно-энергетических ресурсов Российского Севера, раскрыты северные и альтернативные ресурсы титанового сырья России (к.г.-м.н. Г.Б. Мелентьев), предложены модели и инструменты устойчивого развития северных моногородов (д.э.н. Г.А. Князева), выявлены факторы устойчивой динамики рождаемости населения северных территорий (д.э.н. С.А. Сукнёва), оценены образовательный потенциал молодых поколений северных регионов (к.э.н. О.В. Поташева) и уровень предпринимательской активности молодежи (к.э.н. М.А. Терентьева), проанализировано присутствие демографических индикаторов и сценариев в документах стратегического планирования северных субъектов (к.э.н. А.В. Смирнов), рассмотрены территориальные интересы коренных народов Севера и Арктики (к.э.н. А.А. Максимов), оценены минерально-сырьевые ресурсы в районе железной дороги Воркута – Усть-Кара – Амдерма, сырьевая база минерального строительного сырья Воркутин-

* Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018: Сборник статей Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (19-21 сентября 2018 г., Сыктывкар): в 3 ч. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2018. Ч. I. 333 с.; Ч. II. 302 с.; Ч. III. 341 с.

** Модернизация биоресурсной экономики северного региона / Коллектив авторов. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2018. 212 с.

ской опорной зоны Арктики, ресурсный потенциал минеральных вод Европейского Северо-Востока (д.г.-м.н. С.К. Кузнецов, к.г.-м.н. И.Н. Бурцев, к.г.-м.н. Т.П. Митюшева), раскрыты современное состояние и проблемы освоения традиционных и нетрадиционных углеводородов (д.э.н. С.В. Разманова, к.г.-м.н. Н.Н. Тимонина, к.э.н. И.Г. Бурцева), рассмотрены фитоценотическое разнообразие, продуктивность и средозащитные функции защитных лесов лесного фонда Республики Коми и результаты восстановления средней тайги после сплошной рубки (к.б.н. А.В. Манов, к.б.н. А.Ф. Осипов, к.б.н. Т.А. Пристова), предложены методы определения размера неистощительного лесопользования и компенсационно-восстановительная модель использования природного капитала лесов (И.В. Харионовская, В.А. Носков), определены особенности и условия развития сельской экономики северного региона и перспективы развития органического сельского хозяйства в России (д.э.н. В.А.



В зале заседания конференции.

С докладом выступает д.э.н. Л.А. Попова.

Сидят слева направо: д.э.н., проф. Н.М. Большаков, первый зам. министра инвестиций, промышленности и транспорта РК А.А. Просужих, д.э.н., г.н.с. НИИ региональной экономики Севера Северо-Восточного университета (Якутск) С.А. Сукнёва, д.э.н. Г.А. Князева, чл.-корр. В.Н. Лаженцев, к.г.-м.н., с.н.с. Объединенного института высоких температур РАН (Москва) Г.Б. Мелентьев.

Иванов, к.э.н. А.С. Щербакова), оценены транспортная доступность территорий Европейского и Приуралья Севера и пропускные способности и грузооборот морских портов Европейской Арктики, обоснована ее опорная транспортная сеть (д.т.н., д.э.н. А.Н. Киселенко, д.э.н. Э.С. Куратова, к.т.н. П.А. Малащук, к.э.н. Е.Ю. Сундуков), рассмотрены вопросы энергоэффективности, управления энергосбережением, применения Smart Metering в деятельности энергосбытовых организаций (д.э.н. С.Л. Садов, к.э.н. О.В. Бурый, И.А. Чупрова) и повышения надежности функционирования электроэнергетических систем (к.т.н. М.И. Успенский, к.т.н. Г.П. Шумилова, к.т.н. М.В. Хохлов), раскрыто состояние реального сектора экономики Республики Коми в условиях кризиса (к.э.н. Ю.А. Гаджиев), определено влияние доходов и межбюджетных трансфертов на расходы местных бюджетов северных территорий России (Е.Н. Тимушев), сделана оценка финансовой эффективности пред-

приятий региона и ресурсной эффективности использования древесины (к.э.н. М.М. Стыров, к.э.н. М.А. Шишелов) и др.

Участники конференции в качестве особо актуальных отметили следующие положения:

- естественный ход социально-экономического развития Севера с образованием здесь историко-культурных очагов относительно устойчивой жизнедеятельности, как частей единого государства (страны), более значим, чем те аспекты внутрироссийской колонизации, которые обусловлены лишь накоплением капитала. Капитализация финансовых доходов от продажи полезных ископаемых должна осуществляться не только по линии федерального бюджета и общероссийских внебюджетных фондов, но и территориальных бюджетов и региональных фондов развития, а также путем образования специальных банковских счетов с целью модернизации хозяйства;

- выборочность и усеченность северной индустрии не исключают принципа комплексности, когда набор производственных и инфраструктурных элементов отдельных хозяйств соответствует их функциям и месту в географическом разделении труда, не имея ничего лишнего, обременительного, неэффективного;

- «массовый демонтаж», ранее созданный на Севере (деиндустриализация), возможен лишь по недоразумению или в виде целенаправленной разрухи; мнимая забота о проживающих в сложных климатических условиях может сформировать еще более проблемную ситуацию их жизнеобеспечения;

- оптимизм относительно арктических и других северных территорий должен быть умеренным и базироваться на анализе исторического опыта. Научно-техническая подготовка освоения арктических ресурсов, проведение промышленно-экспериментальных работ требуют времени и соответствующей организации;

- опорные зоны Арктики имеют три главных фактора развития: Северный морской путь, материально-техническую систему национальной безопасности, культурную традицию освоения Севера и его обживания как пришлым населением, так и коренными народами;

- нельзя «отрывать» арктические опорные зоны от Европейского Севера, Урала, Сибири и Дальнего Востока. Актуальность арктического вектора развития можно понять правильно только в контексте общего пространственного развития страны и ее регионов;

- модернизация действующих и создание новых производств на освоенных территориях, их инфраструктурное обустройство, повышение уровня и качества жизни укорененного населения с учетом особенностей традиционных видов хозяйства малочисленных народов являются приоритетом в развитии производительных сил Севера;

- механизм функционирования северных предприятий и территориально-хозяйственных систем, включая правовое регулирование, экономические отношения, нормы, нормативы и различного рода поправочные коэффициенты, является одним из главных предметов региональной политики и стратегического планирования.

Участники конференции обсудили вопросы уровня жизни на Севере (он продолжает снижаться), неоднозначную в северных регионах демографическую ситуацию и обеспеченность экономики трудовыми ресурсами, аграрной политики, транспортного и энергетического строительства, разработки комплексных месторождений полезных ископаемых, в том числе техногенных.

В завершение работы конференции для участников была организована экскурсия в Геологический музей им. А.А. Чернова Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Оргкомитет конференции

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ КОМИ ПОЭЗИИ И КОМИ ЛИТЕРАТУРЫ

(К 80-летию со дня рождения Владимира Николаевича Дёмина)



10 октября 2018 г. в Институте языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН состоялось заседание ученого совета, где была дана оценка научного творчества видного исследователя коми литературы, критика и общественного деятеля, доктора филологических наук Владимира Николаевича Дёмина. Заседание было приурочено к памятной дате – 80-летию со дня рождения ученого. С воспоминаниями о В.Н.Дёмине выступили зав. отделом языка, литературы и фольклора, д.филол.н. Е.А.Цыпанов и зав. сектором литературоведения, к.филол.н. Т.Л.Кузнецова.

В.Н. Дёмин родился 28 июня 1938 г. в Сыктывкаре в семье служащих. На его духовное формирование оказала большое влияние творческая обстановка в семье, особенно общение с дядей, основоположником коми профессиональной музыки, композитором, кандидатом искусствоведения, подвижником коми национальной культуры А.Г. Осиповым (1923–1973) и его друзьями – поэтами Серафимом Поповым (1913–2003), Федором Щербаковым (1914–1978) и другими замечательными представителями коми интеллигенции.

В 1955 г. будущий ученый закончил в Сыктывкаре среднюю школу № 12, имея два главных увлечения – литературу и спорт, со временем он все же выбрал литературу.

В 1960 г. В.Н. Дёмин поступает в Коми государственный педагогический институт на историко-филологический факультет (отделение русского языка и литературы). В студенте открылся ещё один талант – музыкально-артистический. Он бессменный участник художественной самодеятельности: замечательно декламирует, поет, танцует, при этом имея завидное чувство юмора. После института девять лет работает в школах — сначала в г. Печоре, а затем в с. Усть-Уса. Его запомнили самозабвенно гоняющим в футбол со своими учениками и увлеченно приобщающего их к поэзии. Его уроки, литературное объединение в Усть-Усе прогремели на всю республику, благодаря чему учителя-новатора приглашают в 1969 г. работать ассистентом в родной пединститут на кафедру русской и зарубежной литературы.

В 1971 г. В.Н. Дёмин поступает в аспирантуру Института языка, литературы и истории Коми филиала АН СССР. Коми поэзия становится его научной темой и судьбой. В 1979 г. в г. Саранске, в Мордовском государственном университете он защищает кандидатскую диссертацию на тему «Лирическое и эпическое в коми поэме». Эту работу высоко оценил выдающийся финно-угровед и поэт В.И. Лыткин, назвав ее «поэмой о коми поэме». В 1978 г. в Коми книжном издательстве вышла книга ученого «Коми поэма», которую особо отметил на VI Международном конгрессе финно-угроведов профессор Н.И. Черепкин как одну из лучших в финно-угорском литературоведении, которая достойна «всесоюзной дороги».

В 1986–1990 гг. В.Н. Дёмин заведует кафедрой русского языка и литературы Республиканского ИУУ (Института усовершенствования учителей), ныне КРИОиПК. Там он разрабатывает методику изучения русской литературы во взаимодействии с коми литературой. Результатом его научно-методической деятельности становится выпуск сборников под его редакцией «Изучение русского языка и литературы во взаимодействии с коми языком и литературой» (1990, 1992), учебного пособия «Знакомство с поэзией И.А. Куратова на уроках русской литературы» (1988) и двух хрестоматий, внесших значительный вклад в развитие национальной школы. В то же время работает и над своей докторской диссертацией по коми поэзии.

В 1990 г. ученый возглавляет отдел литературоведения Института языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН. В этот период своей деятельности в полной мере раскрывается талант В.Н. Дёмина как ученого и как организатора науки. В 1995 г. в Казанском государственном университете он успешно защищает диссертацию на соискание ученой степени доктора филологических наук «История и типология жанров коми поэзии XX века». Впервые в финно-угорском литературоведении ученый исследовал 150-летний путь национальной коми поэзии, ее жанрово-эстетическую систему.

Свою концепцию развития коми литературы XX в. В.Н. Дёмин затем заложил в основу главной работы отдела – «История коми литературы XX века». Целью этого фундаментального труда стало глубокое и объективное исследование коми литературы на основе новых знаний, новой методологии исследования. К сожалению, этот большой труд так и не был издан, остался лишь в рукописи (хранится в архиве Коми научного центра).

Ученый стремился вывести коми литературоведение на более высокий научный уровень, дать ей новые импульсы для развития. Он явился инициатором и организатором проведения международ-

ных научных форумов, посвященных выдающимся деятелям коми культуры К.Ф. Жакову, В.И. Лыткину. Владимир Николаевич привлекал для участия в них известных ученых финно-угроведов России, Эстонии, Финляндии, Германии, Австрии, Венгрии. В 1991 г. им положено начало систематическому изучению творчества К.Ф. Жакова организацией научной конференции «Наследие К.Ф. Жакова и развитие культур финно-угорских народов». Уровень этой конференции, ее исследовательский потенциал был так высок, что она является ориентиром и для современного жаковедения.

Еще одной вершиной В.Н. Дёмина как ученого и организатора науки стало проведение в июле 1999 г. конференции, посвященной творчеству И.А. Куратова. Одним из ее итогов сам ученый считал выдвижение и обоснование новых концепций в исследовании творчества Куратова.

В качестве организатора масштабных научных исследований В.Н. Дёмин оказал влияние на направление научных изысканий в коми академическом литературоведении. Его новая концепция развития литературы, размышления о национальном стиле и стилевых течениях в коми литературе, ее философии и другие идеи и сегодня будоражат научную мысль, дают импульс новым исследованиям.

В.Н. Дёмин – автор более 250 научных работ, в том числе шести монографий. Он был одним из авторов «Истории многонациональной советской литературы», «Истории коми литературы» в 3-х т. Под его научным руководством было выпущено первое исследование по творчеству К.Ф. Жакова («Творчество К.Ф. Жакова», 1991). Он также инициатор издания, научный редактор и автор-составитель первых в республике библиографических словарей для школьников «Писатели Коми АССР — детям» (1983), «Писатели Коми — детям» (1978), энциклопедического словаря школьника «Коми литература», двухтомного библиографического словаря «Писатели Коми» (1996, 2000). Владимир Николаевич был участником VI, VII и VIII Международных конгрессов финно-угроведов, III и IV конгрессов финно-угорских писателей (г. Эгер, Венгрия, 1993; г. Сыктывкар, 1998).

Ученый проявил себя и как талантливый критик. Благодаря его рецензиям читатели смогли познакомиться с творчеством А. Ванеева, В. Попова, Г. Юшкова, С. Попова и других поэтов. Он поддерживал тогда еще молодых поэтов, входящих в литературу, таких как А. Мишарина, А. Некрасов, А. Лужиков. Как литературный критик В.Н. Дёмин отличался широтой интересов и интенсивностью творческого поиска. Его статьи печатались в региональных и всесоюзных журналах «Литературное обозрение», «Урал», «Север», «Punalirri» и др.

Особое место в его многогранной деятельности занимала научно-просветительская и общественная работа. Он часто выступал на радио и телевидении, в газетах, читал лекции для населения, был организатором семинаров по литературе народов России, проводимых в рамках общества «Знание». Являлся председателем секции художественной культуры Коми республиканского филиала общества «Знание», председателем секции коми языка и литературы республиканского отделения педагогического общества. В.Н. Дёмин был также инициатором создания и первым председателем Совета историко-мемориальной, культурно-просветительской, общественной организации «Сыктывкар» (1999).

В.Н. Дёмин был членом Союза писателей России (1997), лауреатом Государственной премии Республики Коми в области литературы за цикл работ в области истории и теории коми поэзии (1998), членом диссертационного совета по присуждению ученой степени кандидата филологических наук при Мордовском государственном педагогическом институте (1997), членом Лингвистического общества им. Фортунатова (Москва, 1997). Его барельеф занимает достойное место на здании гуманитарных наук Коми научного центра (ул. Коммунистическая, д. 26).

Более подробные сведения о жизни и творческом пути ученого можно почерпнуть из выпущенного сборника воспоминаний об ученом и публикаций о нём в справочных изданиях.

Память об этом талантливом ученом будет жить в его многочисленных трудах, сердцах коллег.

Литература

Владимир Николаевич Дёмин. Сыктывкар, 2001.; *Беляев Г. Дёмин // Республика Коми: Энциклопедия.* Т. 1. Сыктывкар, 1997. С. 395.; *Владимир Николаевич Дёмин.* Биобиблиографический указатель / Сост. Г.К. Лисовская. Сыктывкар, 2014. С. 37–38.; *Лисовская Г.* Владимир Николаевич Дёмин // Писатели Коми: биобиблиогр. слов.: в 2 т. Т. 1. Сыктывкар, 1995. С. 130–133.; *Лисовская Г.* Владимир Николаевич Дёмин // Писатели Коми: биобиблиогр. слов.: в 2 т. Т. 1. Сыктывкар: «Анбур», 2017. С. 249–251.

*к.филол.н. Г.К.Лисовская,
д.филол.н. Е.А.Цыпанов*

ТАТЬЯНА ИВАНОВНА ЖИЛИНА



14 декабря 2018 г. отметила свой 95-летний юбилей **Татьяна Ивановна Жилина** – видный коми лингвист, крупный специалист в области диалектологии, кандидат филологических наук, заслуженный деятель науки Коми АССР.

Татьяна Ивановна Жилина (Фролова) родилась в 1923 г. в д. Ягвыв (ныне часть Эжвинского района г. Сыктывкара). После окончания сыктывкарской средней школы №1 в 1940 г. поступила на историко-филологический факультет Коми педагогического института. Получив специальность учителя коми языка и литературы, русского языка и литературы, работала учителем русского языка и литературы в средней школе с. Усть-Цильма.

Еще в годы студенчества Татьяна Ивановна проявляла неординарные способности и стремление к научно-исследовательской работе: активно участвовала в лингвистических и фольклорных экспедициях студентов и преподавателей Карело-Финского государственного университета, эвакуированного в годы войны в г. Сыктывкар. Судьбоносным в ее жизни стало участие в работе московской этнографической экспедиции в Сысольский и Железнодорожный районы Коми АССР под руководством известного этнографа В.Н. Белицер. Экспедиция произвела на нее неизгладимое впечатление и еще больше усилила тягу к научным исследованиям.

В 1946 г. Татьяна Ивановна поступила в аспирантуру Коми Базы АН СССР. С этого момента началась ее плодотворная научная деятельность. Под руководством чл.-корр. АН СССР, проф. Д.В. Бубриха, а после его смерти – д. филол.н. А.С. Сидорова она подготовила и в 1951 г. в Институте языкознания АН СССР (г.Москва) успешно защитила кандидатскую диссертацию на тему «Именные категории верхневымских говоров северного диалекта коми языка». Научная работа Т.И. Жилиной была высоко оценена специалистами – как существенный вклад в развитие финно-угорской диалектологии.

После успешной защиты Татьяна Ивановна поступила на работу в Коми филиал АН СССР, где проработала сначала в должности младшего научного сотрудника, с 1962 г. – старшего научного сотрудника, а с 1971 г. по 1982 г. в должности ученого секретаря Института языка, литературы и истории Коми филиала АН СССР.

С именем Т.И. Жилиной во многом связано становление коми диалектологии как науки. Около 40 лет Татьяна Ивановна посвятила приоритетным направлениям коми языкознания в 40–

70-е гг. прошлого столетия – диалектологическим исследованиям. Языковые материалы, собранные ею в многочисленных экспедициях в бассейнах рек Выми, Вычегды, Сысолы, Лузы, Летки, а также Зауралье и Прикамье, составляют богатейший диалектологический фонд Научного архива Коми НЦ УрО РАН.

Совместно с коллегами (М.А. Сахаровой, Н.А. Колеговой, В.А. Сорвачевой, Э.К. Павловой, Н.И. Лоскутовой, Р.И.Косныревой) Татьяна Ивановна приложила много усилий к упорядочению, систематизации, введению в научный оборот огромного эмпирического материала. Многолетние кропотливые исследования Т.И. Жилиной в области диалектологии синтезированы в ряде крупных фундаментальных работ, таких как «Присыктывкарский диалект и коми литературный язык» (М., 1971, в соавт.), «Верхнесысольский диалект коми языка» (М., 1975), «Лузско-летский диалект коми языка» (М., 1985), «Вымский диалект коми языка» (Сыктывкар, 1998), «Образцы коми-зырянской речи» (Сыктывкар, 1971, в соавт.), «Сравнительный словарь коми-зырянских диалектов» (Сыктывкар, 1961, в соавт), а также в серии научных статей.

Уникальное явление в финно-угорском языкознании представляет собой серия монографических исследований по всем коми-зырянским диалектам. Несомненно, большая заслуга в этой работе принадлежит Татьяне Ивановне. Исследователем подготовлены четыре из десяти диалектных монографий: описаны фонетика и морфология, строй присыктывкарского, верхнесысольского, лузско-летского и вымского диалектов коми языка, составлены словари диалектной лексики, образцы диалектной речи.

Диалектологические труды ученого характеризуются глубиной наблюдений, обилием языкового материала, стремлением к фактографической точности и являются прочной основой для современных исследований коми языка.

Заслуживает признания деятельность Т.И. Жилиной как лексикографа: она является одним из авторов-составителей и редакторов «Русско-коми словаря» (Сыктывкар, 1966) и «Сравнительного словаря коми-зырянских диалектов» (Сыктывкар, 1961). Она активно участвовала и в создании учебников для вузов «Современный коми язык, ч.1. Фонетика. Лексика. Морфология», «Современный коми язык, ч.2. Синтаксис» (Сыктывкар, 1955, 1967).

Весомый вклад Татьяны Ивановны Жилиной в развитие науки и культуры Республики Коми отмечен званиями «Заслуженный деятель науки Коми АССР» (1973) и «Ударник девятой пятилетки» (1975), почетными грамотами Президиума АН СССР и Правительства Республики Коми, медалями «За доблестный труд в Великой

Отечественной войне 1941–1945 гг.» и «Ветеран труда» (1982).

Диалектологические исследования Т.И.Жилиной имеют непреходящее научное и общекультурное значение. Ценность ее научных трудов определяется точностью и глубиной наблюдений над процессами развития коми языка и его диалектов, отдельных явлений и единиц, над причинами и механизмами языковых изменений. Науч-

ный опыт Татьяны Ивановны – глубокого исследователя, ученого, всецело посвятившего себя любимому делу, является национальным достоянием и примером для современного поколения лингвистов.

Коллеги, друзья и ученики сердечно поздравляют глубокоуважаемую Татьяну Ивановну с юбилеем, желают доброго здоровья, счастья, успехов. Кузь нэм да бур шуд!

Редколлегия

ВЕРА АЛЕКСЕЕВНА ЛАТЫШЕВА



22 октября 2018 г. отметила свой юбилей **Вера Алексеевна Латышева** – педагог, ученый-литературовед, искусствовед, критик, доктор филологических наук, профессор, заслуженный работник Республики Коми. Вклад В.А.Латышевой в развитие финно-угорского литературоведения и коми филологического

образования трудно переоценить. Ее многочисленные работы – научно-критические труды и учебные пособия – являются основой коми литературоведения, методологической базой для дальнейшего развития новых исследовательских и образовательных направлений.

Вера Алексеевна родилась в с. Объячево Прилузского района Коми АССР (ныне Республика Коми). После окончания школы она поступила на филологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. Закончив его в 1956 г., она 15 лет проработала в отделе языка и литературы Коми филиала АН СССР (сначала старшим лаборантом, а потом научным сотрудником) – эти годы стали началом ее научно-исследовательской деятельности.

С 1958 по 1962 гг. В.А.Латышева училась в аспирантуре при Институте мировой литературы им. М.Горького в Москве, где ее научным руководителем был советский литературовед доктор филологических наук К.Л. Зелинский. Кандидатскую диссертацию «Пути развития драматургии коми» она защитила в 1967 г. в Ленинградском институте театра, музыки и кинематографии. Эта работа стала первым обобщающим трудом по коми драматургии, раскрывающим важнейшие тенденции формирования и развития национальной драмы.

В 1970–1980-е гг. В.А. Латышева работала в Коми пединституте преподавателем русской литературы XVIII–XIX вв. и теории литературы, а также в Республиканском институте усовершенствования учителей. В пединституте получила звание доцента (1992).

В 1993 г. в Казанском государственном университете она защитила докторскую диссертацию

по теме «Межнациональная общность и различие драматургии угро-финских народов Поволжья и Приуралья». Работа охватывает широкий круг исследовательских проблем, касающихся поэтики и развития финно-угорской драматургии, рассмотренной Верой Алексеевной как общий социокультурный феномен.

В 1994 г. на базе СыктГУ (сейчас СыктГУ им. П. А. Сорокина) был создан финно-угорский факультет, и через год В.А.Латышева стала заведующей одной из кафедр этого факультета – кафедрой коми литературы и фольклора. Здесь в 1996 г. она получила ученое звание профессора. Под ее руководством на кафедре были открыты новые курсы и спецкурсы, многие из которых были авторскими; подготовлены новые программы и методические пособия по всем основным предметам, начата работа по составлению серии учебных хрестоматий по коми литературе. В.А. Латышевой были подготовлены учебные пособия для студентов-филологов, среди которых – «Литература коми» (1995), «История коми литературы» (1995), «70-од воясса коми повесть» (Коми повесть 70-х гг., 1997), «Коми лирика гижодъяс видлалом (классикъяс да современникъяс)» (Анализ лирического произведения коми (классики и современники, 1999). Эти пособия представляют интерес не только для студентов, но и для широкого круга исследователей, занимающихся вопросами истории коми литературы. На протяжении многих лет она была научным руководителем дипломников и аспирантов. Под ее руководством защищено шесть диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата филологических наук. Кроме того, В.А. Латышева более 20 лет была членом диссертационного совета Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева по специальности «Литература народов Российской Федерации» (финно-угорская) и «Языки народов Российской Федерации» (финно-угорские и самодийские) (Д 212.117.09).

В.А. Латышева признанный специалист в области финно-угорской филологии, автор 14 научных книг и более 300 статей по искусству и литературе коми. Диапазон ее научных интересов обширен: исследованы драматургия, проза, лирика коми. Более ранними и наиболее крупными стали работы по коми и финно-угорской

драматургии. Монографии «Зарождение драматургии и театра народа коми» (1968), «Конфликты и характеры в коми драматургии» (1973), «Драматургия и жизнь: эволюция жанров драматургии угро-финских народов Поволжья и Приуралья» (1985), «Современная коми драматургия» (1994) посвящены изучению истории и поэтики театрального искусства коми.

Более поздней исследовательской темой литературоведа стала коми лирика в ее историческом развитии. Творчеству коми поэтов В.А. Латышевой посвящено большое количество научных статей, многие из которых составили сборники «Миян кывным мыйён шыасяс» (Чем наше слово отзовется, 1991), «Коми лирика гижодъяс видлалом» (Исследование коми лирики, 1999), «Классики и современники» (2005), «Лымдор дзоридз» (Подснежник, 2006), а также стали основой монографии «Выль коми лирика» (Новейшая коми лирика, 2012). Она исследовала творчество основоположника коми литературы И.А.Куратова, поэта-фронтовика А.П.Размыслова. С В.А.Латышевой начался новый этап изучения творчества репрессированных и долгие годы запрещенных коми поэтов В.А.Савина, В.Т. Чисталева, В.И. Лыткина. Ее работы об их литературном наследии отличаются непредвзятостью научной оценки, серьезным литературоведческим анализом, определением роли этих писателей в развитии коми литературы XX в. Обшир-

ным изучением современной коми лирики В.А. Латышева начала заниматься в 1990 гг.

Вера Алексеевна исследовала творчество коми ученого, писателя, общественного деятеля, создателя оригинального философского учения К.Ф.Жакова, имя которого долгие годы было под запретом. Ее изыскания открыли читателю разнообразие творческих устремлений писателя, выявляя специфику его поэтического сознания. Осмыслению наследия К. Жакова посвящена работа В.А. Латышевой «Певец зырянского края» (2005).

Исследование творчества каждого отдельного писателя для В.А. Латышевой – это, прежде всего, выявление его художественных особенностей, авторской индивидуальности: основных характеров, героев, мотивов и образов, разнообразия эстетических средств, богатства и образности языка, мельчайших деталей формы произведений, а также близости текста с устным народным творчеством, степени его традиционности и новаторства.

Вклад В.А. Латышевой в коми литературоведение, в решение его ключевых проблем не оценок: коми литературе посвящен ее более чем полувековой труд, который открывает широкие перспективы дальнейших исследований художественной словесности.

Ученики, коллеги сердечно поздравляют Веру Алексеевну с юбилеем и желают крепкого здоровья и успехов.

редколлегия

ВИОЛЕТТА НИКОЛАЕВНА ШУБИНА



6 октября 2018 г. отметила юбилейный день рождения заслуженный работник Республики Коми, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела экологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН **Виолетта Николаевна Шубина**.

Родилась Виолетта Николаевна в 1938 г. с. Щельяюр Республики Коми. После окончания средней школы в 1957 г. поступила на работу в Коми филиал АН СССР на должность лаборанта отдела зоологии и животноводства. В 1966 г. В.Н. Шубина окончила Пермский государственный университет, совмещая работу и учебу. Вся ее многолетняя дальнейшая трудовая деятельность проходит в Институте биологии: старший лаборант (1962–1965), научный сотрудник (1966–1990), старший научный сотрудник лаборатории экологии водных организмов (1991–2007), с 2008 г. – ведущий научный сотрудник отдела экологии животных. В 1987 г. Виолетта Николаевна защитила в Московском государственном университете диссертацию «Бентос лососевых рек Северного Ура-

ла» на соискание учёной степени кандидата биологических наук. В 2007 г. успешно защитила докторскую диссертацию на тему: «Фауна и экология донных беспозвоночных лососевых рек Урала и Тимана».

В.Н.Шубина – высококвалифицированный специалист в области гидробиологии, экологии водных организмов и природопользования европейского Севера России. Она внесла весомый вклад в становление и развитие гидробиологических исследований на Севере вслед за известными учеными-биологами О.С. Зверевой, Л.Н. Соловкиной и др. Сфера ее научных интересов связана с проблемой изучения и сохранения водных экосистем Тимана и Урала. Результатами многолетних экспедиционных работ стали выявленные закономерности формирования бентоса и дрефты в лососевых реках европейского Северо-Востока, изучены кормовые ресурсы рыб крупных селуэ-нерестовых рек, внесен большой вклад в изучение фауны водных беспозвоночных.

Результаты исследований Виолетты Николаевны имеют большую практическую ценность, позволяют оценить продуктивность водоемов, дают возможность эффективнее решать рыбохозяйственные вопросы в Республике Коми, оптимизировать охрану водных экосистем, рационально использовать водные ресурсы и прогнози-

ровать изменения в биологии водоемов под влиянием хозяйственной деятельности. Данные, полученные В.Н. Шубиной, использованы для разработки практических мероприятий по рыбному хозяйству Республики Коми, организации национального парка «Югыд ва», ведения государственного кадастра «Особо охраняемые природные территории Республики Коми», создания «Красной книги Республики Коми» (1998, 2008), обоснования природоохранных разделов инженерных проектов и при проведении экологических экспертиз.

В.Н. Шубина является автором более 130 научных трудов, в том числе 12 монографий. Опубликованные результаты научной деятельности представляют большой интерес для биологов, экологов, гидробиологов, используются в учебном процессе.

Виолетта Николаевна принимает участие в подготовке научных кадров, работает с аспирантами по специальности «экология», под ее руководством защищена кандидатская диссертация.

Заслуги В.Н. Шубиной за многолетний добросовестный труд и успехи в научно-исследова-

тельской работе отмечены многочисленными наградами: Почетной грамотой Коми НЦ УрО АН СССР (1983, 1988), медалью «Ветеран труда» (1984), Почетной грамотой Профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений РСФСР (1988), Почетной грамотой УрО РАН (1993, 1999), Почетной грамотой Республики Коми (1998), Почетной грамотой Института биологии Коми НЦ УрО РАН (2002), почетным званием «Ветеран Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук» (2012), знаком отличия «За безупречную службу Республике Коми» (2013), Благодарностью Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (2017).

Виолетта Николаевна человек большой души и безграничного трудолюбия, всецело посвятившего себя служению Науке!

В день славного юбилея искренне поздравляем Вас и желаем Вам оставаться творческим и энергичным человеком! Благополучия Вам, долгих лет жизни и успехов.

*Коллектив Института биологии
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
Редколлегия*

ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ МИНЕЕВ



7 октября 2018 г. отметил свой юбилей известный специалист в области зоологии, экологии и охраны природы на Европейском Севере, лауреат Государственной премии Республики Коми, заслуженный работник Республики Коми, доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела экологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Юрий Николаевич Минеев.

Юрий Николаевич родился в 1938 г. с.Ивашково Владимирской области. В 1967 г. окончил Всесоюзный сельскохозяйственный институт по специальности «охотоведение» с присвоением квалификации «биолог-охотовед». До поступления в аспирантуру Коми филиала АН СССР работал в должности директора госпромхоза «Усть-Цилемский». С 1972 г. по 1975 г. обучался в аспирантуре Коми филиала АН СССР по специальности «зоология», затем был зачислен на должность младшего научного сотрудника лаборатории зоологии Института биологии. В 1978 г. Ю.Н. Минеев защитил кандидатскую диссертацию на тему «Размещение, численность и экология водоплавающих птиц Большеземельской тундры».

С 1980 г. по 1985 г. Юрий Николаевич заведовал лабораторией зоологии, коллектив которой проводил комплексные исследования экологии на-

земных позвоночных европейского Северо-Востока России. В 1999 г. ученый защитил докторскую диссертацию на тему «Гусеобразные птицы восточноевропейских тундр (распространение, динамика популяций, охрана)». С октября 1985 г. по 1999 г. работал в должности старшего научного сотрудника лаборатории экологии животных, с 1999 г. по 2003 г. – ведущим научным сотрудником, с 2003 г. по настоящее время является главным научным сотрудником лаборатории экологии наземных позвоночных животных Института биологии Коми научного центра УрО РАН.

Ю.Н. Минеев является высококвалифицированным специалистом. Основное направление работ – сравнительная экология, пространственно-временная динамика населения птиц, ресурсы, динамика численности и охрана водоплавающих птиц, инвентаризация водно-болотных угодий в рамках Российской программы Международного бюро по сохранению водно-болотных угодий (Wetlands International) для включения особо ценных водно-болотных угодий европейского Северо-Востока России в список Рамсарской конвенции.

Им получены оригинальные сведения по эколого-фаунистической характеристике, динамике численности, сравнительной экологии размножения, питания, миграциям, ресурсам популяций водоплавающих птиц и инвентаризации водно-болотных угодий в восточноевропейских тундрах. На основе исследований ученый обосновал перспективную сеть охраняемых территорий различного природоохранительного статуса на Се-

веро-Востоке европейской части России. Из них 12 рекомендованы для внесения в список охраняемых Рамсарской конвенцией.

Ученым опубликовано 222 научные работы, в том числе 18 монографий и книг, из которых три изданы за рубежом.

Ю.Н. Минеев – участник XVIII Международного орнитологического конгресса, Международных, Всесоюзных и Всероссийских симпозиумов, совещаний и конференций, где выступал по теме своих исследований (Венгрия, Дания, Испания, США, Швейцария, Финляндия, Норвегия, Швеция, Германия, Индия, Литва, Латвия, Эстония, Украина, Англия, Франция, Италия, Москва, Олонец, Сыктывкар, С.-Петербург).

Юрий Николаевич являлся членом различных научных обществ в России и за рубежом. Он был региональным координатором по учёту колониальных околоводных птиц на Европейском Севере России (1986–1991 гг.), членом рабочей группы и региональным координатором по лебедям орнитологического общества АН СССР (1989–1991 гг.), Международного Бюро по изучению водоплавающих птиц (1989–1995 гг., IWRB), региональным куратором Атласа гнездящихся птиц Европы (The EBCC Atlas of European Breeding Birds, 1997–1999 гг.), региональным координатором по изучению птиц тундры общественной организации «Мигрирующие птицы Западной Палеарктики» (1999–2003 гг., ОМРО, Франция). В настоящее время Ю.Н. Минеев является членом учёного и диссертационного советов Института биологии. Он активно участвует в работе и является членом Бюро рабочей группы по гусям и лебедям Восточной Европы и Северной Азии, членом

рабочих групп по изучению лебедей, гусей и уток международных программ Wetlands International, Российской программы Международного бюро по сохранению водно-болотных угодий (Wetlands International).

Ученый оказывает большую помощь молодым специалистам, был руководителем аспирантских тем лаборатории экологии позвоночных животных и руководителем курсовых и дипломных проектов студентов.

Заслуги Ю.Н.Минеева отмечены Почетной грамотой Коми научного центра АН СССР (1987, 1988), медалью «Ветеран труда» (1988), Почетной грамотой Совета министров Республики Коми (1993), Почетной грамотой Республики Коми (1998), Почетной грамотой Российской академии наук и Профсоюза работников Российской академии наук (1999), Почетной грамотой Института биологии Коми научного центра УрО РАН (2002), медалью «За заслуги в охране природы» (2007), почетным знаком «Ветеран Коми научного центра УрО РАН» (2008), знаком отличия «За безупречную службу Республике Коми» (2013), Почетной грамотой Института биологии Коми научного центра УрО РАН (2016). Награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР.

От всей души поздравляем Юрия Николаевича с юбилеем и желаем крепкого здоровья на долгие-долгие годы, неиссякаемой энергии, жизнерадостности, постоянного творческого поиска, новых научных открытий.

*Коллектив Института биологии
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
Редколлегия*

ЛАРИСА ПАВЛОВНА РОЩЕВСКАЯ

Фото М.П.Рощевского



11 декабря 2018 г. отметила свой юбилей главный научный сотрудник отдела гуманитарных междисциплинарных исследований Коми НЦ УрО РАН, доктор исторических наук, профессор, академик РАЕН **Лариса Павловна Рощевская**.

Лариса Павловна – известный в стране и за ее пределами ученый-новатор.

Продолжая лучшие традиции, заложенные выдающимися русскими учеными-историками, она внесла существенный вклад в формирование новых направлений исследований, основанных на глубоком анализе документальных комплексов культурного и исторического наследия, таких как модернизация локальной библиотечной культуры европейского Севера и Сибири; становление и развитие регионального книгоиздания в рамках общероссийского развития книжного дела; историю академической науки в контексте про-

мышленной модернизации северных территорий. Ее биография и творческий путь подробно освещены в ряде публикаций, в том числе на страницах журнала «Известия Коми НЦ УрО РАН» (№4(16) 2013).

Л.П. Рощевская продолжает активно трудиться, занимается проблемами истории научного освоения северных территорий России. За годы работы в отделе гуманитарных междисциплинарных исследований ею проведено комплексное изучение процесса возникновения и функционирования научных сообществ Северного Приуралья в XVII – начале XX в. Под ее руководством впервые в отечественной историографии поставлена проблема формирования, сохранения и изучения архивных и библиотечных фондов Российской академии наук на европейском Севере России; введены в научный оборот для широкого общественного использования огромные массивы документальной, научно-справочной информации о республике, об известных ученых, работавших здесь (Д.В. Бубрихе, В.Г. Базанове, Г.М.Данишевском, К.Ф. Жакове, А.Н. Розанове, А.И. Толмачеве и др.); осуществлена

документальная реконструкция истории комплексной академической экспедиции Полярной комиссии АН СССР в Северный край в 1933 г.

Лариса Павловна явилась одним из инициаторов подготовки путеводителей по фондам ведущих республиканских архивов. Под ее руководством и при непосредственном участии подготовлены путеводители: Центрального государственного архива РК и Коми республиканского государственного архива общественно-политических движений и формирований (ныне это ГУ РК «Национальный архив РК»), Научного архива Коми НЦ УрО РАН. Она автор более 600 научных работ, в том числе 29 монографий, учебных пособий, научно-справочных изданий. В настоящее время работает в редакционных коллегиях научных журналов «Концерт», «Человек и культура», «Genesis: исторические исследования» и сама активно публикует результаты своих исследований в отечественных научных журналах.

Заслуги Л.П.Рощевской отмечены: почетным званием «Заслуженный деятель науки Коми ССР» (1992), почетным званием «Заслуженный

деятель науки Российской Федерации» (1998), медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» 2-й степени (2010), Почетной грамотой Уральского отделения РАН (2013).

Лариса Павловна обладает большим обаянием и жизнерадостным, трудолюбивым и ответственным характером, высокой работоспособностью. Она отзывчивый и добрейший человек, внимательно и уважительно относится к коллегам, умеет увлечь коллектив новыми интересными идеями. С коллегами и учениками поддерживает душевные и добрые отношения. Ее жизнь наполнена огромным напряженным трудом.

Искренне от всей души поздравляем Ларису Павловну с юбилеем, желаем доброго здоровья и уверены, что ее и всех нас ждет еще много исследовательских проектов и научных достижений.

*Коллектив отдела гуманитарных
междисциплинарных исследований
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН
Редколлегия*

ПОТЕРИ



15 ноября 2018 г. на 83-м году ушла из жизни известный ученый-энергетик, заслуженный деятель науки Республики Коми, лауреат Государственной премии Республики Коми в области науки, бывшая заведующая лабораторией комплексных топливно-энергетических проблем Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН, кандидат экономических наук

АЛЬБИНА АЛЕКСАНДРОВНА КАЛИНИНА

А.А. Калинина родилась 20 июля 1936 г. в г. Галич Костромской области. После окончания школы в 1954 г. поступила в Томский политехнический институт им. С.М. Кирова на электроэнергетический факультет, который окончила в 1959 г. по специальности «электрические станции, сети и системы», и была направлена на работу в Отдел энергетики и водного хозяйства Коми филиала АН СССР. В 1980 г. защитила диссертацию и получила научную степень кандидата экономических наук. В 1984 г. ей было присвоено звание старшего научного сотрудника. С 1990 г. в течение 20 лет она возглавляла лабораторию комплексных топливно-энергетических проблем Отдела энергетики, проявив не только талант исследователя, но и мудрого руководителя, успешного организатора науки.

А.А. Калинина – признанный специалист в области развития регионального топливно-энергетического комплекса и системных исследований в энергетике. С ее именем связаны исследования новых системных качеств в динамике регионального топливно-энергетического комплекса. Она обосновала выделение двух уровней прогнозирования ТЭК энергоизбыточного региона – федерального (в развитии топливных отраслей) и регионального (в обеспечении качественного энергоснабжения потребителей региона). Альбина Александровна предложила рассматривать топливно-энергетический баланс как инструмент рационализации управления энергетикой региона. Подготовленная ею методика обоснования энергетической безопасности региона позволяет проводить количественную и качественную оценку кризисной ситуации в энергетике. При ее непосредственном участии были разработаны региональная Энергетическая программа Республики Коми на период до 2020 г. и Программа энергообеспечения и топливоснабжения Республики Коми с перспективой до 2020 г.

Альбина Александровна была прекрасным лектором. Ее выступления на научных конференциях и правительственных мероприятиях никого не оставляли равнодушным. Обладая потрясающей эрудицией, она не только досконально разбиралась в проблемах регионального топливно-энергетического комплекса, но и могла понятно и увлеченно рассказать о них самому широкому кругу слушателей, начиная со студентов и заканчивая академиками и руководителями региона, ярко демонстрируя свою активную жизненную и гражданскую позицию. Поэтому не удивительно, что Альбина Александровна всегда была желанным докладчиком и востребованным экспертом в области энергетики.

Обладая огромным багажом знаний и практического опыта, А.А. Калинина успешно передавала его другим. Она разработала и читала курс лекций «Проблемы ТЭК» в Сыктывкарском государственном университете и Сыктывкарском лесном институте, осуществляла руководство аспирантами лаборатории и дипломниками вузов. А.А. Калинина – автор и соавтор более 250 научных работ.

Альбина Александровна была трудолюбивым и обаятельным человеком, поддерживающим множество искренних друзей, для которых она всегда являлась примером тепла общения. Ее уход из жизни отозвался скорбью в сердцах многих людей, которым посчастливилось знать ее и работать с ней. Светлая память Альбине Александровне Калининой.

*Коллектив Института социально-экономических
и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН*

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2018 г.

<i>А.М. Асхабов. Вступительное слово</i>	№4(36) С. 5
Физико-математические науки	
<i>В.Ю. Андрюкова, В.Н. Тарасов. Об устойчивости колец, подкрепленных нитями одностороннего действия</i>	№2(34) С. 5–7
<i>Н.А. Громов, В.В. Куратов. Квантовая частица на плоскости Минковского</i>	№3(35) С. 5–7
<i>А.В. Жубр. О дифференцировании матричных функций</i>	№3(35) С. 13–15
<i>А.В. Карпов, Д.В. Казаков, К.М. Павлов, В.И. Пунегов. Теория рентгеновской дифракции на кристалле с поверхностным рельефом</i>	№1(33) С. 5–12
<i>С.И. Колосов. Функция гринна для одной задачи кинематической теории дифракции</i>	№2(34) С. 14–16
<i>С.В. Некипелов, А.А. Ломов, А.Е. Мингалева, О.В. Петрова, Д.В. Сивков, Н.Н. Шомьсов, Е.Н. Шустова, В.Н. Сивков. NEXAFS и XPS исследования пористого кремния</i>	№3(35) С. 19–22
<i>Д.В. Сивков, В.И. Пунегов. Решение обратной задачи рентгеновской дифракции на идеальном кристалле с использованием метода дифференциальной эволюции</i>	№3(35) С. 16–18
<i>В.Ф. Соколов. Адаптивная субоптимальная стабилизация дискретного минимально-фазового объекта с неопределенностью в канале выхода</i>	№3(35) С. 8–12
<i>А.Н. Тихомиров. Простые доказательства неравенства Розенталя для линейных форм от независимых случайных величин и его обобщения на квадратичные формы</i>	№2(34) С.8–13
Биологические науки	
<i>М.А. Вайкинорайте, В.А. Витязев, А.Э. Азаров. Последовательность активации миокарда желудочка атлантической трески (<i>Gadus morhua marisalbi</i>)</i>	№4(36) С.31–35
<i>В.В. Володин, Ву Тхи Лоан, С.О. Володина, А.Н. Кузнецов. Экдистероидсодержащие растения национального парка Кук Фьонг (Северный Вьетнам)</i>	№3(35) С. 46–53
<i>Н.В. Герлинг, Я.И. Пылина, Д.М. Шадрин. Определение систематического положения видов <i>R. lupiregus</i>, произрастающих на Северо-Востоке европейской части России</i>	№2(34) С.26–32
<i>Т.К. Головкин, И.В. Далькэ, О.В. Дымова, Р.В. Мальшев, С.Н. Плюснина, Т.Н. Пыстина, Н.А. Семенова, Г.Н. Табаленкова, М.А. Шелякин. Функциональная экология лишайника <i>Lobaria Pulmonaria</i> (L.) Hoffm. в таежной зоне на европейском Северо-Востоке России</i>	№3(35) С. 23–33
<i>М.В. Дулин, З.Г. Улле. Новые находки редких видов сосудистых растений, включенных в Красную книгу Республики Коми</i>	№1(33) С.22–27
<i>Т.В. Есева, Н.Г. Варламова, Т.П. Логинова, Н.Н. Потолицына, Е.Р. Бойко. Компьютерная модель представления результатов обследования по тренировочным зонам у лыжников-гонщиков</i>	№4(36) С.25–30
<i>В.Н. Ильина. Онтогенетическая структура ценопопуляций <i>Polygala sibirica</i> L. (Polygalaceae) в местообитаниях с различной степенью антропогенного воздействия</i>	№1(33) С.28–35
<i>И.А. Кириллова. Биологические особенности и состояние ценопопуляций орхидных бассейна р. Щугор (национальный парк «Югыд ва»)</i>	№2(34) С. 17–25
<i>А.В. Козловская. Исходы родов и масса тела новорожденных у женщин в г.Воркута</i>	№1(33) С. 36–42
<i>Т.М. Красовская, Г.П. Покрытан. Формирование нового очага загрязнения атмосферы в Российско-Норвежском порубежье</i>	№3(35) С. 60–65
<i>В.А. Куц, А.С. Гуляева. Кардиоэлектрическое поле на поверхности тела свиньи в период начальной и конечной желудочковой активности</i>	№3(35) С. 70–74
<i>Е.А. Моисеева, Р.Х. Бордей, З.А. Самойленко. Перспективы возделывания козлятника восточного (<i>Galega orientalis</i> Lam.) на подзолистых почвах средней тайги Западной Сибири (в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры)</i>	№3(35) С. 54–59
<i>М.Д. Сивков, Е.Н. Патова. Потоки метана на переходном болоте среднетаежной подзоны Республики Коми: результаты трех лет наблюдений</i>	№3(35) С.34–45
<i>Ю.Г. Солонин, Т.П. Логинова, А.А.Черных, И.О. Гарнов, А.Л. Марков, О.И. Паршукова, В.И. Прошева, Н.Н. Потолицына, Е.Р. Бойко. Влияние широтного фактора на организм лыжников Республики Коми</i>	№4(36) С. 19–24

<i>В.В. Смирнов, А.С. Полузрудов, С.В. Попов.</i> Определение интероцептивного ощущения сытости	№4(36) С. 36–41
<i>О.В. Суслонова, С.Л. Смирнова, И.М. Рощевская.</i> Электрическая активность сердца крыс с экспериментальной легочной гипертензией в период реполяризации желудочков	№3(35) С. 66–69
<i>М.А. Паламарчук, Д.В. Кириллов.</i> Новые данные об агарикоидных базидиомицетах национального парка «Югыд ва» (Приполярный, Северный Урал)	№1(33) С. 13–21
<i>Е.А. Политова, С.М. Шаньгина, О.А. Патова, В.В. Головченко.</i> Влияние низкотемпературного хранения на полисахариды клеточной стенки сливы домашней <i>Prunus domestica</i> L.	№4(36) С. 42–49
<i>Т.И. Ширшова, И.В. Бешлей, Н.А. Голубкина.</i> Содержание селена в почвах некоторых районов Республики Коми	№2(34) С. 43–48
<i>Н.А. Черных, Д.Н. Шмаков.</i> История развития физиологии в Коми научном центре УрО РАН: научные идеи и открытия	№4(36) С. 6–18
<i>Е.В. Яковлева, Д.Н. Габов, К.С. Вежов.</i> Накопление полиаренов в почвах и кустарниках <i>Betula nana</i> в условиях южной тундры	№2(34) С. 33–42
Геолого-минералогические науки	
<i>И.Н. Бурцев.</i> Институт геологии: 60 лет поисков и открытий	№4(36) С. 50–58
<i>Д.А. Бушнев, Н.С. Бурдельная, С.В. Льюров.</i> Геолого-геохимическая характеристика юрских горючих сланцев (обн. Большой Восим, Яренгский сланценосный район, Архангельская обл. РФ)	№3(35) С. 83–87
<i>Ю.В. Глухов, С.К. Кузнецов, В.П. Савельев, Е.Ю. Котречко.</i> Золото из аллювиальных отложений среднего Кыввожа (Вольско-Вымская гряда, Тиман)	№1(33) С. 49–59 №2(34) С. 64–70
<i>О.В. Гракова.</i> Рудная минерализация няровейской серии (Полярный Урал)	№2(34) С. 56–63
<i>Е.Г. Довжикова, Л.П. Бакулина.</i> Состав и строение ксенокристаллов и глубинных включений в пикритах Четласского камня	№2(34) С. 49–55
<i>Д.В. Камашев, А.М. Асхабов, А.А. Кряжев.</i> Механизм формирования сферических частиц кремнезема по данным динамического рассеяния света	№4(36) С. 81–94
<i>С.К. Кузнецов, Т.П. Майорова, Н.В. Сокерина, Ю.В. Глухов.</i> Золотоносные районы западного склона Урала и Тимана	№4(36) С. 95–101
<i>Н.Н. Пискунова.</i> Возможности атомно-силовой микроскопии в исследовании кристаллов и процессов их роста	№1(33) С. 68–74
<i>А.М. Плякин.</i> Из истории научных исследований Ухтинской геологоразведочной экспедиции	№4(36) С. 59–67
<i>А.М. Пыстин, В.Л. Андреичев, Н.В. Конанова, Ю.И. Пыстина, А.А. Соболева, В.В. Удоратин, О.В. Удоратина.</i> Тимано-Североуральский регион: глубинное строение, вещественно-структурная эволюция, возрастные рубежи	№4(36) С. 68–80
<i>Н.Н. Тимонина, Т.В. Майдль, Н.Н. Рябинкина, И.С. Котик, О.С. Котик, И.И. Даныщикова.</i> Перспективы развития сырьевой базы нефтегазовой отрасли Тимано-Печорской провинции	№3(35) С. 75–82
<i>Н.С. Уляшева.</i> Геохимические и петрографические особенности углеродсодержащих пород верхнепротерозойских отложений Полярного Урала	№1(33) С. 43–48
<i>В.Н. Чередов, А.М. Асхабов.</i> Перколяционная природа нанокластеров на фронте кристаллизации	№1(33) С. 60–67
<i>И.Х. Шумилов.</i> Экзотические отложения в девонской толще Среднего Тимана	
Технические науки	
<i>М.И. Успенский.</i> Оценка воздействия космической погоды на синхронизацию времени в системе мониторинга переходных режимов	№3(35) С. 95–100
Историко-филологические науки	
<i>Т.И. Дронова.</i> «Чужие» в традиционных представлениях русских староверов Усть-Цильмы	№1(33) С. 75–79
<i>С.Л. Егорова, В.И. Королева.</i> «Куратовская энциклопедия»: неосуществленный замысел А.Е. Ванеева (1933–2001)	№2(34) С. 71–77
<i>Л.А. Максимова.</i> Последствия индустриальной модернизации на европейском Северо-Востоке СССР	№1(33) С. 94–102
<i>А.М. Мацук.</i> Подготовка кадров средней квалификации для сельского хозяйства в регионах Европейского Севера России (1950–1980-е годы)	№1(33) С. 103–112
<i>С.А. Попов.</i> Правосознание крестьян Вологодской губернии и его влияние на состав сельских сходов во II пол. XIX–начале XX в.	№1(33) С. 87–93

<i>В.И. Сподина.</i> Представление о разновидностях боли в традиционном мировоззрении обских угров и самодийцев	№1(33) С. 80–86
<i>Ю.П. Шабаев, И.Л. Жеребцов, О.В. Лабунова.</i> Культурная эволюция заполярного города: от города-концлагеря – к городу-призраку (I часть)	№2(34) С. 78–88
<i>Ю.П. Шабаев, И.Л. Жеребцов, О.В. Лабунова.</i> Культурная эволюция заполярного города: от города-концлагеря – к городу-призраку (II часть)	№3(35) С. 88–94
Общественные науки	
<i>О.В. Бурый.</i> Оценка системы управления энергосбережением в экономике северных регионов	№4(36) С.136–143
<i>Ю.Я. Гаджиев, М.М. Стыров.</i> Финансовые ресурсы Республики Коми: тенденции и перспективы	№4(36) С.152–160
<i>Т.В. Жигальцова.</i> Образно-эмоциональное восприятие жителями пожилого возраста заброшенного лесного поселка (Арктическая территория Архангельской области)	№1(33) С. 113–117
<i>В.Н. Лажнецев.</i> Направления научных исследований в Институте социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН	№4(36) С.102–110
<i>А.С. Пестич.</i> Анализ основных географических исследований роли «второго города» и «города-конкурента» в регионе	№2(34) С. 89–95
<i>Т.В. Тихонова.</i> Современные методы оценки экосистемных услуг и потенциал их применения на практике	№4(36) С.122–135
<i>В.В. Фаузер, Т.С. Лыткина, Г.Н. Фаузер, А.В. Смирнов.</i> Влияние миграций на численность и трансформацию социально-демографических структур населения Российского Севера	№4(36) С.111–121
<i>А.Б. Федулова, Н.А. Туралькина.</i> Структурно-ресурсные элементы модели социальной безопасности семьи в Архангельской области	№1(33) С.118–126
<i>Ю.Я. Чукуреев, М.Ю. Чукуреев.</i> Обоснование балансовой надежности ЕЭС применительно к современным условиям развития электроэнергетики	№4(36) С.144–151
История науки	
<i>М.В. Гецен.</i> Патриарх отечественной почвенной альгологии (к 110-летию М.М.Голлербаха)	№2(34) С. 110–124
<i>К.С. Зайнуллина, А.В. Самарин, В.М. Швецова, Г.Н. Табаленкова, Т.В. Тарабукина, П.П. Вавилов</i> и академическая наука на Севере (к 100-летию со дня рождения П.П.Вавилова (1918–1984))	№2(34) С.100–109
<i>Т.П. Филиппова, Н.Г. Лисевич.</i> История Воркутинской научно-исследовательской мерзлотной станции в 1930–1950-е гг.	№3(35) С. 101–110
Краткие сообщения	
<i>Е.Ю. Ваенская, А.В. Давыдова.</i> Образ Арктики в сборнике А.Мошковского «Три белоснежных оленя»	№1(33) С. 127–130
<i>В.А. Витязев, В.В. Крандычева, А.И. Цветкова.</i> Сердце жабы с «двумя желудочками»	№3(35) С. 111–113
<i>Е.П. Калинин.</i> О роли атмосферного метана в глобальном климате Земли	№2(34) С. 96–99
Научная жизнь	
90 лет со дня рождения Г.М.Козубова	№1(33) С. 131
Итоговое заседание Ученого совета Коми НЦ УрО РАН за 2017 год	№2(34) С. 125–127
X Всероссийский симпозиум по исторической демографии (с международным участием). Сыктывкар, 27–30 июня 2018 г.	№3(35) С. 114–115
«Селекционер милостью Божьей». Памяти Зинаиды Григорьевны Зиновьевой (24.11.1934 – 22.09.1988)	№3(35) С. 116–117
Шестая Всероссийская научно-практическая конференция (с международным участием) «Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018»	№4(36) С.161–163
<i>К.Г. Лисовская, Е.А. Цыпанов.</i> Исследователь коми поэзии и коми литературы (к 80-летию со дня рождения В.Н.Дёмина)	№4(36) С.164–165

Научный журнал

ИЗВЕСТИЯ
Коми научного центра
Уральского отделения РАН

Вып. 4(36)

Выпуск подготовили:

Научный редактор д.б.н. М.В.Гецен
Помощник главного редактора к.и.н. А.В.Самарин
Редактор Т.В.Цветкова
Компьютерное макетирование Н.А.Сулейманова
Корректурa английского перевода Т.А.Искакова

Лицензия № 0047 от 10.01.1999.
Компьютерный набор. Подписано в печать 14.12.2018.
Формат бумаги 60x84¹/₈. Печать офсетная.
Усл.-печ.л. 22. Уч.-изд.л. 22. Тираж 300. Заказ № 39.
Свободная цена.

Подготовлено к изданию и отпечатано:
Редакционно-издательский отдел
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.
167982, ГСП, г. Сыктывкар, ул.Первомайская, 48.

Адрес учредителя, издателя: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр УрО РАН».
167982, ГСП-2, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 24.