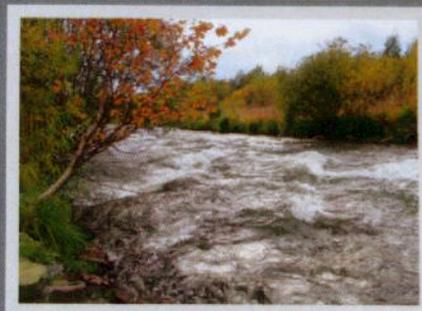


Российская Академия Наук

ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

3/2010



- Естественные и технические науки
- Общественные и гуманитарные науки
- Конференции, семинары
- Новые книги
- Юбилеры

3/2010

издается с декабря 2009 года
ISBN 978-5-91137-110-4

Российская Академия Наук

ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

Главный редактор - академик В.Т. Калинин
Заместители главного редактора
д.г.-м.н. В.П. Петров,
к.г.-м.н. В.А. Припачкин (руководитель редакции)

Редакционный совет
академик Г.Г. Матишов., академик Н.Н. Мельников,
академик Ф.П. Митрофанов, чл.-корр. В.К.Жиров,
чл.-корр. А.И. Николаев, д.г.-м.н. Ю.Л. Войтеховский,
д.т.н. Б.В. Ефимов, д.э.н. Ф.Д. Ларичкин,
д.т.н. В.А. Маслобоев, д.т.н. В.А. Путилов,
д.ф.-м.н. Е.Д. Терещенко,
к.г.-м.н. А.Н. Виноградов (ответственный секретарь)

184209, Мурманская область, г.Апатиты, ул.Ферсмана, д.14.
Кольский научный центр, редакция журнала 'Вестник Кольского научного центра РАН'
Тел.(81555)79226. Факс (81555)76425

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Н.Н. Мельников, А.И. Калашник	Инновационные георадарные технологии изучения подповерхностной структуры и состояния природно-технических систем.....	4
А.А. Козырев, В.И. Панин, И.Э. Семенова	Управление геодинамическими рисками на Хибинских апатитовых рудниках.....	9
Н.О. Сорохтин, Н.Е. Козлов, Е.В. Мартынов, Н.Е. Козлова	Позднеархейские коматииты – проблема эволюции мантии и металлогенический аспект	19
В.А. Даувальтер, М.В. Даувальтер	Состояние подземных вод Мончегорского района.....	26
Г.А. Евдокимова, А.Ш. Гершенкоп, Н.П. Мозгова, В.А. Мязин, Н.В. Фокина	Очищение почв и сточных вод от нефтепродуктов комбинированными методами в условиях Севера.....	34
М.Н. Палатников, О.Б. Щербина, И.В. Бирюкова, Н.В. Сидоров, В.Т. Калинин	Исследование особенностей ростовой доменной структуры монокристаллов LiNbO ₃ :Gd в зависимости от условий выращивания.....	40
Л.Г. Исаева, Ю.Р. Химич	Изученность афиллофороидных грибов Мурманской области.....	47
А.И. Николаев, Г.Ю. Иванюк, С.В. Кривовичев, В.Н. Яковенчук, Я.А. Пахомовский, Л.Г. Герасимова, М.В. Маслова, Е.А. Селиванова, Д.В. Спиридонова, Н.Г. Коноплева	Нанопористые титаносиликаты: кристаллохимия, условия локализации в щелочных массивах и перспективы синтеза.....	51

ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Р.И. Трипольский	Высшее профессиональное образование: проблемы трансформации.....	63
М.А. Тараканов	Север как группа концепций с различной пространственной локализацией.....	70
А.М. Васильев, Ю.Ф. Куранов	Социально-экономическое значение развития прибрежного рыболовства на Мурмане.....	78
В.К. Жиров, А.А. Шестаков	Оптимальные пропорции и эстетические предпочтения в садово-парковом дизайне.....	84
В.В. Дидык	Устойчивое развитие городов Севера России и управленческие технологии его достижения.....	89
В.К. Жиров, О.Б. Гонтарь, Е.А. Святковская, М.П. Советова, И.Н. Мазуренко	Новое в просветительской деятельности Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина.....	95
В.А. Цукерман, Е.С. Горячевская	Технологическая модернизация экономики регионов Севера.....	101

КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ	108
НОВЫЕ КНИГИ	110
ЮБИЛЯРЫ	112
CONTENTS	114

Редколлегия:

к.г.-м.н. Припачкин В.А., д.б.н. Белишева Н.К., к.т.н. Громов П.Б., д.ф.-м.н. Иванов В.Е., д.б.н. Кашулин Н.А., д.т.н. Козырев А.А., д.б.н. Макаревич П.Р., д.т.н. Олейник А.Г., д.и.н. Разумова И.А., к.г.-м.н. Рундквист Т.В., д.э.н. Селин В.С., к.т.н. Усов А.Ф. (ответственный секретарь редколлегии)
 Редактор: Менделева А.С., информационная поддержка: Токарев А.Д., Тимофеева Л.А., Стогова Я.А., Шабалин В.В., Мартынова Е.Т.
 Зав. издательством, художественный редактор Строков М.С.
 Верстка, фото Жиганов В.Ю.

УДК 550.837.76 (470.21)

ИННОВАЦИОННЫЕ ГЕОРАДАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗУЧЕНИЯ ПОДПОВЕРХНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.Н. Мельников, А.И. Калашник
Горный институт КНЦ РАН

Аннотация

Изложены методические подходы к проведению современных, высокотехнологичных и информативных неразрушающих георадарных определений для целей подконтурного зондирования (профилирования) горно-геологических сред, изучения подповерхностной структуры и состояния природно-технических систем. Приведены результаты георадарных съемок на экспериментальных участках Хибинского и Ковдорского горнорудных районов, на о. Шпицберген, а также в переходной зоне «суша – водоем». Проведенные исследования с применением инновационных георадарных технологий убедительно показали, что георадарные определения для целей подконтурного зондирования (профилирования) участков массивов горных пород (природно-технических систем) являются наиболее современным, высокотехнологичным и информативным средством неразрушающих измерений, позволяющим получать результаты в режиме реального времени и с привязкой данных к GPS. Георадарные определения высокоинформативны как для естественных грунтовых и породных массивов, так и для искусственных грунтовых сооружений, дамб, плотин, оснований (фундаментов) и позволяют осуществлять оценку исходного (первоначального) состояния и структуры, а также мониторинг развития деформационных процессов, развитие трещиноватости, изменения структуры и т.п. природно-технических систем.

Ключевые слова:

инновации, георадарные технологии, природно-технические системы, подповерхностное зондирование, изучение структуры, мониторинг.



Подповерхностное зондирование природно-технических систем с использованием радиолокационных комплексов (в общепринятой терминологии – георадара) основано на использовании классических принципов радиолокации [1]. Антенной георадара излучаются сверхкороткие электромагнитные импульсы (единицы и доли наносекунды), имеющие 1.0-1.5 периода квазигармонического сигнала и достаточно широкий спектр излучения. Центральная часть сигнала

определяется типом антенны. Выбор длительности импульса определяется необходимой глубиной зондирования и разрешающей способностью георадара. Для формирования зондирующих импульсов используется возбуждение широкополосной передающей антенны перепадом напряжений (ударный метод возбуждения).

Излучаемый в исследуемую среду импульс отражается от находящихся в ней предметов или неоднородностей, имеющих отличную от среды диэлектрическую проницаемость или проводимость, принимается приемной антенной (рис. 1), далее усиливается в широкополосном усилителе и преобразуется в цифровой код для обработки. В результате обработки полученная информация отображается в виде волнового или плотностного профиля – радарограммы.

Георадарные определения в настоящее время получают широкое применение в различных областях, среди которых в первую очередь необходимо выделить горное дело, транспортное, промышленное и гражданское строительство, экологию и др.

Применение георадарных определений позволяет строить геологические разрезы; определять положение уровня грунтовых вод, толщину льда, глубину и профиль дна рек и озер; определять границы распространения полезных ископаемых, положение карстовых воронок и пустот; выявлять локальные проявления месторождений полезных ископаемых. Для задач горного дела почвенное

зондирование с помощью георадарных комплексов дает возможность обследовать борты, уступы и бермы в карьерах; кровлю, потолочины и целики в подземных горных выработках; обнаруживать полости и кварцевые гнезда; выявлять природные и техногенные разрывные нарушения в законтурном массиве пород [2]. С применением современных георадарных технологий возможно производить оценку оснований под транспортные сооружения; определять глубину промерзания в грунтовых массивах и дорожных конструкциях; определять содержание влаги в грунте земляного полотна и подстилающих грунтовых основаниях; определять качество и состояние бетонных конструкций (мостов, зданий и т.д.), состояния дамб и плотин; выявлять оползневые зоны, места расположения инженерных сетей (металлических и пластиковых труб, кабелей и других объектов коммунального хозяйства). Специально следует выделить решаемые с помощью георадарных технологий задачи экологии: оценка загрязнения почв; обнаружение утечки из нефте-, продукто- и водопроводов; идентификация мест захоронения экологически опасных отходов и др.

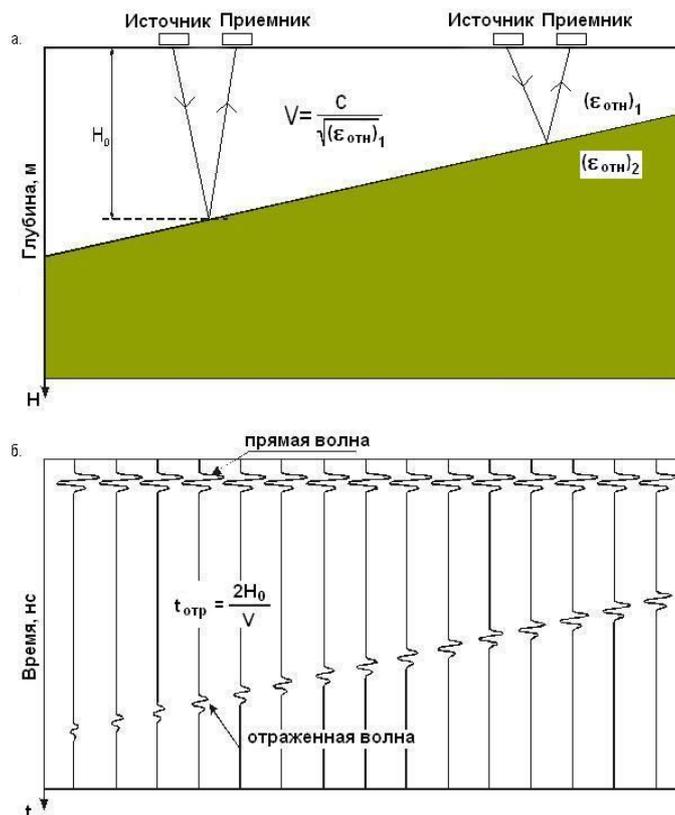


Рис.1. Схема образования отраженной электромагнитной волны от наклонной границы раздела сред с разными диэлектрическими проницаемостями ϵ :
 а – глубинный разрез; б – временной разрез

Методика георадарных определений включает в себя два основных способа георадарной съемки: профилирование и зондирование [1]. При профилировании георадар перемещается по линии (трассе), и при каждом измерении передающая и приемная антенны находятся в одной точке линии. При зондировании выбирается одна точка и далее приводится ряд регистраций отраженных сигналов при разносе антенн передатчика и приемника в разные стороны на равные расстояния.

В Горном институте КНЦ РАН развивается инновационное направление георадиолокационных исследований с применением георадарного комплекса Ramac/GPR X3M, оснащенного экранированными антеннами 100, 500 и 800 МГц, что позволяет получать непрерывную информацию об основных элементах строения участков массивов горных пород на глубину до 30 м с выделением (идентификацией) его аномалий (разрывные нарушения, полости, влагонасыщенные грунты и т.п.).

Задачи, возникающие при освоении горнорудных месторождений полезных ископаемых, решаемые с помощью георадара, могут быть разделены на две категории с характерными для каждой приемами исследований, способами обработки, типами отображения объектов и представления результатов исследования.

К первой категории относятся геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические задачи освоения месторождений горнопромышленного комплекса, такие как:

- получение информации об основных элементах строения породных массивов;
- определение состояния массивов пород, наличие зон естественной и техногенной трещиноватости, разрывных зон;
- определение состояния и структуры конструктивных элементов горных выработок: бортов и берм в карьерах, целиков и потолочин рудников.

Вторая категория задач включает в себя инженерные изыскания площадок и оснований для строительства и реконструкции зданий, дорог, котлованов и других сооружений при освоении месторождений полезных ископаемых.

Ниже приведены наиболее характерные примеры проведения полевых георадиолокационных исследований.

1. Предгорье Ковдорского горнорудного массива – природно-техническая система, подвергающаяся периодическим взрывным (волновым) воздействиям (рис. 2). При этом общая длина профилей при угле наклона порядка 30° составила около 160 м.

Анализ волновых картин на радарограммах, полученных при проведении исследований, подтвердил возможность применения методов неразрушающего подповерхностного зондирования в подобных условиях с достаточной достоверностью получения данных и их количественной и качественной интерпретации. Выявлена скрытая в глубине массива представляющая потенциальную опасность трещина скольжения (сдвига) по всей длине профиля. Также установлено, что приповерхностная зона представляет собой сильнотрещиноватые раздробленные породы мощностью до 5 м. О динамике процесса деформирования массивов пород данного участка можно судить по результатам мониторинга в течение предположительно одного-двух лет.



Схема георадиолокационных определений



Рис. 2. Проведение полевых работ

2. На западном склоне горы Айкуайвенчорр Хибинского горнорудного массива (центральная часть Кольского п-ова) георадиолокационные определения проведены на склоне протяженностью 515 м и перепадом высоты от вершины до нижней точки склона приблизительно 300 м. Исследованный участок имел снежный покров с повышенной влажностью и локальными обнажениями грунта. Глубина снега составляла в среднем 80-90 см, а на отдельных участках достигала 1.5 м. По результатам камеральной обработки полевых исследований построена радарограмма (рис. 3), на которой можно выделить несколько слоев. Снежный покров четко прослеживается по длине всего

профиля в виду большой разницы диэлектрической проницаемости на границе сред снег – морена. На участках 0-55, 85-160, 220-230, 305-315 м снежный покров отсутствует. Вторым слоем была выделена морена, мощность которой составляет от 2 м на вершине горы и до 5 м к подножью. При анализе профиля на участке 0-270 м можно увидеть увеличение мощности морены с 2 до 5 м, а на участке 270-515 м – уменьшение с 5 до 3.5 м. Граница морены с коренной породой менее уверенно идентифицируется ввиду суглинистых отложений в составе верхнего слоя и повышенной влажности исследуемой области, обусловленной активным таянием снега.

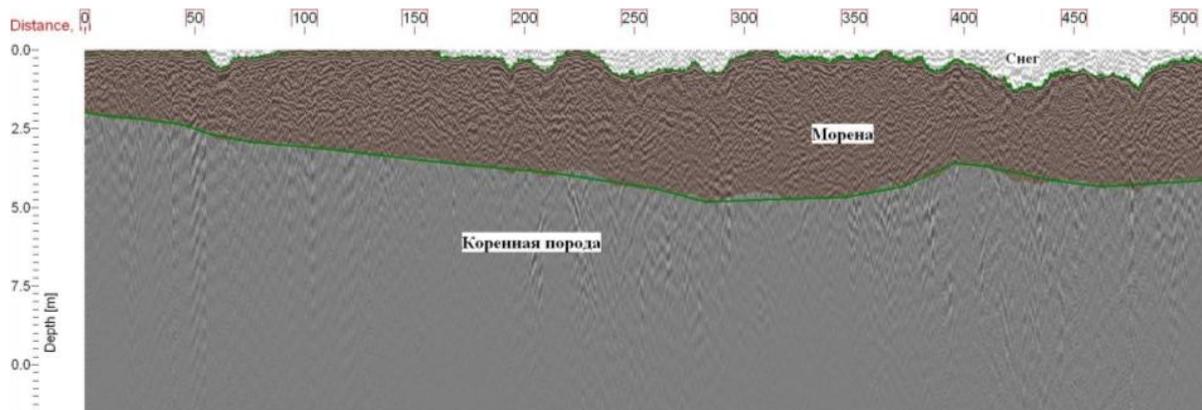


Рис. 3. Радарограмма по результатам георадиолокационных работ на склоне горы Айкуайвенчорр Хибинского горнорудного массива

3. По периметру здания ТЭЦ ОАО «Арктикуголь» в пос. Баренцбург (о. Шпицберген) георадиолокационное профилирование было проведено в сентябре 2009 г. Целью работы являлось выявление глубины залегания границы мерзлоты, которая по данным 25-летней давности располагалась на уровне 6.2-6.7 м ниже дневной поверхности. Георадарным определением было установлено, что граница мерзлоты в настоящее время расположена на глубине 6.5-7.5 м (рис. 4).

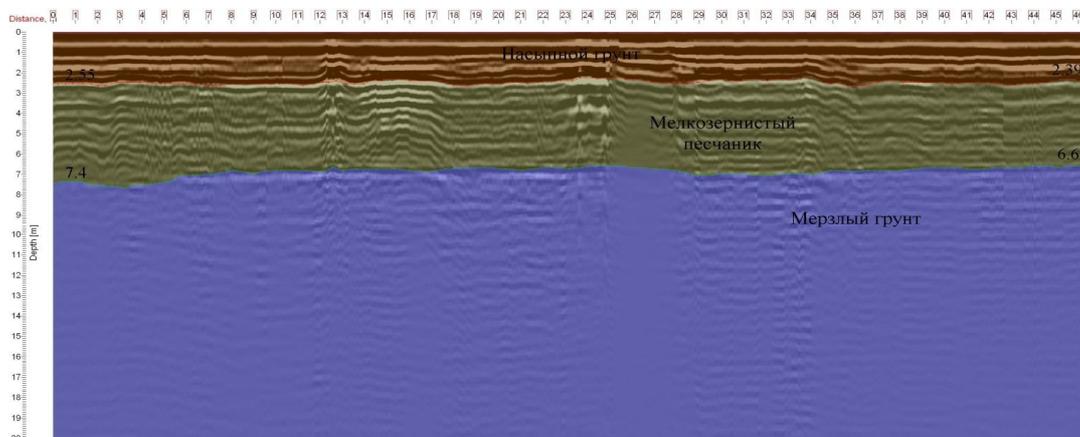


Рис. 4. Интерпретированная радарограмма профиля периметра здания ТЭЦ ОАО «Арктикуголь» (о. Шпицберген)

4. В переходной зоне «береговой склон – крупномасштабный водоем» (полевые определения на оз. Имандра, центральная часть Кольского п-ова) во внимание принимались три группы основных задач:

- 1) геологические (уточнение литологии и структуры геологического разреза переходной зоны);
- 2) фазовые состояния флюидов (насыщенность грунтов, осадков, илов; толщина ледового покрова, мощность промерзания, наличие жидкой фазы, полостей, пор, трещин и т.п.);
- 3) поисковые (связанные с обнаружением и идентификацией искусственных (техногенных) объектов на дне водоемов, в осадочных слоях, илах и ледовом покрове).

Анализ полученных результатов позволяет выявить следующие особенности флюидосодержащей природной системы: толщина ледового покрова составляет около 1.5 м; на

границе илстых отложений с водой отмечается резкая смена волновой картины, что дает возможность четко определить глубину водоема на исследованном участке, которая составляет порядка 6-8 м; подошва илов идентифицирована по интенсивным осям синфазности более сложной формы по сравнению с донным отражением и поэтому уверенно выделяется; коренные отложения отличаются от современных илов на радарограмме характером осей синфазности; глубина залегания коренных пород составляет от 2-3 м у берега, до 14-16 м при удалении от береговой черты (рис. 5).

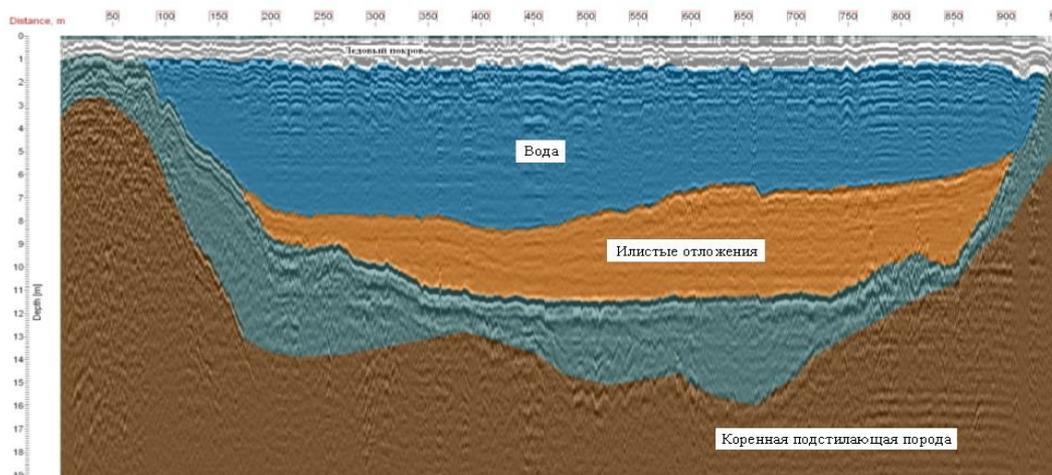


Рис. 5. Радарограмма исследований в переходной зоне «береговой склон – крупномасштабный водоем» (оз. Имандра)

Проведенные исследования с применением инновационных георадарных технологий убедительно показали:

- георадарные определения для целей подконтурного зондирования (профилирования) участков массивов горных пород (природно-технических систем) являются наиболее современным, высокотехнологичным и информативным средством неразрушающих измерений, позволяющим получать результаты в режиме реального времени и с привязкой данных к GPS;

- георадарные технологии высокоинформативны как для естественных грунтовых и породных массивов, так и для искусственных грунтовых сооружений, дамб, плотин, оснований (фундаментов) позволяют осуществлять оценку исходного (первоначального) состояния и структуры, а также мониторинг развития деформационных процессов, развитие трещиноватости, изменения структуры и т.п. природно-технических систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. МГУ, 2005. 153 с. 2. Калашник А.И., Запорожец Д.В., Дьяков А.Ю., Демахин А.Ю. Подповерхностное георадарное зондирование горно-геологических сред Кольского полуострова // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. № 4. С. 576-582.

Сведения об авторах

Мельников Николай Николаевич – академик, директор института, e-mail: root@goi.kolasc.net.ru
Калашник Анатолий Ильич – к.т.н., зав. лабораторией, e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru

УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИМИ РИСКАМИ НА ХИБИНСКИХ АПАТИТОВЫХ РУДНИКАХ

А.А. Козырев, В.И. Панин, И.Э. Семенова
Горный институт КНЦ РАН

Аннотация

Представлена методика диагностики критических состояний участков геологической среды, позволяющая на основе анализа горно-геологической информации, инструментальных измерений в массиве и моделирования методом конечных элементов дать прогнозную оценку изменения напряженно-деформированного состояния массива пород и выбрать технические решения по обеспечению безопасности горных работ.

Ключевые слова:

геодинамический риск, классификация геодинамических явлений, безопасность горных работ, экспертная оценка, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, прогноз и предупреждение горных ударов.



До недавнего времени во всех странах мира политика обеспечения безопасности человека и окружающей среды от природных и техногенных факторов была ориентирована на достижение «абсолютной» безопасности. Однако «...полная безопасность со времен первородного греха в принципе не достижима, и уже с тех пор можно по крайней мере выбирать между добром и злом, несмотря на сложность

каждый раз верно идентифицировать их» [1]. Поэтому уже в начале 1970-х гг. стало очевидно, что политика «абсолютной» безопасности или нулевого риска неадекватна законам эволюции сложных природно-технических систем. Любой техноприродный объект представляет собой сложную нелинейную динамическую систему, эволюция которой определяется адаптационными и бифуркационными механизмами [2], поэтому надежно предсказать ход событий в них чрезвычайно трудно.

В результате исследования процессов эволюции сложных нелинейных систем появились универсальные сценарии возникновения катастроф, основой которых является положение о том, что эволюция таких систем перед катастрофой происходит в «режиме с обострением», когда одна или несколько определяющих равновесие системы величин возрастают за короткое время до бесконечности. Это позволяет в ряде случаев определить предвестники катастрофических событий. На этом собственно и основано управление рисками. В конечном счете, управление рисками должно обеспечить безопасное и экономически стабильное функционирование предприятия, что является основной целью любой технологии.

Системам управления различными рисками повсеместно уделяется большое внимание, о чем свидетельствует возросшее число публикаций на эту тему, в том числе в горном деле [3-5] и в гражданском строительстве [6-7]. Общие принципы при этом остаются неизменными: риск есть количественная мера оценки опасности, равная произведению вероятности этой опасности на ожидаемый от нее ущерб. Для уменьшения риска применяют мероприятия, устраняющие эти опасности или снижающие вероятность их реализации, а также направленные на уменьшение ущерба от этих опасностей.

Величину риска определяют по формуле:

$$R = P \cdot D \cdot \alpha, \quad (1)$$

где P – вероятность неблагоприятного события;

D – ожидаемый суммарный ущерб от этого события;

α – коэффициент неопределенности в оценке величин P и D .

Необходимо отметить, что примеры экономической оценки техногенного риска при горных работах весьма редки. Чаще величину риска определяют в баллах или как вероятность реализации опасного фактора, иногда используют шкалу рисков от «малого» до «чрезвычайного» [8].

Величина геодинамического риска может варьировать в широких пределах, определяется она в основном мощностью динамического явления и расположением его очага относительно рабочей зоны. По уровню этого риска и в соответствии со стадиями возникновения и развития опасных ситуаций приведена классификация динамических явлений на апатитовых рудниках, которая может быть полезной для оценки геодинамической обстановки любого рудника (табл. 1).

Таблица 1

Классификация геодинамических явлений в рудниках

Наименование геодинамического явления	Этап развития опасной ситуации	Сущность процесса	Уровень геодинамического риска
Шелушение, стреляние, динамическое заколообразование	Угроза	Постепенное разрушение породы на поверхности выработки на отдельные пластинки, из-за отслоения которых места шелушения всегда выглядят «свежими»; отскакивание с обнажений выработки пластин пород различных размеров со звуком, напоминающим выстрел; стреляние с постепенным прорастанием трещин в течение длительного времени, образующиеся пластины повторяют по форме контур выработки	Низкий
Микроудар	Инцидент	Мгновенное хрупкое разрушение целика или части массива горных пород с выбросом породы в горные выработки без нарушения технологического процесса и травмирования людей	Низкий
Горный удар	Авария	Мгновенное хрупкое разрушение целика или части массива пород с выбросом породы в горные выработки с нарушением крепи, повреждением машин и механизмов и нарушением технологического процесса	Средний
Горно-тектонический удар (техногенное землетрясение)	Катастрофа	Мгновенная подвижка крупного блока пород по тектоническому нарушению или прорастание значительной трещины в массиве с образованием оперяющих трещин, сопровождаемых серией горных ударов и микроударов, разрушением выработок и крепи на больших площадях, нарушением или остановкой технологического процесса, образованием пылевого облака и воздушной волны, резким звуком или гулом	Высокий

Горно-тектонический удар и техногенное землетрясение объединены в одну группу, как принято в инструктивных документах по безопасному ведению горных работ на удароопасных месторождениях России. Действительно, в российской горно-технической литературе не обозначена четкая граница между этими двумя понятиями: в обоих случаях понимают мощное динамическое событие с катастрофическими последствиями для рудников.

Следует заметить, что техногенное землетрясение может и не сопровождаться разрушением горных выработок, но наличие таких землетрясений однозначно свидетельствует об опасности горных ударов в такой геодинамической ситуации. Совершенно очевидно, что последствия техногенного землетрясения для рудника будут определяться не только мощностью динамического события, но и расположением его очага. При достаточно удаленном от горных работ очаге будет иметь место толчок, звук и сотрясение от которого будут определяться энергией события; при расположении очага вблизи горных работ будет иметь место горно-тектонический удар в его общепринятой формулировке.

Поскольку конечной целью всех геомеханических исследований является обеспечение безопасности горных работ, на основе табл. 1, а также классификации руд и вмещающих пород апатитовых месторождений по крепости, трещиноватости и устойчивости (табл. 2-4) разработана классификация категорий состояния горных выработок (табл. 5), учитывающая напряженное состояние массива пород в приконтурной зоне.

Таблица 2

Классификация пород и руд апатитовых месторождений по прочности

Категории	Качественная характеристика Геологическая разновидность породы	Содержание P ₂ O ₅ , % (апатита, %)	Предел прочности при одноосном сжатии σ_c , МПа
I	В высшей степени крепкие породы Жильные и дайковые породы, титаномагнетитовые гнезда, жильные фракции нефелиновых сиенитов	—	>260
II	Очень крепкие породы Пегматиты, сиениты (хибиниты, рисчорриты, лявочорриты, фойяиты), малиниты, неравнозернистые полевошпатовые уртиты, крупнозернистые луавриты, среднезернистые ийолит-уртиты, мельтейгиты, массивные уртиты, полевошпатовые ийолит-уртиты	—	170-260
III	Крепкие породы Руды бедной зоны и вмещающие, обогащенные апатитом, крупнозернистые (блоковые) уртиты, сфеновые ийолиты, ийолиты с апатитом, сетчатые руды, бедные брекчии, блоковые руды, линзовидно-полосчатые руды	≤15% (≤40%)	120-170
IV	Породы средней крепости Линзовидно-полосчатые руды, мелкоблоковые руды, сфено-апатитовые породы, богатые брекчии с густопятнистым цементом. Руды богатой зоны: пятнистая, полосчатая, пятнисто-полосчатая. Метасоматические измененные породы	>15% (>40%)	70-120
V	Слабые породы Все разновидности пород в переходных зонах к окисленным породам	—	20-70
VI	Очень слабые породы Все разновидности пород в раздробленных и разрушенных окисленных зонах	—	<20

Таблица 3

Классификация пород и руд апатитовых месторождений по интенсивности трещиноватости

Категория	Качественная характеристика пород и руд по трещиноватости	Интенсивность трещиноватости I _т , шт/пог.м
I	Монолитные	1
II	Слаботрещиноватые	2-5
III	Среднетрещиноватые	6-10
IV	Сильнотрещиноватые	11-15
V	Раздробленные и перемятые (разрушенные)	>15

Таблица 4

Классификация пород и руд апатитонфелиновых месторождений по устойчивости

Категория	Оценка состояния устойчивости	Категория по прочности	Категория по интенсивности трещиноватости
I	Устойчивые	I-IV	I-III
II	Среднеустойчивые	I-IV V	IV-V I-III
III	Слабоустойчивые	I-IV V VI	V IV,V III-V

Категории состояния горных выработок

Категория состояния выработок	Напряженное состояние			Формы проявления горного давления	Уровень геодинамического риска
	в устойчивых породах (I к)	в среднеустойчивых породах (II к)	в слабоустойчивых породах (III к)		
А	$\sigma_d \leq 0.3 \leq \sigma_c$	—	—	Выработка сохраняет устойчивость (разрушения и отслоения не наблюдаются)	Низкий
Б	—	$\sigma_d \leq 0.3\sigma_c$ в породах IV, V категорий по трещиноватости		Вывалы по трещинам	Низкий
В	$0.3\sigma_c \leq \sigma_d \leq 0.5\sigma_c$ в породах I – III категорий по трещиноватости			Постепенное хрупкое разрушение пород на контуре в виде шелушения и плитчатого расслоения пород, отслоения по трещинам	Средний
Г	$0.5\sigma_c \leq \sigma_d \leq 0.8\sigma_c$ в породах I-III категорий трещиноватости		—	Стреляние пород, динамическое заколообразование, интенсивное шелушение пород	Средний
Д	$\sigma_d > 0.8\sigma_c$ в породах I-III категорий трещиноватости		—	Интенсивные стреляние пород и динамическое заколообразование, возможны микроудары и горные удары.	Высокий

Категории состояния выработок определяют способы их поддержания, перечень которых приведен в [9]. Основные категории состояния выработок на апатитовых рудниках Хибин приведены в табл. 5. Категории состояния выработок определяют тип их поддержания. Для каждой категории состояния выработок определяются минимально необходимые типы крепей и специальные мероприятия в соответствии с возрастанием категории в порядке их усиления.

Для оценки геомеханической ситуации в районе ведения горных работ и управления геодинамическими рисками используется разработанная нами методика диагностики критических состояний участков геологической среды, позволяющая на основе анализа горно-геологической информации, инструментальных измерений в массиве и моделирования методом конечных элементов, дать прогнозную оценку изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) массива пород и выбрать технические решения по обеспечению безопасности горных работ (рис. 1).

Методика включает в себя два информационных блока: регионального прогноза и детального моделирования и анализа информации, блок инструментального контроля, выявленного в двух первых блоках опасного участка, и блок технических решений по снижению геодинамического риска.

Задачей первых трех блоков является получение и анализ информации, которая используется для определения категории состояния выработки или элементов системы разработки, а также принятия последующих технических решений. Одновременно с последовательным вариантом прохождения информации через первые три блока предусматривается возможность выполнять подобные определения на выходе каждого блока, однако уровень достоверности оценок и надежности принимаемых решений в этом случае будет, естественно, ниже. Более детально содержание и функционирование каждого блока рассмотрено в [10].

Однако как показывает опыт, по причине неоднородности состава и строения горных пород в массиве, неполной геомеханической и геологической информации, вынужденных (ситуативных) отступлений от проекта горных работ в руднике могут возникать кризисные ситуации, сопровождаемые

внезапными разрушениями горных выработок, в том числе и по причине динамических явлений в массиве пород [11]. Следует заметить, что любой кризис есть нарушение прежнего равновесия системы и переход ее в новое устойчивое состояние. Поэтому с точки зрения общей теории эволюции периодические кризисы сопровождают любую развивающуюся систему. В производственном же процессе любой кризис является крайне нежелательным явлением и подлежит незамедлительному устранению. Поскольку все кризисные ситуации развиваются по универсальной модели, то и ликвидацию этих ситуаций следует осуществлять также по типовому алгоритму (рис. 2) [12].

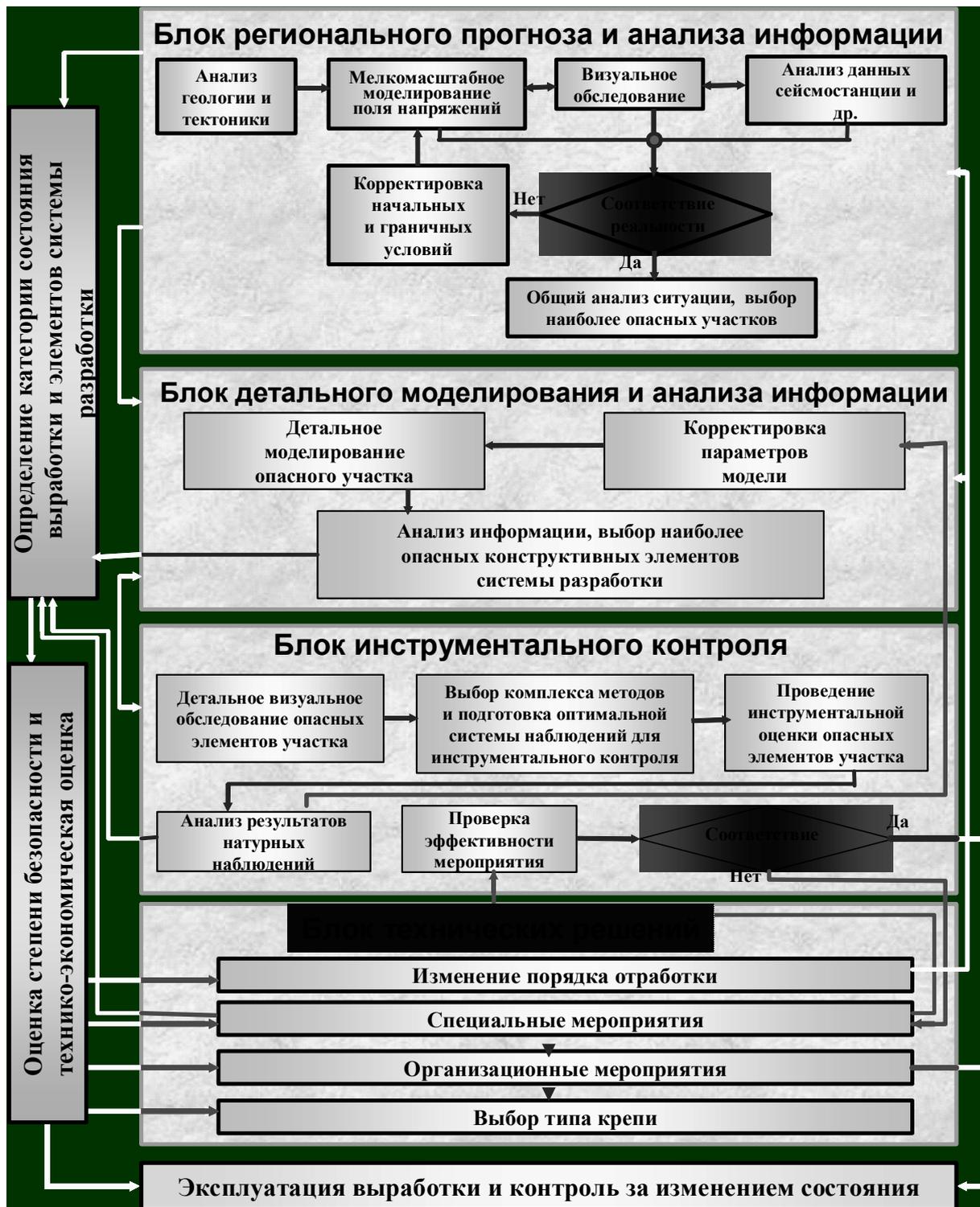


Рис. 1. Блок-схема методики управления геодинамическими рисками

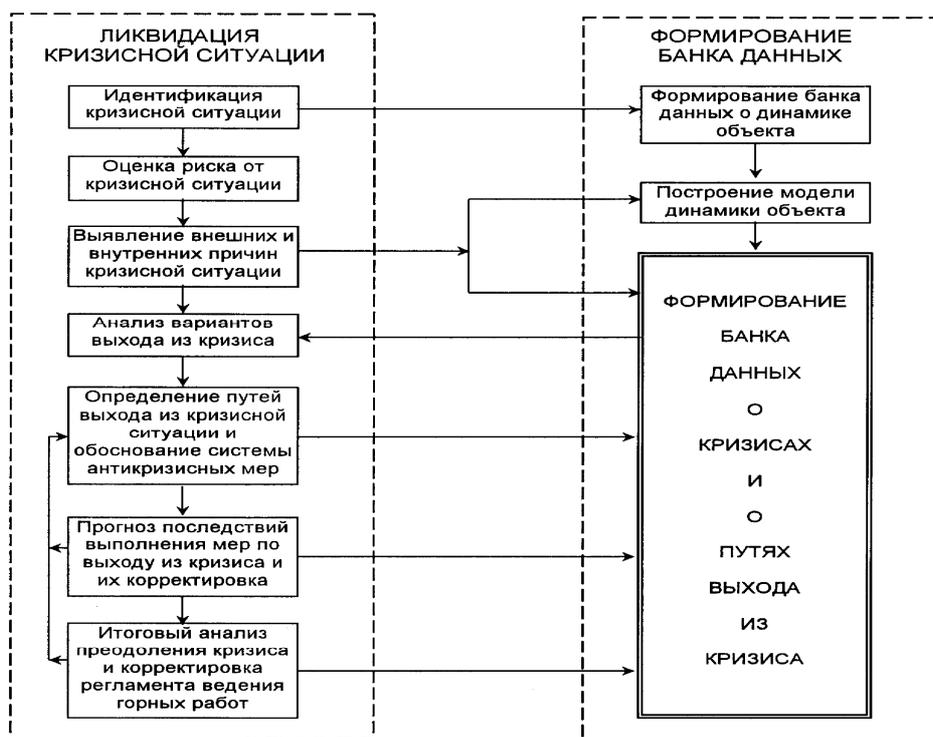


Рис. 2. Блок-схема ликвидации кризисной ситуации

Фундаментальной основой для управления геодинамическими рисками является изучение условий и факторов, влияющих на формирование и развитие опасных геодинамических процессов. Для этого необходимо развивать методику и технику геодинамического мониторинга, вести поиск индикаторов опасного и критического состояния участков геологической среды, совершенствовать систему профилактических противоударных мероприятий.

В соответствии с блок-схемой методики (рис. 1), на основе анализа горно-геологической и геомеханической информации разработаны численные модели для расчета напряженно-деформированного состояния участка массива, содержащего очистные пространства рудников. Все расчеты выполняются методом конечных элементов в объемной постановке с использованием программного комплекса Sigma3D, разработанного в Горном институте КНЦ РАН. Созданный программный комплекс, обеспечивающий последовательные экспертные оценки состояния массива на разных масштабных уровнях, позволяет не только осуществлять региональный прогноз зон повышенных концентрации напряжений на уровне рудника или шахтного поля, но и с необходимой степенью обоснованности разрабатывать и принимать технические решения, обеспечивающие снижение вероятности возникновения динамических форм проявления горного давления. Несомненным преимуществом численного моделирования по сравнению с другими методами прогноза удароопасности (геодинамическое и геомеханическое районирование, визуальное обследование горных выработок, контроль сейсмичности массива горных пород, наблюдение по сетям локальных станций контроля удароопасности) является возможность перспективного прогноза удароопасности, а также сравнение вариантов и выбор рационального порядка ведения работ на стадии долгосрочного и перспективного планирования.

Для получения достоверных параметров расчетного поля напряжений используется методика последовательных приближений, в соответствии с которой в первую очередь осуществляется постановка и решение ряда трехмерных мелкомасштабных задач, отражающих основные горно-геологические и горно-технологические особенности моделируемого пространства. Последовательность операций на *первом этапе* (мелкомасштабное моделирование) следующая:

- определение параметров мелкомасштабной расчетной области, соответствующих литологическому блоку;
- разработка инженерно-геологической и численной модели;
- обоснование граничных условий и последовательности решения ряда трехмерных задач механики горных пород для определения основных факторов, влияющих на формирование

первичного поля напряжений в массиве горных пород, вмещающем месторождение полезного ископаемого;

- сопоставление результатов расчетов с данными других (прямых или косвенных методов) оценки исходного напряженного состояния массива;

- изучение закономерностей формирования вторичного поля напряжений в окрестности ранее отработанных и проектируемых к отработке очистных пространств рудников, входящих в область моделирования;

- проведение при необходимости корректировки модели и повтор расчетов;

- выбор удароопасных участков месторождения для детального моделирования.

Второй этап (детальное или крупномасштабное моделирование опасного участка) включает:

- определение области влияния максимально достигаемых объемов выемок как подземным, так и открытым способом при сравнении соответствующих вариантов мелкомасштабного моделирования;

- определение размеров следующей расчетной области;

- задание на ее границах узловых перемещений, полученных на предыдущем этапе;

- проведение расчетов для моделирования последовательной выемки запасов;

- анализ расчетных данных и определение безопасных параметров систем разработки, применяемых или планируемых к применению на месторождении.

При необходимости более детальных расчетов возможно сгущение сетки конечных элементов путем вставки дополнительных сечений в любой из трех плоскостей или формирование новой области моделирования с заданием граничных перемещений из модели второго этапа.

На **третьем этапе** проводят уточненный расчет НДС в окрестности одиночной выработки или системы выработок с учетом поля напряжений, сформировавшегося при определенной геометрии очистных пространств путем задания граничных перемещений из соответствующего варианта и моделирования проходки выработки.

Важнейшим этапом в решении задач методом конечных элементов является построение расчетной модели, а именно сетки конечных элементов. От того, насколько удачно это сделано, зависят скорость сходимости решения, его точность и надежность. Создание модели массива горных пород для расчета напряженно-деформированного состояния предполагает учет основных геологических и горно-технических факторов. К первой группе относятся: рельеф дневной поверхности, основные тектонические структуры (разломы), контакты рудных тел. Ко второй группе – границы текущих и проектируемых очистных пространств, местоположение выработок и других элементов горной технологии, которые планируется учесть в конкретной задаче. Модель создается таким образом, чтобы обеспечить многовариантность расчетов, так как рассматриваемый этап является самым трудоемким.

Программный комплекс вместе с моделями удароопасных участков, созданными с учетом регламентов на отработку соответствующих блоков и просчитанным вариантом текущей конфигурации очистных пространств, устанавливается на компьютеры службы прогноза и предупреждения горных ударов (СППУ) рудников. Инженеры службы могут самостоятельно редактировать геометрию очистных пространств, характеристики пород в конечно-элементной модели, после чего получать перераспределение поля напряжений и деформаций как в целом по блоку, так и в окрестности отдельных выработок.

Для контроля и выявления наиболее опасных участков выработок и обоснования рекомендаций по их поддержанию предполагается:

- 1) регулярное (ежемесячное) прогнозное обновление геометрии очистной выемки в соответствии с планом работ на ближайший месяц, расчет поля напряжений для данного варианта, а также уточненный расчет категорий удароопасности для планируемых к проходке выработок;

- 2) обязательный прогноз удароопасности в случае вынужденных ситуационных отклонений от плана горных работ и изменения порядка отработки запасов; при прогнозировании повышенной удароопасности – рассмотрение вариантов другого порядка ведения горных работ и (или) мероприятий по снижению удароопасности и выход на комиссию по горным ударам рудника с соответствующими предложениями;

- 3) раз в полгода – проведение сопоставительного анализа расчетных категорий удароопасности выработок с данными визуального обследования; в случае несовпадения –

корректировка модели блока (изменение граничных условий, уточнение контактов рудного тела, моделирование неоднородностей);

4) по мере необходимости (не реже одного раза в два года) – проведение измерений напряжений натурными методами и учет результатов этих измерений при задании граничных условий.

Все работы по моделированию и анализу НДС проводятся в среде компьютерного приложения Sigma3D, включающего в себя три крупных блока: блок подготовки исходных данных, блок решения задачи МКЭ, блок дополнительной обработки и визуализации результатов расчетов (рис. 3).



Рис. 3. Блок-схема программного комплекса Sigma3D

Для удобства пользователя вместе с разработанной моделью поставляется набор подложек с геологической и технологической информацией. Приложение Sigma3D позволяет:

- создавать новые расчетные варианты – редактировать геометрию отбитых пространств, уточнять положение контактов рудных тел, вводить элементы для моделирования неоднородностей второго и третьего порядков, нарушенных зон. Эти процедуры можно выполнить путем задания любому элементу в зависимости от типа породы определенного модуля упругости, коэффициента Пуассона и объемного веса; изменения местоположения отдельных узлов расчетной схемы;
- производить перерасчет напряженно-деформированного состояния;
- выполнять анализ результатов – в качестве выходной информации могут выдаваться главные компоненты напряжений и деформаций в виде карт изолиний или их векторного распределения, а также категории выработок в буквенном отображении или как карты изолиний.

Одним из существенных преимуществ созданного программного продукта является привязка расчетной модели к рудничным координатам как на этапе редактирования, так и на этапе анализа результатов. Сечения модели дополняются привычными для горного инженера разрезами (вкрест и по простиранию рудного тела, а также планами основных рабочих горизонтов). Такие подложки могут корректироваться по мере надобности. В итоге пользователь получает картину распределения напряжений на определенной высотной отметке или выбранном разрезе с нанесением на нее фактически пройденных и проектных выработок, сетки разрезов и магистралей, контактов рудных тел (рис. 4а).

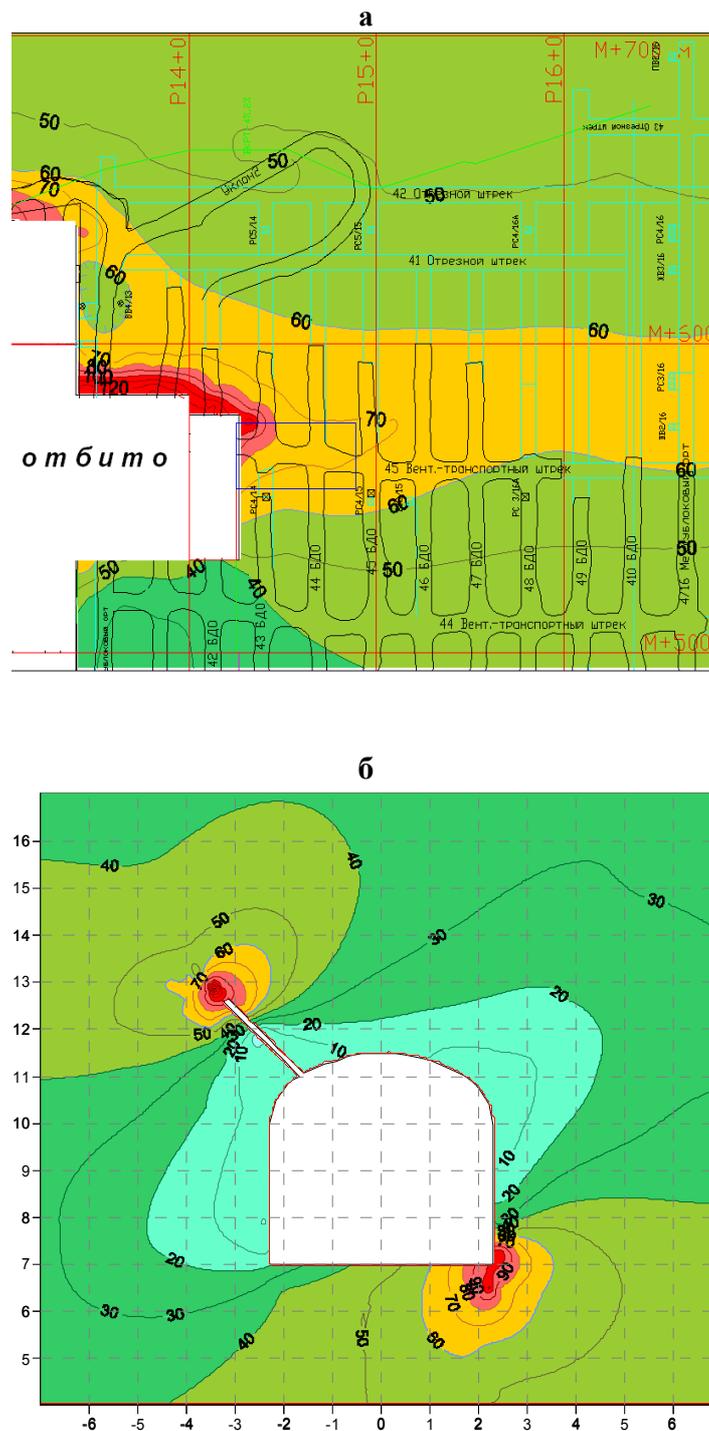


Рис. 4. Распределение расчетных значений максимальной компоненты напряжений:
 а) по одному из рабочих подэтажей; б) в окрестности одиночной выработки

Следующим масштабным уровнем является возможность создания модели в окрестности одиночной или системы выработок в расчетном поле напряжений в любом месте исходной модели и получение подробной картины распределения каждой из перечисленных выше компонент на контуре выработок, сечение которых также можно корректировать. Для реализации этой функции разработано соответствующее программное обеспечение, позволяющее в интерактивном режиме выбирать местоположение и параметры новой расчетной области, производить ее привязку, формировать файлы, описывающие новую локальную конечно-элементную модель и используемые в дальнейшем для расчета напряженно-деформированного состояния пород. Начальные условия задаются в виде узловых перемещений, рассчитанных путем интерполяции значений, полученных

для модели блока при интересующей конфигурации очистных пространств. Все эти процедуры проходят автоматически, без участия пользователя. По завершению работы соответствующих программ формируется отдельное приложение со всеми необходимыми файлами. В итоге получаем данные о напряженно-деформированном состоянии пород в окрестности выработки (или системы выработок). Анализ полученных результатов позволяет определить параметры нарушенных зон на контуре выработки и дать рекомендации по обеспечению ее устойчивости (рис. 4б).

В настоящее время программное обеспечение установлено в службах ППГУ рудников ОАО «Апатит» для семи удароопасных блоков и используется как один из официально утвержденных методов регионального прогноза удароопасности и состояния массива пород, а также для выбора технических решений по обеспечению безопасности горных работ.

Таким образом, управление геодинамическими рисками представляет собой комплекс научно-технических и производственно-организационных мероприятий, успешная реализация которых возможна при активном взаимодействии практических инженеров и научных работников. При этом следует отметить значительную роль методов численного моделирования и прогнозирования НДС, использование которых наряду с экспериментальными определениями исходного поля напряжений на апатитовых рудниках позволило существенно повысить безопасность и технико-экономическую эффективность горных работ.

Литература

1. Бехман Г. Современное общество как общество риска // Вопросы философии. 2007. № 1. С. 26-46.
2. Мельников Н.Н., Козырев А.А., Савченко С.Н., Панин В.И., Мальцев В.А. Прогноз и профилактика горно-тектонических ударов и техногенных землетрясений с позиций нелинейной геодинамики // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2001. № 4. С.17-31.
3. Викторов С.Д., Иофис М.А., Одинцев В.Н. Разрушение массива горных пород и риск техногенных катастроф // Горный журнал. 2005. № 4. С. 30-35.
4. Сластунов С.В., Фейт Г.Н. Оценка риска опасных техноприродных процессов при защите окружающей среды в зоне ведения горных работ // Горный инф.-аналит. бюлл. 2007. № 1. С. 11-14.
5. Durrheim R.J., Anderson R.L., Cichowicz A., Ebrahim-Trollope R., Hubert G., Kijko A., McGarr A., Ortlepp W.D., N. van der Merwe. 2007. The risk to miners, mines and public posed by large seismic events in the gold mining districts of South Africa. Challenges in Deep and High Stress Mining. Australian Centre for Geomechanics. P. 33-39.
6. Куликова Е.Ю. Основы стратегии управления риском в городском подземном строительстве // Горный инф.-аналит. бюлл. 2006. № 5. С. 14-16.
7. Mora S., Keiri K. Disaster risk management in development projects: models and checklists // Bulletin of engineering geology and the environment. 2006. Vol. 65. № 2. P. 155-165.
8. Козырев А.А., Панин В.И., Мальцев В.А., Федотова Ю.В. Управление геодинамическими рисками при горных работах в высоконапряженных массивах скальных пород // Тр. 8-го междунар. симп. «Горное дело в Арктике», Санкт-Петербург, 12-16 июня 2005 г. СПб. С. 62-69.
9. Инструкция по креплению выработок на рудниках открытого акционерного общества «Апатит». Апатиты – Кировск: Изд. КНЦ РАН, 2003. 73 с.
10. Козырев А.А., Панин В.И., Савченко С.Н. и др. Сейсмичность при горных работах. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. 325 с.
11. Козырев А.А., Мальцев В.А., Панин В.И., Рыбин В.В. Опыт профилактики горных ударов на Хибинских апатитовых рудниках // Горный журнал. 1998. № 2. С. 47-51.
12. Яковец Ю.В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. М.: Наука, 1999, 448 с.

Сведения об авторах

Козырев Анатолий Александрович – д.т.н., зам. директора института, e-mail: kozar@goi.kolasc.net.ru
Панин Виктор Иванович – к.т.н., вед. научный сотрудник, e-mail: panin@ goi.kolasc.net.ru
Семенова Инна Эриковна – к.т.н., ст. научный сотрудник, e-mail: innas@goi.kolasc.net.ru

ПОЗДНЕАРХЕЙСКИЕ КОМАТИИТЫ – ПРОБЛЕМА ЭВОЛЮЦИИ МАНТИИ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Н.О. Сорохтин, Н.Е. Козлов, Е.В. Мартынов, Н.Е. Козлова
Геологический институт КНЦ РАН

Аннотация

Исследования зеленокаменных ассоциаций позднего архея позволили разделить все древние континентальные образования на три основные группы – протоэкваториальную, протосеверную и протоюжную, вытянутые в субширотном направлении. Высокоширотные микроконтиненты формировались в сходных условиях относительно меньшего перегрева мантии, нежели приэкваториальная. Зеленокаменные пояса того времени закономерно меняются в пространстве по составу и относительной распространенности вулканогенных пород в соответствии с параметрами изменений температурного режима мантии Земли. Данные по геохимии основных метавулканитов древних конвергентных зон подтверждают геодинамические положения о том, что южные породные ассоциации позднеархейского возраста формировались в условиях более высоких температур мантии. Коматиитовые магмы, сформированные в условиях большего перегрева мантии Земли, были обогащены рядом сидерофильных и халькофильных элементов, что определяло большее количество и более широкое генетическое разнообразие связанных с ними типов месторождений золота, никеля и элементов платиновой группы.

Ключевые слова:

зеленокаменные пояса, коматииты, геохимия, тренды отличия, раннедокембрийская мантия, металлогения.



Существо проблемы и методика исследования

Позднеархейский коматиитовый магматизм является прямым индикатором эволюции температурного режима мантии в период, когда началось формирование первого в истории Земли суперконтинента. Этот этап протекал на фоне перегрева вещества мантии и постепенного переплавления и дифференциации слагающего ее первозданного вещества. Величина общего перегрева в то время в сравнении с современной обстановкой составляла (по различным источникам) около 300-400, а в отдельные эпохи – 450°C. По данным С.А. Светова [1], позднеархейские коматииты в зеленокаменных поясах мира кристаллизовались в температурном интервале 1465-1880°C. Проведенный анализ показал, что в большинстве случаев параметры высоких температур формирования коматиитов совпадают с большими их объемами в разрезах зеленокаменных поясов. Так, например, в кратоне Йилгарн (Зап. Австралия) коматииты слагают значительную часть разреза, а температура их образования варьирует в пределах 1790-1850°C, что однозначно указывает на их формирование в условиях существенного перегрева мантии.

Параметры высоких температур формирования коматиитов, как нам представляется, прямо коррелируются с содержанием (объемом) ультраосновных-основных пород в разрезах метавулканитов зеленокаменных поясов того времени, в том числе, со значительным количеством самих коматиитов в разрезах. Анализ литературных данных (табл. 1) позволяет сделать вывод, что на некоторых щитах южного полушария, приближенных к экватору, среди метавулканитов зеленокаменных поясов ультраосновные и основные разновидности слагают от 80% и более (доля коматиитов составляет при этом от 10 до 60%), тогда как на щитах, удаленных от экватора, в существенных количествах присутствуют породы среднего и кислого состава, количество же коматиитов редко превышает 10%. Из этого следует, что коматииты, связанные с более перегретой мантией, территориально приурочены к приэкваториальной зоне Земли (рис. 1). Эти закономерности явились теоретической основой данных исследований.

При проведении различного рода сопоставлений вещественного состава породных ассоциаций и поиске трендов его изменения использовался метод поиска тренда отличий в заданных рядах совокупностей (или поиска тренда отличий относительно отношения частичного порядка).

Оценка распространенности типов вулканических пород в архейских зеленокаменных поясах различных регионов с использованием литературных материалов, % [2-5]

Геологические подразделения	Ультраосновные	Основные	Средние и кислые
Северная Америка			
1. Берч – Учи	4	54	42
2. Вабигун	4	58	38
3. Абитиби	5	50	45
4. Йеллоунайф	<1	65	34
Балтийский щит			
1. Колмозеро – Воронья	13	22	55
Алданский щит			
1. Тунгурча	10-12	20	68-70
Южная Америка			
1. группа Пилар де Гоиас	10-60	90-40	–
Африка			
1. Кратон Зимбабве	10	75	15
2. Кратон Каапваль	24	72	4
3. Танзанский щит	Первые %	10-15	85-90
Австралия			
1. Кулгарли – Норсмен	20	62	18

Сущность этого метода состоит в следующем. Пусть $Z=\{Z_i\}$ – множество n -мерных случайных величин $Z=\{Z_i\}$, и на множестве Z^*Z задано отношение частичного порядка " $<$ ". Если c – n -мерный вектор единичной длины, то скалярное произведение (c, Z_i) является одномерной случайной величиной. Эту случайную величину можно охарактеризовать ее математическим ожиданием $M\{(c, Z_i)\}$. Для сравнения математических ожиданий использовался ранговый статистический критерий Пури-Сена-Тамуры [6] о равенстве средних. В этих целях необходимо произвести оценку средних (в качестве этой оценки выбирается медиана $Me\{(c, Z_i)\}$) и вычислить статистику Пури-Сена-Тамуры $((c, Z_i), (c, Z_j))$. На вектор c могут быть наложены дополнительные ограничения. В частности, часть элементов вектора c больше нуля, т.е. $c_{i_1} > 0, \dots, c_{i_k} > 0$, другая – меньше нуля, т.е. $c_{j_1} < 0, \dots, c_{j_s} < 0$, остальные могут принимать произвольные значения. Статистическое моделирование характеристики, множество значений которой задано отношением " $<$ ", заключается в поиске такого n -мерного вектора c единичной длины, для которого, при выбранном уровне значимости δ , выполняются условия:

$$Me\{(c, Z_i)\} < Me\{(c, Z_j)\} \text{ и } \Lambda((c, Z_i), (c, Z_j)) > \chi^2(\delta), \quad (1)$$

где $\chi^2(\delta)$ – значение квантили; χ^2 – распределения для уровня значимости δ для всех пар $\langle Z_i, Z_j \rangle$ таких, что $Z_i < Z_j$, а также дополнительные ограничения. Выбор указанного статистического критерия определяется его устойчивостью относительно нарушения условия нормальности (и даже унимодальности) распределений случайных величин, а также относительно наличия в выборках аномальных наблюдений. Эти нарушения (и наличие аномальных наблюдений) характерны для реальных выборок.

Содержательно задача моделирования сводится к аппроксимации отношения частичного порядка линейной функции $P: Z \rightarrow R$, связанной с параметрами химического состава образований в виде $P(Z_i) = M\{(c, Z_i)\}$. Качество аппроксимации оценивается значением функционала:

$$J(P) = \min_U \Lambda((c, Z_i), (c, Z_j)) \text{ где } U = \{ \langle Z_i, Z_j \rangle \mid Z_i < Z_j \} \quad (2)$$

Вектор c можно назвать фактором частичного порядка. Он характеризует общую направленность изменчивости химических составов относительно частичного порядка.



Рис. 1. Схематическое расположение территорий, в пределах которых исследовался состав архейских породных ассоциаций

Условные обозначения: 1 – континентальные плиты, 2-4 – архейские континентальные области, содержащие зеленокаменные пояса позднеархейского возраста: 2 – сформированные в условиях максимального перегрева вещества мантии, 3 – сформированные в условиях существования относительно более «холодной» мантии, 4 – неопределенного типа; 5 – районы, в которых исследовались высокобарические гранулиты основного состава. Цифрами на рисунке обозначены гранулиты Лапландского (1) и Побужского (2) поясов, Анабарского щита (3), Ольхонской серии Прибайкалья (4), Южной Индии (5), олекмо-курултино-зверевского комплекса Алданского щита (6) и Северокитайской плиты (7), стрелками соединены пары поясов, в которых производилось сравнение состава основных гранулитов

Обсуждение результатов

Можно полагать, что пространственная неоднородность разогрева мантии влечет за собой целый ряд металлогенических закономерностей. Так, коматииты, сформированные в условиях более разогретой мантии, должны быть обогащены элементами, стоящими в начале ряда элементов, наиболее характерных для ультраосновных магм, и обеднены элементами, располагающимися ближе к его концу («ряд мантийности» по А.И. Перельману [7]): Ni > Cr > Mg > Co > Fe > Mn > Au > (O, Si, Ge, Se, Ag, Te) > (C, Sc, V) > Cd > Cu > (N, Cl, As) > (Na, S, Ca, Br) > (P, Zr, Mo, Sn, Sb) > F > Hg > Bi > (Ti, Ga) >> (B, W) > (Be, Al, Nb, In) > Sr > Cs > I > Li > (K, Rb) > Tl > Ta > Pb > (Ba, U) > Th. С учетом химических свойств ЭПГ и современных данных об их распределении в ультраосновных и основных породах можно полагать, что они занимают место в начале этого ряда, близко к таким элементам, как Fe, Au, Ag.

Таблица 2

Сравнение среднего содержания некоторых малых элементов* в коматиитах и коматиитовых базальтах, генетически связанных с более (1) или менее (2) перегретой мантией, г/т

	Ni	Cr	V	Cu	P ₂ O ₅	Zr	Zn	Nb	Sr	Y	Rb	Ba
n**	54/182	55/185	55/182	26/79	63/185	63/185	26/52	42/164	63/79	63/185	63/79	63/56
1	979***	2010	189	58	500	27	60	1	40	11	4	20
2	643	1022	235	25	800	61	64	8	80	231	21	98

*элементы в таблице приведены в последовательности, соответствующей их положению в ряду мантийности.

** в числителе число анализов в первой группе, в знаменателе – во второй.

*** курсивом выделено большее содержание в паре 1 – 2.

Для проверки этого предположения было проведено сопоставление содержания ряда малых элементов в коматиитах и коматиитовых базальтах, для которых по литературным данным [3, 5, 8-11] удалось создать представительные выборки. Породы были условно разделены на группы, связанные с более или менее перегретой мантией. Отчетливо видно, что коматиитовые серии, связанные с более перегретым мантийным источником, действительно обогащены в сравнении с аналогичными образованиями, связанными с менее перегретой мантией, элементами начала «ряда мантийности» – никелем, хромом, медью и обеднены элементами середины и конца ряда (табл. 2). Это могло определять большее количество и генетическое разнообразие типов месторождений элементов начала данного ряда в коматиитовых сериях, связанных с более горячими мантийными источниками.

Проведенное на основе более 400 полных силикатных анализов, выбранных из различных литературных источников [3, 5, 8-11 и др.], сопоставление химического состава коматиитов зеленокаменных поясов Балтийского, Алданского и Канадского щитов, Африки, Австралии и Антарктиды, сгруппированных с учетом их объемов в разрезах по признаку формирования в условиях менее или более перегретой мантии того времени и для контроля дополненной информацией о содержании ряда малых элементов, показывает, что при переходе от первых ко вторым, кроме отмеченного ранее возрастания содержания Ni и Cr наблюдается значимое увеличение совокупного содержания MgO.

Эти закономерности описываются трендом, представленным линейной функцией F_1 (табл. 3). Соответствующая этому фактору линейная функция имеет значимо большие по критерию Пури-Сена-Тамуры [6] средние значения (при уровне значимости $\alpha=0.01$) в породах, сформированных в условиях менее перегретой мантии. Для более перегретой мантии медиана значений линейной функции равна $Me=-0.367$, а для менее перегретой – $Me=0.182$.

Таблица 3

Факторы частичного порядка, характеризующие изменчивость параметров химического состава

	F_1	F_2	F_3	F_4
SiO ₂	0.114	0.529	0.037	0.05
TiO ₂	0.077	0.004	0.006	0.316
Al ₂ O ₃	0.478	0.439	0.019	0.075
Σ FeO	0.074	0.009	0.427	0.003
MnO	0.0	0.334	0.014	0.937
MgO	-0.42	-0.038	-0.042	-0.011
CaO	0.134	0.374	0.028	0.118
Na ₂ O	0.315	0.276	0.113	0.024
K ₂ O	0.086	0.446	0.895	0.001
Ni	-0.319	-	-	-
Zr	0.193	-	-	-
V	0.272	-	-	-
Cr	-0.482	-	-	-

Примечание: при расчетах использовались стандартизированные данные.

F_1 – фактор отличия коматиитов зеленокаменных поясов Балтийского, Алданского и Канадского щитов, Африки, Австралии и Антарктиды, сгруппированных с учетом их объемов в разрезах по признаку формирования в условиях менее или более перегретой мантии того времени;

F_2 – фактор отличия основных гранулитов Лапландского и Побужского пояса;

F_3 – фактор отличия основных гранулитов в парах Анабарский щит – Ольхонская серия Прибайкалья; Анабарский щит – Южная Индия;

F_4 – фактор отличия основных гранулитов Олекмо-курултино-зверевского комплекса Алданского щита и Северокитайской плиты.

Необходимо отметить, что исходные данные были стандартизированы, что позволило избавиться от влияния различий уровней содержаний элементов на интерпретацию полученного фактора. Найденный фактор частичного порядка F_1 полностью соответствует положению элементов в ряду мантийности – элементы, более характерные для середины и конца данного ряда, имеют положительные коэффициенты, то есть обогащают породы, сформированные в условиях менее перегретой мантии. Четко проявлено разделение в породах, связанных с различной по температуре мантии, магния и железа.

Результаты наших исследований хорошо согласуются с выводами Ф.П. Митрофанова [12], отмечающего более «симпатическую» природу зеленокаменных поясов южных кратонов в целом, большее количество в них коматиитов и обогащение «металлами халькофильного ряда, дающими крупные месторождения никеля, меди, платиноидов, золота».

Полученные выводы свидетельствуют в пользу правомерности исходного разделения коматиитов на группы, связанные с различной по степени перегрева мантией. Тем не менее, авторы сочли необходимым проверить исходную гипотезу с привлечением дополнительных данных по иным структурам. Логика постановки такого исследования была следующей – если мантия в архее была зональна по температурному режиму, что повлияло на вариации состава коматиитов, это должно было найти отражение в составе и иных мантийных образований того времени. В качестве объекта исследования были выбраны мантийные производные архейских высокобарных гранулитовых поясов, представляющих собой древние конвергентные зоны [13, 14].

Поскольку архейские коматииты, формирование которых связывается нами с более перегретой мантией, формируют зону вдоль сегодняшней приэкваториальной части Земли (рис. 1), при группировке пород был выдержан территориальный принцип: сопоставление производилось в структурах, расположенных на разном удалении от экваториальной зоны, сближенных в меридианальном направлении. Последнее позволяло избежать субмеридианальных вариаций вещественного состава.

Задача была сформулирована таким образом: описывают ли найденные закономерности отличия коматиитов, сформированных из более или менее перегретой мантии, также и различия состава мантийных производных древних конвергентных зон земной коры, расположенных ближе или дальше от экваториальной зоны, то есть также предположительно связанных с различным по температурным характеристикам источником. Для решения данной задачи были выбраны метабазиты, состав которых сопоставлялся в парах (рис. 1):

- гранулиты Лапландского и Побужского пояса;
- гранулиты Анабарского щита и Ольхонской серии Прибайкалья;
- гранулиты Анабарского щита и Южной Индии;
- гранулиты Олекмо-курултино-зверевского комплекса Алданского щита и Северокитайской плиты.

Всего для целей данного сопоставления было использовано 1062 силикатных анализа. Были найдены три фактора частичного порядка (F_2, F_3, F_4), описывающие отличия породных ассоциаций соответствующих пар (табл. 3), со структурой, соответствующей структуре фактора F_1 . Структуры факторов считались соответствующими друг другу, если для каждого их компонента знаки совпадают. Линейные функции, определяемые этими факторами, описывают статистически значимые (при уровне значимости $\alpha=0.01$) различия параметров химического состава объектов вышеуказанных пар. Полученный результат подтверждает закономерное изменение состава пород, имеющих первичный мантийный генезис, в зависимости от предполагаемой температуры мантийного источника.

Авторы понимают, что возрастные различия протолитов пород исследованных структур не позволяют исключить влияния «временного» фактора, но с учетом устойчивости выявленных различий, значимо проявленных во всех исследованных группах, вне зависимости от того, древнее ли более приближенные к экватору комплексы, как это наблюдалось в первой и третьей паре, моложе ли, что характерно для второй пары, или близки по времени формирования протолитов (четвертая пара). Полученные отличия в значительной мере отражают отличия, связанные с положением исследованных комплексов по отношению к экватору.

Приведенные выше закономерности находят свое объяснение в рамках концепции развития Земли в архее по механизму зонного плавления земного вещества [15]. В палеоархее такая активность существовала только в узком экваториальном поясе, в мезоархее этот пояс расширился до умеренных широт, а к концу неоархее, после выделения земного ядра, тектоническая активность Земли охватила собой уже всю мантию Земли. По этой причине, по-видимому, в раннем архее ядра будущих континентальных массивов формировались только по периферии тектоноактивного пояса, а в его центре господствовали восходящие конвективные потоки, обедненные рудными элементами, переходившими в расплавы железа, подстилающие слой молодой конвектирующей мантии. В позднем же архее, особенно после начала процесса выделения земного ядра, бывшая сердцевина Земли, сложенная первичным земным веществом, существенно обогащенным рудными элементами, оказалась выжатой в верхнюю мантию.

При этом в ее недрах существовала тепловая конвекция, реализовавшаяся по принципу ячеек Бенара, над нисходящими потоками которых формировались ядра будущих континентов, образуя три субширотные группы: центральная (экваториальная группа континентов) и две периферийные (северная и южная). Исследования закономерностей эволюции мантии Земли в архее показывают, что даже при интенсивном

перемешивании ее вещества конвективными течениями, которые, несомненно, приводили и приводят к возникновению химически однородной среды, в ней могли возникать более разогретые участки и, как следствие, существенно обогащенные отдельными рудными компонентами.

Исходя из предлагаемой концепции, северная и южная высокоширотные периферийные группы микроконтинентов должны были формироваться в схожих и несколько менее перегретых тектоно-термальных условиях, нежели приэкваториальные, что соответствует нашим фактическим данным. При этом современное местонахождение последних совпадает с местом их формирования в позднеархейское время, что вполне согласуется с палеогеодинамическими реконструкциями перемещения литосферных плит в ходе эволюции Земли [16, 17].

На рис. 2 рассматривается модель развития мантии Земли в позднем архее, которая предполагает возникновение такого рода неоднородности при глубинной тектоно-магматической эрозии первичного вещества по бортам активного пояса конвектирующими мантийными расплавами.

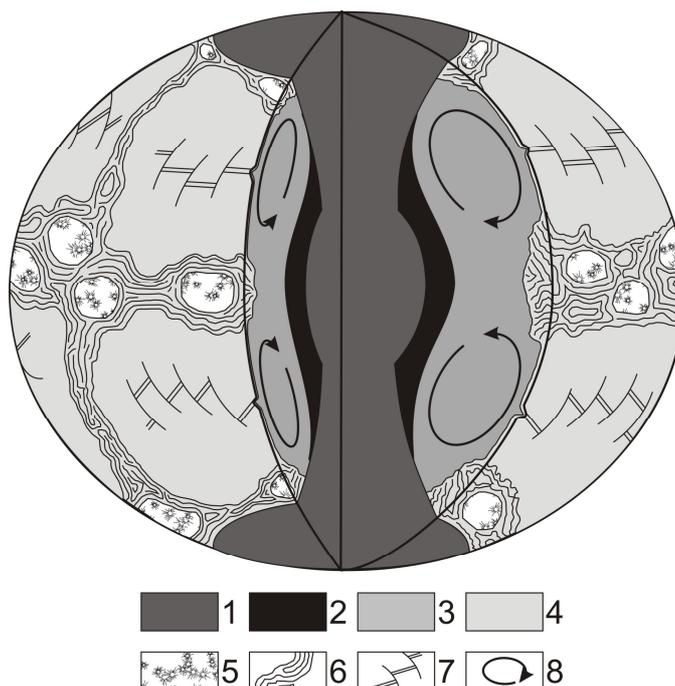


Рис. 2. Объемная модель строения Земли в архее:

1 – первичное земное вещество; 2 – расплавы железа и его окислов (ядерное вещество); 3 – деплетированная мантия, обедненная железом, его окислами и сидерофильными элементами; 4 – кора протоокеанического типа; 5 – континентальная кора; 6 – области скучивания протоокеанической коры и зарождения коры континентального типа, образовавшие впоследствии гранит-зеленокаменные области; 7 – срединно-океанические хребты; 8 – направление конвективных течений в мантии

С одной стороны, обогащение мантии сидерофильными и халькофильными элементами закономерно происходило на периферии постоянно расширяющейся мантийной линзы Земли, т. к. именно там существовал непосредственный контакт двух сред. Но это неизбежно приводило и к относительному охлаждению среды, т.к. переход первичного вещества в расплав сопровождался эндотермическими процессами. С другой стороны, более разогретые области, расположенные в зоне, близкой к «протоэкваториальной», должны были иметь большие кларки элементов протокристаллизации. Это, в свою очередь, должно было, при всех прочих равных условиях, определять их более низкие кларки концентраций, а, следовательно, большее количество и генетическое разнообразие типов их месторождений в данных областях.

Выводы

1. Исследования показали, что современное деление континентов на две условные группы – Гондвана и Лавразия – отражает историю литосферных плит в фанерозое, тогда как в позднем архее расположение протоцитов было более сложным. Можно выделить три основные группы протоконтинентов – протоэкваториальную, протосеверную и протосеверную, где две последних формировались в условиях

относительно меньшего перегрева мантии. Можно полагать, что современное местонахождение микроконтинентов, сформированных в условиях большего перегрева мантии, совпадает с местом их формирования в позднеархейское время, что вполне согласуется с палеогеодинамическими реконструкциями перемещения литосферных плит в ходе эволюции Земли.

2. Зеленокаменные пояса позднего архея по составу и относительной распространенности вулканогенных пород могут быть подразделены на два типа – для первого характерно изобилие лав коматиитовых и высокомагнезиальных базальтов, в то время как для второго более типичны ассоциации толеитовых базальтов, андезитов и риолитов при незначительной роли или полном отсутствии коматиитов, что связывается нами с формированием первых в условиях большего перегрева позднеархейской мантии. Данные по геохимии основных метавулканитов древних конвергентных зон подтверждают это предположение.

3. Коматиитовые магмы зеленокаменных поясов позднего архея, сформированные в условиях большего перегрева мантии Земли, были обогащены Ni, Cr, Mg, Co, Au, ЭПГ, что обеспечило формирование связанных с ними крупных месторождений золота, никеля и, вероятно, платиноидов. Более разогретые области, расположенные в зоне, близкой к экваториальной, должны были иметь большие кларки элементов протокристаллизации. Это, в свою очередь, должно было, при всех прочих равных условиях, определять их более низкие кларки концентраций, а, следовательно, большее количество и генетическое разнообразие типов их месторождений в данных областях.

Авторы выражают признательность академикам РАН Д.В. Рундквисту и Ф.П. Митрофанову за постоянное внимание к данным исследованиям и полезные дискуссии и консультации во время работы и при написании данной статьи.

Работа выполнена по гранту ОНЗ РАН «Эволюция геологических формаций континентальной коры Гондваны и Лавразии в докембрии и их металлогения».

ЛИТЕРАТУРА

1. Светов С.А. Магматические системы зоны перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. 230 с.
2. Конди К. Архейские зеленокаменные пояса. М.: Мир, 1983. 390 с.
3. Kuyumjian R.S., Jost H. Low- and high-alumina komatiites of Goias, Central Brazil // J. of South Amer. Earth Sci., 2006. Vol. 20. P. 315-326.
4. Смолькин В.Ф. Коматиитовый и пикритовый магматизм раннего докембрия Балтийского щита. СПб.: Наука, 1992. 272 с.
5. Puchtel I.S., Zhuravlev D.Z., Samsonov A.V., Arndt N.T. Petrology and geochemistry of metamorphosed komatiites and basalts from Tungurcha greenstone belt, Aldan Shield // Precambrian Res., 1993. Vol. 62. P. 399-417.
6. Справочник по математическим методам в геологии. М., 1987. С. 76-77.
7. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая шк., 1989. 423 с.
8. Manikyamba C., Kerrich R., Nagvi S.M., Ram Mohan M. Geochemical systematics of tholeiitic basalts from the 2.7 Ga Ramagiri-Hungund composite greenstone belt, Dharwar craton // Precambrian Res., 2004. Vol. 134. P. 21-39.
9. Maarten J. de Wit, Roger A. Hart, Rodger J. Hart The Jamestown Ophiolite Complex, Barberton Mountain Belt: a section through 3.5 Ga oceanic crust // Journal of African Earth Sci. Lett. 1987. Vol. 6, № 5. P. 681-730.
10. Bor-ming Jahn, Gruau G., Glikson A.Y. Komatiites of the Onverwacht Group, S. Africa: REE geochemistry, Sm/Nd age and mantle evolution // Contrib Mineral. Petrol. 1982. Vol. 80. P. 25-40.
11. Polat A., Kerrich R., Wyman D.A. Geochemical diversity in oceanic komatiites and basalts from the late Archean Wawa greenstone belts, Superior province. Canada: trace elements and Nd isotope evidence for a heterogeneous mantle // Precambrian Res., 1999. Vol. 94. P. 139-173.
12. Митрофанов Ф.П. Современные проблемы и некоторые решения докембрийской геологии кратонов // Литосфера. 2001. № 1. С. 5-14.
13. Козлов Н.Е., Мартынов Е.В., Иванов А.А. Черты петрогеохимических различий основных пород энсиалических и энсиматических комплексов (сравнительный анализ фанерозоя и докембрия) // Геохимия. 1999. № 6. С. 582-588.
14. Козлов Н.Е., Мартынов Е.В., Козлова Н.Е., Иванов А.А., Смирнов Ю.П., Колодкина А.В. Геолого-геохимические особенности и метаморфизм архейских пород северо-восточного обрамления Печенги как критерий выбора их в качестве гомологов глубинных пород разреза СГ-3 // Вестник МГТУ. 2002. Т. 5. № 1. С. 75-84.
15. Сорохтин О.Г., Сорохтин Н.О. Выделение земного ядра – главный планетарный процесс, управляющий геологическим развитием Земли // Изв. секции наук о Земле РАЕН. 2005. Вып. 13. С. 99-116.
16. Сорохтин О.Г. Жизнь Земли. М. – Ижевск: Изд. НИЦ «Институт компьютерных исследований», 2007. 327 с.
17. Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Мартынов Е.В., Козлова Н.Е. Коматииты позднего архея – некоторые аспекты рудоносности // Вестник МГТУ. 2009. № 3. С. 447-435.

Сведения об авторах

Сорохтин Николай Олегович – д.г.-м.н., ведущий научный сотрудник, e-mail: sorokhtin@geoksc.apatity.ru
Козлов Николай Евгеньевич – д.г.-м.н., профессор, зав. лабораторией, e-mail: kozlovne@afmgtu.apatity.ru
Мартынов Евгений Васильевич – к.г.-м.н., ст. научный сотрудник, e-mail: mart@geoksc.apatity.ru
Козлова Наталия Евгеньевна – научный сотрудник, e-mail: kozlovane@afmgtu.apatity.ru

СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МОНЧЕГОРСКОГО РАЙОНА

В.А. Даувальтер¹, М.В. Даувальтер²

¹Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН

²ОАО «Кольский геологический информационно-лабораторный центр»

Аннотация

Для оценки влияния выбросов комбината «Североникель» на формирование химического состава подземных вод проведены мониторинговые исследования Мончегорского полигона, расположенного в непосредственной близости от комбината. Установлено, что подземные воды Мончегорского района характеризуются наименьшей защищенностью от загрязнения по классификации В.М. Гольдберга. Концентрации многих загрязняющих элементов и веществ в подземных водах выше, чем в воде Мончезера.

Ключевые слова:

подземные воды, загрязнение, минерализация, главные ионы, микроэлементы.



В эпоху индустриализации природная среда испытывает огромную антропогенную нагрузку, особенно в Заполярье с его легко разрушаемой природой. Арктические и субарктические экосистемы чрезвычайно уязвимы по отношению к антропогенному прессу в силу низкого уровня массо- и энергообменов в холодных широтах [1]. Наиболее сильно подвержены воздействию человека и его хозяйственной деятельности водные источники, в том числе, подземные воды. Кольский Север в силу уникальности и богатства минерально-сырьевых ресурсов имеет высокоразвитый промышленный потенциал. В центральной части Мурманской области, охватывающей водосборные бассейны трех наиболее крупных водоемов (озер Имандра, Умбозеро и Ловозеро) построены мощные промышленные предприятия, такие как ОАО комбинат «Североникель» Кольской ГМК, ОАО «Апатит», «Олкон», Кольская АЭС, Кандалакшский алюминиевый завод, Ловозерский ГОК, а также образованные ими города и поселки.

Более восьмидесяти лет водные объекты Кольского Севера используются как для централизованного питьевого и технического водоснабжения, так и в качестве приемников и утилизаторов сточных вод – промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных. Большое количество анионов (SO_4^{2-} , Cl^-), взвешенных веществ, биогенных элементов, тяжелых металлов поступает в поверхностные и подземные воды со стоками горно-металлургического комплекса [2]. В Мурманской области одним из актуальных вопросов является разработка методов оценки экологической безопасности существующих технологий в процессе природопользования, в том числе и влияния промышленных предприятий на качество водных ресурсов.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Мурманской области используются поверхностные и подземные воды. Доля использования подземных вод составляет 5% или 17200 м³/сутки. Крайне неблагоприятная экологическая обстановка в ряде промышленных районов области (города Мончегорск, Апатиты, Кандалакша, Заполярный, Никель и др.) привела к существенному загрязнению поверхностных вод сточными водами предприятий горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Интенсивному техногенному воздействию подвержены поверхностные воды рек Печенга, Паз, Тулома, Кола, Нива, озер Имандра, Мончезеро, используемые для водоснабжения крупных населенных пунктов области. В соответствии со стандартами качества питьевой воды поверхностные воды могут быть отнесены к умеренно загрязненным. Характерными загрязнителями поверхностных вод являются Cu , Ni , Zn , Al , $\text{N}_{\text{общ}}$, NO_3^- , нефтепродукты и взвеси.

Для Мурманской области актуален вопрос переориентации хозяйственно-питьевого водоснабжения с поверхностного на подземное. Большинство населенных пунктов области находится в благоприятных гидрогеологических условиях – в зонах развития межгорных микроартезианских бассейнов (г. Апатиты, Кировск, пос. Ревда) или речных долин (г. Мурманск, Оленегорск, Мончегорск, Кандалакша и др.) и могут быть обеспечены хозяйственно-питьевой водой из подземных источников. Грунтовые воды содержатся в осадочных верхнечетвертичных отложениях и, как правило, защищены от прямого загрязнения 10-40-метровой толщей пород. На большей площади гидрогеологических бассейнов возможно создание водозаборов подземных вод.

Промышленный Мончегорский район, где расположен крупный медно-никелевый комбинат «Североникель», является одной из наиболее загрязненных территорий области. Зона очень опасного уровня загрязнения увеличилась с 1970-х гг. в 3 раза, сейчас составляет площадь 1400 км² и характеризуется максимальными уровнями годовых выпадений Ni и Cu (110 и 130 кг/км², соответственно). Загрязнение SO₂ и тяжелыми металлами в зоне влияния комбината «Североникель» в настоящее время примерно в 2 раза ниже по сравнению с опасной зоной Печенгского района, несмотря на то, что производственные мощности комбината «Североникель» в несколько раз выше, чем комбината «Печенганикель». Это связано с проведением на комбинате «Североникель» природоохранных мероприятий, в первую очередь, с закрытием рудотермического передела.

Территория Мончегорского района относится к Балтийскому бассейну трещинных вод, сложенному метаморфогенными и интрузивными образованиями архейского возраста, перекрытыми прерывистым чехлом четвертичных образований, имеющих преимущественно песчаный состав. В целом на территории мощность четвертичных отложений составляет 2-5 м, хотя может достигать 50 м и более. Подземные воды, приуроченные к рыхлым отложениям – поровые со свободной поверхностью, безнапорные (встречаются слабонапорные) и напорные (главным образом, в межгорных впадинах). Глубина залегания уровня, как правило, составляет 0.5-5.0 м, подчиняясь рельефу местности: наиболее глубокое залегание уровня на возвышенных участках, наиболее высокое – в понижениях. Мощность водоносного горизонта в среднем составляет 5-10 м. Наиболее значительные мощности отмечаются в пределах межгорных впадин, где они могут достигать 100 м и более. Основным водоносным горизонтом на Мончегорском полигоне является горизонт, приуроченный к трещиноватым кристаллическим породам. По характеру движения воды трещинные, либо трещинно-жильные в основном слабонапорные и напорные.

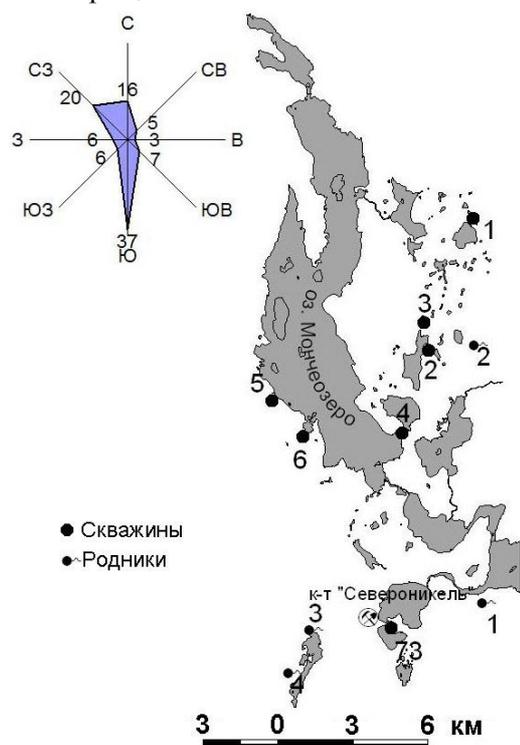


Рис. 1. Схема отбора проб подземных вод на Мончегорском полигоне и среднегодовая роза ветров по метеостанции Мончегорск по многолетним рядам наблюдений (числовые значения в процентах от повторяемости направления)

Для определения и оценки влияния комбината «Североникель» на формирование химического состава природных вод сотрудниками КГИЛЦ проводятся мониторинговые исследования, в том числе подземных вод Мончегорского района, расположенного в непосредственной близости от комбината «Североникель» (рис. 1). На полигоне ежемесячно производится отбор проб атмосферных, поверхностных и подземных (в 7 скважинах и 4 родниках) вод. В пробах подземных вод различными химико-аналитическими методами определяются макрокомпоненты (основные анионы – HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, F⁻, CO₃²⁻; основные катионы – Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Fe³⁺, Al³⁺; pH, окисляемость, жесткость, кремнекислота; соединения азота – NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺) и микрокомпоненты (Ni, Cu, Co, Cr, Pb, Zn, Ag, Mn, Sr, Ti, V, Se, B, As, Sb, Cd, Mo, Be). Результаты анализов сведены в таблицах 1-4.

По условиям формирования химического состава грунтовые воды Мончегорского полигона по классификации [3] относятся к грунтовым водам выщелачивания, которые формируются в областях избыточного увлажнения, характеризующихся наличием хорошо промытых и проницаемых пород, высокой динамичностью вод и активным дренажем.

Подземные воды скважин Мончегорского полигона, как и всей Мурманской области, относятся к классу гидрокарбонатов (HCO₃⁻). Возросшая аэротехногенная нагрузка привела к

изменению соотношения ионов в водах родников и в настоящее время соответствует классу сульфатов (на долю SO₄²⁻ приходится более 50% от общего содержания анионов), хотя минерализация воды родников меньше чем в скважинах. Гидрохимический режим анионов в подземных водах Мончегорского полигона подвержен сезонным колебаниям – минимальные

концентрации отмечаются в период половодья при высоком уровне грунтовых вод, а увеличение содержания происходит в зимнюю межень (рис. 2).

Таблица 1

Содержание главных компонентов в подземных водах скважин Мончегорского полигона

	pH	HCO ₃ ⁻ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	Cl мг/л	Ca ²⁺ мг/л	Mg ²⁺ мг/л	Na ⁺ мг/л	K ⁺ мг/л	NH ₄ ⁺ мг/л	H ₄ SiO ₄ мг/л	Окисля- емость, мг/л	Жесткость общая, ммоль/л	Минера- лизация, мг/л
Скважина 1													
Сред.	6.91	45	17	2.9	8	6.3	4.1	2.1	0.27	30	3.4	0.90	115
Мин.	6.15	29	9	1.9	2	0.6	1.9	1.0	0.03	16	1.7	0.67	61
Макс.	7.55	82	45	4.0	20	9.4	5.1	3.0	2.45	36	5.1	1.46	206
Скважина 2													
Сред.	6.62	35	17	2.7	7	5.8	4.0	1.7	0.06	24	1.5	0.76	97
Мин.	6.32	22	12	1.8	3	1.7	2.8	1.0	0.03	10	0.8	0.59	54
Макс.	6.95	56	25	4.1	14	8.7	5.3	3.5	0.27	34	3.0	1.03	150
Скважина 3													
Сред.	7.07	23	15	2.7	6	4.2	3.6	1.5	0.15	19	1.6	0.60	74
Мин.	6.48	16	12	2.0	2	2.7	3.2	1.1	0.03	10	1.1	0.47	50
Макс.	9.19	44	18	3.8	13	6.0	4.0	2.1	0.73	22	2.0	0.95	113
Скважина 4													
Сред.	8.01	56	37	3.5	14	6.3	5.2	3.3	0.19	22	2.9	1.47	147
Мин.	6.90	46	32	3.0	5	3.0	4.5	1.5	0.03	12	1.7	1.26	106
Макс.	8.92	67	43	4.2	25	9.2	5.8	4.8	0.39	28	4.7	1.64	187
Скважина 5													
Сред.	6.77	24	11	1.9	4.0	3.9	3.0	1.5	0.04	17	1.2	0.49	66
Мин.	6.44	20	9	1.2	2.3	2.1	2.3	1.0	0.03	9	0.8	0.45	46
Макс.	7.06	31	14	2.6	5.6	6.5	4.8	2.4	0.10	21	2.4	0.65	89
Скважина 6													
Сред.	6.81	18	13	1.7	3.6	3.6	2.8	1.8	0.06	19	1.1	0.45	63
Мин.	6.40	14	5	1.2	2.0	1.2	2.3	1.0	0.03	9	0.4	0.38	36
Макс.	8.05	21	17	2.2	5.6	5.2	4.3	3.2	0.14	23	1.7	0.55	82
Скважина 73													
Сред.	7.82	79	5.1	2.2	6.7	7.7	3.4	2.3	0.08	20	1.5	1.23	127
Мин.	7.51	61	2.5	0.8	2.2	6.1	3.0	1.1	0.03	7	0.9	1.05	84
Макс.	8.16	94	6.6	3.5	11.0	10.4	4.2	2.8	0.17	27	2.4	1.37	159

Сопоставление содержания основных катионов в подземных водах Мончегорского полигона показывает, что в скважинах преобладающим катионом является Ca²⁺, но он незначительно превышает содержание Mg²⁺, а в некоторых скважинах содержание этих катионов равны. В подземных водах родников Мончегорского полигона содержания Ca²⁺ и Mg²⁺ примерно равны. Выявлена четкая сезонная динамика гидрохимического режима основных катионов в подземных водах Мончегорского полигона – минимальные концентрации главных катионов (за исключением Ca²⁺) зафиксированы в период весеннего половодья, затем в летнюю межень происходит увеличение концентраций, а максимальных значений они достигают к концу зимней межени (рис. 3).

Подземные воды Мончегорского полигона характеризуются малой минерализацией и являются ультрапресными по классификации [4]. Минерализация подземных вод в скважинах в среднем в 2-3 раза больше минерализации поверхностных вод, испытывающих только аэротехногенное загрязнение. Режим минерализации подземных вод Мончегорского полигона имеет значительную зависимость ее от сезонов года – наибольшие значения минерализации отмечены в зимнюю межень, а минимальные значения – в пик весеннего половодья.

Содержание главных компонентов в подземных водах родников Мончегорского полигона

	pH	НСО ₃ ⁻ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	Сl ⁻ мг/л	NO ₃ ⁻ мг/л	Ca ²⁺ мг/л	Mg ²⁺ мг/л	Na ⁺ мг/л	K ⁺ мг/л	H ₄ SiO ₄ мг/л	Окисля- емость, мг/л	Жесткость общая, ммоль/л	Минера- лизация, мг/л
Родник 1													
Сред.	7.29	44	12	2.6	0.24	6.5	7.0	3.2	1.3	32	1.2	0.87	108
Мин.	7.12	39	7	1.9	0.05	3.0	4.4	2.6	1.0	15	0.1	0.83	74
Макс.	7.52	48	14	5.0	0.80	9.5	8.8	5.1	1.9	38	2.9	0.93	131
Родник 2													
Сред.	7.11	28	15	2.4	0.66	4.9	5.2	3.5	1.4	29	1.2	0.65	89
Мин.	6.51	25	13	1.0	0.10	2.4	3.0	2.6	0.7	14	0.4	0.57	62
Макс.	7.31	30	17	3.4	1.20	7.8	7.0	4.5	2.1	33	3.2	0.70	106
Родник 3													
Сред.	6.56	11	17	2.5	1.65	4.3	3.9	2.4	0.7	17	1.2	0.53	61
Мин.	6.23	8	14	1.9	0.20	1.8	2.5	2.1	0.4	7	0.5	0.46	38
Макс.	7.10	27	20	3.6	2.50	6.8	5.1	3.3	1.4	31	2.9	0.62	100
Родник 4													
Сред.	6.77	8	11	1.3	3.06	3.2	3.2	1.6	0.3	13	1.2	0.38	45
Мин.	6.60	5	8	0.6	2.05	1.5	0.9	1.3	0.1	6	0.2	0.32	25
Макс.	6.97	12	13	2.5	3.80	5.6	4.2	2.2	0.4	16	3.0	0.45	60

Одним из основных источников формирования подземных вод являются атмосферные осадки. Атмосферные выпадения аэрозолей – главная причина загрязнения (в том числе и тяжелыми металлами) поверхностных и подземных вод. Максимум содержания соединений и элементов в аэрозолях имеет место на некотором расстоянии от точечного источника загрязнения, равном 20 высотам загрязняющей трубы [5]. Для комбината «Североникель» максимальная высота труб составляет 150 м, и максимум концентраций расположен на расстоянии 3 км. Поэтому соприкосновение загрязняющего факела комбината «Североникель» с поверхностью земли при скорости ветра более 1 м/с происходит за пределами 3-километровой зоны, а загрязнение территории, расположенной ближе 3 км, происходит при штилях. Существенное влияние на загрязнение территории в 3-км зоне от комбината оказывают неорганизованные выбросы загрязняющих веществ через аэрационные фонари и другие вентиляционные ходы плавильных цехов.

Установлено, что максимум содержания соединений и элементов в подземных водах имеет место на некотором расстоянии от точечного источника загрязнения. Наиболее близкорасположенная скважина № 73 находится менее чем в 3 км от главного факела комбината «Североникель» (1 км), поэтому практически все главные компоненты химического состава подземных вод (за исключением НСО₃⁻, Mg²⁺, K⁺) не имеют максимальных значений в воде скважины № 73, а максимумы концентраций удалены на расстояние 5-10 км.

Также как и главные компоненты химического состава подземных вод Мончегорского полигона практически все микрокомпоненты не имеют максимальных значений вблизи комбината «Североникель», а максимумы концентраций удалены на расстояние 5-10 км. Исключением является Cd, выбрасываемый в атмосферу в значительных количествах в составе выбросов комбината «Североникель», в том числе и через аэрационные фонари и другие вентиляционные ходы плавильных цехов. Pb, Mo и V увеличивают свои концентрации в подземных водах с удалением от комбината «Североникель», но этот факт связан, вероятно, с геохимическим поведением этих элементов, а не с атмосферными выбросами комбината «Североникель».

Все вышеописанные микроэлементы либо входят в состав руд, либо в состав примесных минералов, поэтому они в результате переработки руд попадают в атмосферные выбросы комбината «Североникель» и вследствие этого находятся в повышенных концентрациях в почвах и подземных водах исследуемого Мончегорского полигона. Для всех микроэлементов характерен большой диапазон концентраций (табл. 3 и 4), что является отличительной чертой химического состава подземных вод в зоне влияния горно-металлургического предприятия, потому что на их качество влияет очень большой перечень факторов как природных, так и антропогенных.

Таблица 3

Среднее содержание микрокомпонентов (мкг/л) в растворенной форме в подземных водах в скважинах Мончегорского полигона

	Ni	Cu	Co	Zn	Pb	Cr	As	Ti	Sr	Mo	Cd	Ag	Mn	V
Скважина 1														
Сред.	58	112.7	16.7	64.2	7.5	26.0	0.7	21.9	23	4	0.10	1.55	464	31
Мин.	1	1.6	0.5	4.0	0.5	0.8	0.3	1.5	1	2	0.01	0.03	2	1
Макс.	240	400	60	260	19	66	2.9	70	55	7	0.46	21.5	1060	88
Скважина 2														
Сред.	49	164	25.9	49.4	4.3	37.9	0.5	14.2	30	1	0.05	1.3	351	23.6
Мин.	4	3	0.5	4.4	0.5	0.5	0.3	1.5	18	1	0.03	0.03	23	1.10
Макс.	120	320	47	120	10	110	2	47	49	2	0.08	15	630	53
Скважина 3														
Сред.	30	79	6.9	23	3	37	0.66	4	13	1.03	0.06	2.4	536	6.19
Мин.	8	1	0.5	4.0	0.5	0.5	0.25	2	9	0.50	0.03	0.01	110	0.50
Макс.	53	200	14.0	53	9	120	1.30	13	24	2.50	0.10	17.5	1100	14.00
Скважина 4														
Сред.	91	112	20.70	69.5	6.6	34.0	0.87	23	36.1	1.9	0.040	2.42	452	37.05
Мин.	9	1	1.00	6.0	0.5	1.0	0.25	1.5	13.0	0.5	0.025	0.025	9	2.90
Макс.	210	300	44.00	160	13	81	2.70	46	75.0	3.0	0.060	18	1040	82.00
Скважина 5														
Сред.	26	231	15.9	143.8	5.15	25.54	0.30	7.88	17.4	0.8	0.05	6.14	222	23.45
Мин.	5	1	0.5	4.0	0.50	0.50	0.25	1.50	7.8	0.5	0.03	0.005	55	0.50
Макс.	78	960	55.0	684.0	15	70.0	0.7	21	57.0	1.3	0.12	72	520	49.00
Скважина 6														
Сред.	67	183	20.8	77.1	6.08	34.31	0.44	10.9	18.46	0.76	0.05	10.3	567	23.1
Мин.	9	1	3.0	8.0	0.50	0.50	0.25	1.5	9.00	0.50	0.03	0.025	79	1.5
Макс.	210	550	62.0	170.0	11.00	91.00	1.10	70	37.00	1.60	0.10	114	2320	62.0
Скважина 73														
Сред.	22	24	0.9	15.1	2.52	15.40	0.52	7.4	18.37	1.63	0.07	0.2	371	1.5
Мин.	7	2	0.5	1.2	0.50	0.50	0.25	1.5	6.30	0.50	0.03	0.005	83	0.5
Макс.	54	53	3.0	28.0	6.00	41.00	0.80	14	27.00	3.00	0.21	1	620	2.3

Для ряда микроэлементов (Ni, Cu, Co, Zn, Pb, As, Mo, Sr, Mn) выявлена четкая сезонная динамика гидрохимического режима в подземных водах Мончегорского полигона – минимальные концентрации зафиксированы в период весеннего половодья, затем в летнюю межень происходит увеличение концентраций, а максимальных значений они достигают к концу зимней межени. Для других микроэлементов (Cd, Cr, V) отмечена обратная динамика гидрохимического режима – увеличение содержания в период весеннего половодья и снижение концентраций в летнюю межень. Такая четкая динамика гидрохимического режима отмечается в скважинах, имеющих хорошую гидравлическую связь с поверхностным стоком и поверхностными водами и поэтому проявляющими четкую динамику гидрохимического режима микроэлементов.

В подземных водах сложилась ситуация начальной степени загрязнения. Во всех исследуемых скважинах выявлено высокое содержание Mn, а также других элементов, значения которых превышают ПДК.

Таблица 4

Среднее содержание микрокомпонентов (мкг/л) в растворенной форме в подземных водах родников Мончегорского полигона

	Ni	Cu	Co	Zn	Pb	Cr	As	Ti	Sr	Mo	Cd	Ag	Mn	V	B
Родник 1															
Сред.	29	4.7	0.7	7.2	1.3	3.3	0.5	3.8	9	1	0.06	0.11	3	0.91	115
Мин.	1	0.5	0.5	2.0	0.5	1.0	0.3	1.5	5	1	0.03	0.01	1	0.50	25
Макс.	240	57	2	30	8	5	1.7	19	17	9	0.17	0.6	11	2.1	1038
Родник 2															
Сред.	7	2	0.7	5.0	1.0	1.8	0.5	4.1	10	2	0.06	0.9	8	0.9	370
Мин.	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	1.5	3	1	0.03	0.01	1	0.50	25
Макс.	83	10	2	13	4	4	3	21	30	10	0.11	14	82	2	5200
Родник 3															
Сред.	8	3	0.8	6	1	2	0.32	5	11	0.61	0.06	0.3	6	1.10	31
Мин.	1	1	0.5	2.0	0.5	0.5	0.25	2	3	0.50	0.03	0.01	1	0.50	25
Макс.	46	15	2.2	15	5	4	0.70	21	25	1.20	0.19	2.5	38	3.50	78
Родник 4															
Сред.	35	12	1.03	6.4	1.0	1.6	0.59	5	6.2	0.8	0.066	0.28	5	1.18	25
Мин.	4	1	0.50	1.0	0.5	0.5	0.25	1.5	2.0	0.5	0.025	0.025	1	0.50	25
Макс.	220	59	4.10	18	3	4	2.00	19	24.0	1.5	0.150	2	30	4.00	25

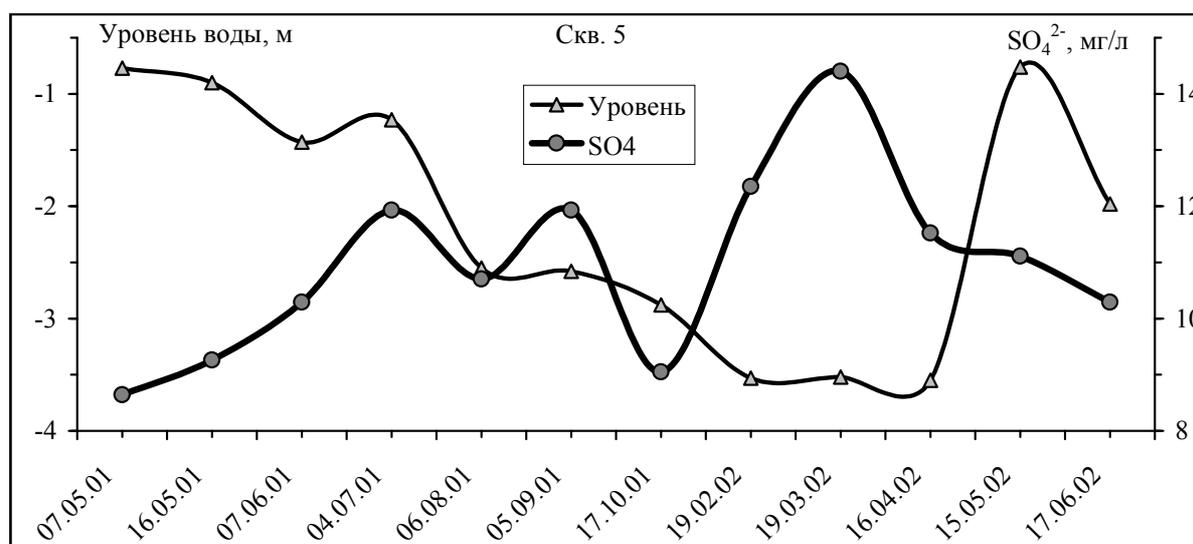


Рис. 2. Динамика уровня воды и концентраций SO_4^{2-} в скважине № 5

Возможность загрязнения подземных вод с поверхности земли в значительной степени определяется защищенностью водоносных горизонтов. Под защищенностью водоносного горизонта от загрязнения понимается его перекрытость отложениями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли или из вышележащего водоносного горизонта [6]. Защищенность зависит от многих факторов, которые можно разбить на две группы: природные и техногенные. К основным природным факторам относятся: глубина до уровня подземных вод, наличие в разрезе и мощность слабопроницаемых пород, литология и сорбционные свойства пород, соотношение уровней исследуемого и вышележащего водоносных горизонтов. К техногенным факторам, прежде всего, следует отнести условия нахождения загрязняющих веществ на поверхности земли и, соответственно, характер их проникновения в подземные воды, химический состав загрязняющих веществ и, как следствие, их миграционную способность, сорбируемость, химическую стойкость, время распада, характер взаимодействия с породами и подземными водами.

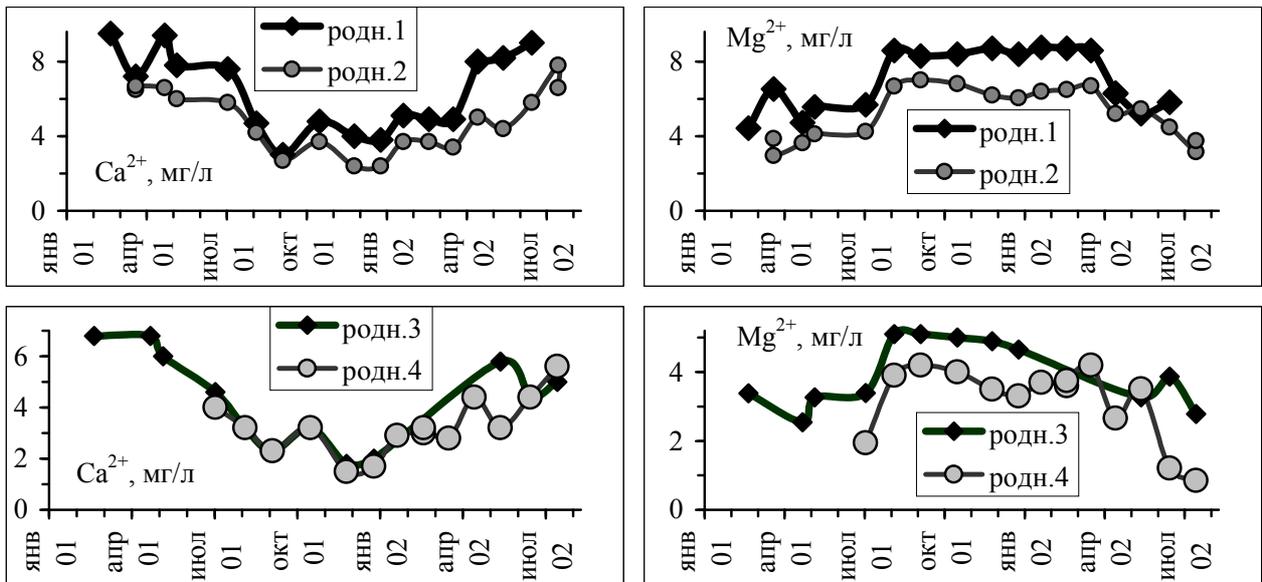


Рис. 3. Динамика концентраций главных катионов подземных вод родников Мончегорского полигона

Защищенность подземных вод можно охарактеризовать качественно и количественно. В первом случае в основном рассматриваются только природные факторы, во втором – природные и техногенные. Детальная оценка защищенности подземных вод с учетом особенности влагопереноса в зоне аэрации и характера взаимодействия загрязнения с породами и подземными водами требует, как правило, создания гидрогеохимической модели процессов проникновения загрязнения в водоносный горизонт. Качественная оценка может быть проведена в виде определения суммы условных баллов или на основании оценки времени, за которое фильтрующиеся с поверхности воды загрязнения достигнут водоносного горизонта (особенности влагопереноса в зоне аэрации и процессы взаимодействия загрязнения с породами и подземными водами при этом не учитываются). Балльная оценка защищенности грунтовых вод детально разработана В.М. Гольдбергом [7]. Сумма баллов, зависящая от условий залегания грунтовых вод, мощностей слабопроницаемых отложений и их литологического состава, определяет степень защищенности грунтовых вод. По литологии и фильтрационным свойствам слабопроницаемых отложений выделяют три группы:

- а – супеси, легкие суглинки (k_f – 0.1-0.01 м/сут);
- с – тяжелые суглинки и глины ($k_f < 0.001$ м/сут);
- б – промежуточная между а и с – смесь пород групп а и с (k_f – 0.01-0.001 м/сут).

Таблица 5

Баллы защищенности водоносного горизонта в зависимости от мощности (m) и литологии слабопроницаемых отложений по В.М. Гольдбергу [7]

m, м	Литологические группы	Баллы	m, м	Литологические группы	Баллы	m, м	Литологические группы	Баллы
<2	а	1	8-10	а	5	16-18	а	9
	б	1		б	7		б	13
	с	2		с	10		с	18
2-4	а	2	10-12	а	6	18-20	а	10
	б	3		б	9		б	15
	с	4		с	12		с	20
4-6	а	3	12-14	а	7	>20	а	12
	б	4		б	10		б	18
	с	6		с	14		с	25
6-8	а	4	14-16	а	8			
	б	6		б	12			
	с	8		с	18			

В табл. 5 приведены данные для определения баллов в зависимости от мощности и литологии слабопроницаемых отложений.

В.М. Гольдбергом [7] разработана следующая балльная система в зависимости от глубины уровня грунтовых вод: <10 м – 1 балл, 10-20 м – 2 балла, 20-30 м – 3 балла, 30-40 м – 4 балла, >40 м – 5 баллов.

Для расчета суммы баллов необходимо сложить баллы, полученные за мощность зоны аэрации, и баллы за мощность имеющихся в разрезе слабопроницаемых пород. Например, если грунтовые воды залегают на глубине 14 м (2 балла) и имеется слой супеси 3 м (2 балла) и слой глин 6 м (6 баллов), то сумма баллов составит 10.

По сумме баллов выделяются шесть категорий защищенности грунтовых вод [7]: <5 – I категория, 5-10 – II, 10-15 – III, 15-20 – IV, 20-25 – V, >25 – VI категория. Наименьшей защищенностью характеризуются условия, соответствующие категории I, наибольшей – категории VI. Учитывая установленные по данным бурения мощность и литологию слабопроницаемых перекрывающих отложений, мощность зоны аэрации, фильтрационные характеристики пород по данным опытных откачек, было определено, что грунтовые воды Мончегорского полигона относятся к I категории защищенности от загрязнения, т.е. характеризуются наименьшей защищенностью (табл. 6).

Таблица 6

Защищенность грунтовых вод Мончегорского полигона по [7]

№№ скважин	Мощность зоны аэрации баллы	Мощность слабопроницаемых отложений баллы	Литология слабопроницаемых отложений баллы	Сумма баллов	Категория защищенности
2	$\frac{4.4}{1}$	$\frac{3.5}{3}$	Морена	4	I
3	$\frac{6.5}{1}$	$\frac{5.1}{4}$	Морена	5	I
5	$\frac{4.3}{1}$	$\frac{4.0}{3}$	Морена	4	I
6	$\frac{3.2}{1}$	$\frac{2.0}{3}$	Морена	4	I

В заключение необходимо отметить, что благодаря значительной площади водозабора вода оз. Мончеозера характеризуется как довольно чистая с точки зрения требований к питьевым водам [8]. Качество воды ухудшается по мере прохождения через систему трубопроводов. В этой связи основная проблема заключается в доставке воды потребителю из водозаборного озера (Мончеозера) в наименее измененном состоянии. Этого можно добиться путем использования вместо стальных труб широко применяемых для этой цели в Мурманской области пластиковых труб, не выделяющих в питьевую воду загрязняющих веществ (в первую очередь Fe, Mn и Zn) в условиях высокой агрессивности вод. Согласно проведенным исследованиям, грунтовые воды Мончегорского полигона относятся к I категории защищенности от загрязнения по классификации В.М. Гольдберга, т.е. характеризуются наименьшей защищенностью. Концентрации многих загрязняющих элементов и веществ в грунтовых водах намного выше, чем в воде Мончеозера. Поэтому использовать грунтовые воды Мончегорского полигона для питьевого водоснабжения г. Мончегорска в настоящее время не рекомендуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Моисеенко Т.И.* Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. 261 с.
2. *Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Даувальтер В.А., Кудрявцева Л.П.* Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1996. 263 с.
3. *Каменский Г.Н.* Зональность грунтовых вод и почвенно-географические зоны // Тр. Лабор. гидрогеол. пробл. им. Ф.П. Саваренского АН СССР, 1950, т. VI.
4. *Овчинников А.М.* Общая гидрогеология. М.: Госгеолиздат, 1949.
5. *Берлянд М.Е.* Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л., 1975. 448 с.
6. *Гольдберг В.М.* Взаимосвязь загрязненных подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 245 с.
7. *Гольдберг В.М., Газда С.* Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М., 1984. 262 с.
8. *Даувальтер В.А., Даувальтер М.В., Салтан Н.В., Семенов Е.Н.* Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» // Геохимия. 2009. № 6. С. 628-646.

Сведения об авторах

Даувальтер Владимир Андреевич – д.г.н., профессор, главный научный сотрудник, e-mail: vladimir@inep.ksc.ru
Даувальтер Маргарита Васильевна – к.т.н., начальник территориального центра мониторинга геологической среды, e-mail: DauvalterMV@kgilc.ru

ОЧИЩЕНИЕ ПОЧВ И СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ КОМИНИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Г.А. Евдокимова, А.Ш. Гершенков¹, Н.П. Мозгова, В.А. Мязин, Н.В. Фокина

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН

¹Горный институт КНЦ РАН

Аннотация

Определен период очищения почв северо-западной части России от различных нефтепродуктов: газового конденсата, дизельного топлива, мазута. Очищение агроземов от легких углеводородов происходит в течение одного вегетационного периода. За три месяца вегетационного периода газовый конденсат был полностью удален из почвы, дизельное топливо – практически полностью (более 90%). Содержание нефтепродуктов в лесной почве снижается медленнее, чем в агроземах. Остаточные количества тяжелых углеводородов прослеживались и через полтора года. Для биоремедиации почв рекомендованы растения, обладающие высокой устойчивостью к загрязнению нефтепродуктами: двукосточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), волоснец песчаный (*Leymus arenarius*).

Разработан и запатентован комбинированный способ очищения сточных вод, загрязненных углеводородами, на основе неорганических коагулянтов и аборигенных нефтеокисляющих бактерий.

Ключевые слова:

нефтепродукты, почва, сточные воды, биоремедиация.



К настоящему времени накоплен большой материал по значимости микробиологических процессов в очищении природных сред от нефти и нефтепродуктов. При исследовании загрязненных почв изучаются факторы, влияющие на

биodeградацию углеводородов в почве, разрабатываются диагностические признаки различных уровней загрязнения и приемы по очистке почв от нефти и нефтепродуктов. Однако только немногие исследования [1-4] выполнены при низких температурах: в северных регионах Финляндии и Тюменского края, в экстремальных условиях Антарктиды. Накоплен большой научный материал и практический опыт по ликвидации аварийных последствий разливов нефти в Республике Коми [5].

Одним из основных способов интенсификации очищения почв от загрязнения тяжелыми металлами и органическими загрязнителями является биоремедиация. Выращивание на загрязненных почвах растений, ризосфера которых заселена микроорганизмами, трансформирующими загрязняющие вещества, является перспективным и экономически выгодным приемом улучшения качества загрязненных почв. Кроме того, зеленый массив растений оказывает эстетическое воздействие на человека, попавшего в техногенно нарушенную окружающую среду.

Растения, используемые для биологической мелиорации загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв, должны обладать следующими свойствами: длительным периодом жизни, способностью расти на низкоплодородных почвах, что особенно важно для северных регионов. Они должны выделять в почву большое количество корневых экссудатов (аминокислоты, простые сахара, полисахариды, флавоноиды и др.), стимулирующих развитие ризосферной микробиоты, и синтезировать экзоферменты, трансформирующие загрязняющие вещества в менее токсичные соединения.

В литературе нам не встретился экспериментальный материал, свидетельствующий о прямой деградации растениями углеводородов нефти. Поступление высокомолекулярных соединений подобного типа через корневую систему в растения весьма проблематично. Вероятно, возможна деградация углеводородов нефти в зоне корней экзоферментами растений. Эффективность биосистемы растение – микроорганизмы несомненна: растения иммобилизуют загрязнители на своих корнях, осуществляя процесс фитостабилизации, стимулируют развитие ризосферных бактерий и

грибов-деструкторов нефти и нефтепродуктов, экзоферменты растений могут осаждать и трансформировать органические загрязнители [6].

Основными деструкторами нефти и нефтепродуктов являются аэробные хемогетеротрофные микроорганизмы. Активные биодеструкторы углеводородов нефти находятся среди следующих родов почвенных бактерий: *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Nocardia* и микроскопических грибов: рр. *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*. Все они достаточно широко встречаются в почвах высоких широт. Углеводородоокисляющие микроорганизмы должны обладать высокой устойчивостью к загрязнению, способностью трансформировать загрязнители в нетоксичные соединения, высокой способностью к колонизации корневой системы растений и повышению их питательного статуса.

Наши наблюдения проводятся в регионе, характеризующемся уникальным сочетанием природных и антропогенных факторов, в суровых климатических условиях при интенсивном развитии промышленности. В связи с освоением шельфа Баренцева моря и транспортировкой по территории Мурманской области нефтепродуктов и сжиженного газа, для Кольского п-ова будет актуальна проблема загрязнения наземных экосистем нефтепродуктами.

Цель работы: определить период очищения почв северо-западной части России от различных нефтепродуктов, проследить их воздействие на почвенную биоту и подобрать ассортимент устойчивых к загрязнению растений.

Объекты исследования

Исследования проводятся в условиях полевых модельных опытов на окультуренных подзолах филиала Всероссийского института растениеводства «Полярная опытная станция» и на целинных лесных подзолах (2006-2009 гг.). В почву внесены различные нефтепродукты: газовый конденсат, дизельное топливо, бензин и мазут в различных количествах. В опыте использовано 16 видов многолетних и однолетних растений. Учитывая относительную бедность биогенными элементами подзолистых почв, внесли азофоску (с содержанием N, P, K по 16% из расчета N100P100K100 кг на га).

Варианты опытов. Окультуренные почвы: дизельное топливо, внесенное по 10 и 25 мл/кг; смесь нефтепродуктов в концентрации 4% (дизельное топливо, бензин-76 и мазут в соотношении 1:1:1). Эта концентрация согласно утвержденным Роскомземом нормам загрязнения земель нефтепродуктами (1993) свидетельствует о высоком уровне загрязнения. В качестве мелиорантов, улучшающих свойства загрязненных почв, был испытан коммерческий бактериальный препарат «Микрозим» и сорбент «С-ВЕРАД», основу которого составляет вермикулит. В 2009 г. как в агрозем, так и в целинную почву был внесен газовый конденсат (ГК) по 3 л на м² (ГК стабильный марки СТО 73157577-01-2006). Были заложены на целинной почве варианты с ГК и бактериальным препаратом, содержащим 5 бактериальных нефтеокисляющих культур (ГКБ), выделенных из почв Кольского п-ова. Содержание нефтепродуктов определяли методом инфракрасной спектроскопии.

Результаты и обсуждение

Определены периоды очищения почв высоких широт от изучаемых нефтепродуктов. Очищение окультуренной подзолистой почвы от легких углеводородов в результате физических, биологических и химических процессов происходит в течение одного вегетационного периода. За три месяца вегетационного периода газовый конденсат был полностью удален из почвы, дизельное топливо – практически полностью, более 90% (рис. 1).

Процесс убыли легких углеводородов из почвы происходил наиболее интенсивно в первые сутки после их внесения. Отмечена тенденция более быстрого выноса ДТ из почвы под растениями, особенно заметна разница (до 20%) через 20-30 дней после внесения в почву нефтепродукта.

Темп убыли нефтепродуктов из лесной почвы значительно ниже, чем из окультуренной (табл. 1). В течение первых 5 суток после внесения газового конденсата количество его в окультуренной почве снизилось почти на 70%, а в лесной – всего на 32-45%. Естественно, испарение и фотохимические процессы на открытых пространствах происходят значительно быстрее, чем под пологом леса. Данный тип углеводородов не проникает вглубь почвенного профиля и удаляется с поверхности почвы путем испарения и биотрансформации. Следует отметить, что в Заполярье освещенность земной поверхности прямыми лучами солнца, не уступает в летние месяцы экваториальным величинам, что не может не отразиться на процессах испарения и деградации углеводородов под действием физических факторов.

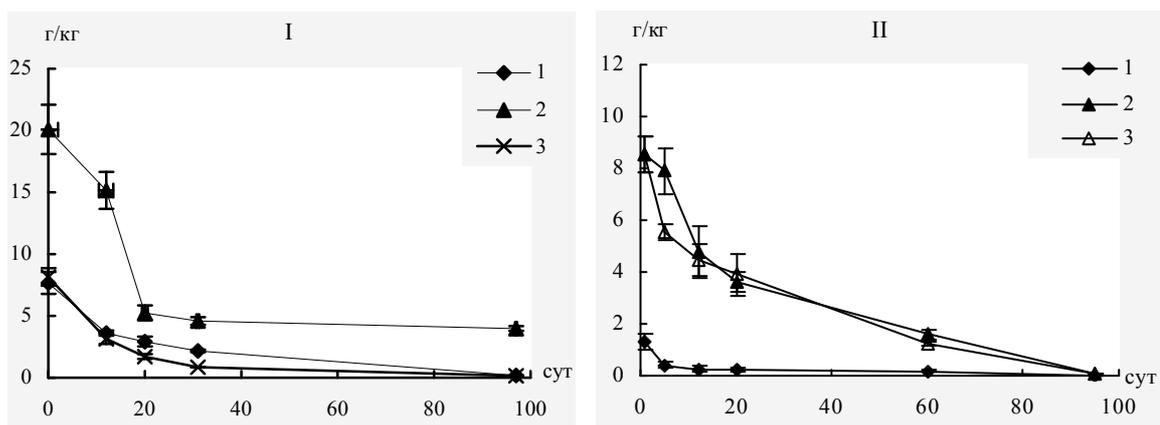


Рис. 1. Динамика убыли дизельного топлива из окультуренной почвы (I) и газового конденсата из окультуренной и лесной почвы (II): I: 1 – 10 мл/кг, пар; 2 – 25 мл/кг, пар; 3 – 10 мл/кг, *Phalaroides arundinacea*; II: 1 – окультуренный подзол, ГК; 2 – целинный подзол, ГК; 3 – целинный подзол, ГKB

Через три месяца все варианты по количеству выноса легких углеводородов сравнивались (табл. 1). Из почвы исчезло 98-99% внесенного газового конденсата. Достоверных различий в интенсивности выноса НП из лесной почвы между вариантами с ГК и ГKB не наблюдалось.

Таблица 1

Динамика убыли газового конденсата из почвы, % от исходного содержания

Вариант	% от исходного				
	5 сут	12 сут	20 сут	60 сут	95 сут
Дата	08.06	15.06	23.06	03.08	07.09
Лесной подзол, ГК, Ао	45	50	39	68	98
Лесной подзол, ГKB, Ао	32	32	31	74	98
Окультуренный подзол, ГК, 0-10 см	68	80	85	86	99

Тяжелые углеводороды закрепляются в верхних почвенных горизонтах, негативно воздействуя на их водно-физические свойства. Отмечено достоверное снижение влажности загрязненной почвы относительно контроля ($t=3.5-4.5$ при $\alpha=0.01$, $n=15$) вследствие гидрофобизации почвенных частиц. Ремедиация таких почв более длительна. За три месяца вегетационного периода смесь нефтепродуктов, содержащих мазут, была вынесена из агрозема на 70-85%. Остаточные количества нефтепродуктов прослеживались и через полтора года (рис. 2).

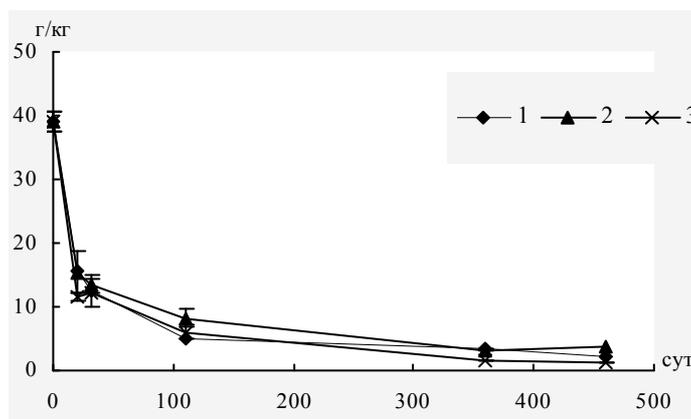


Рис. 2. Динамика убыли смеси нефтепродуктов (ДТ+бензин+мазут) из окультуренной почвы: 1 – смесь НП; 2 – НП + «Микрозим»; 3 – НП + «Микрозим» + сорбент «С-ВЕРАД»

В варианте с внесением препарата «Микрозим» совместно с сорбентом «С-ВЕРАД» процесс убыли смеси нефтепродуктов осуществлялся несколько интенсивнее. В первые дни это различие составляло 10%, через месяц – 3-4%.

Как в целинных, так и окультуренных почвах в вариантах с внесением ДТ и ГК отмечено достоверное увеличение относительно контроля численности углеводородокисляющих бактерий (УОБ) сразу же после внесения дополнительного источника углеродного питания (рис. 3). Через год после внесения ДТ численность УОБ снизилась в среднем в 2-3 раза по причине истощения дополнительного энергетического источника.

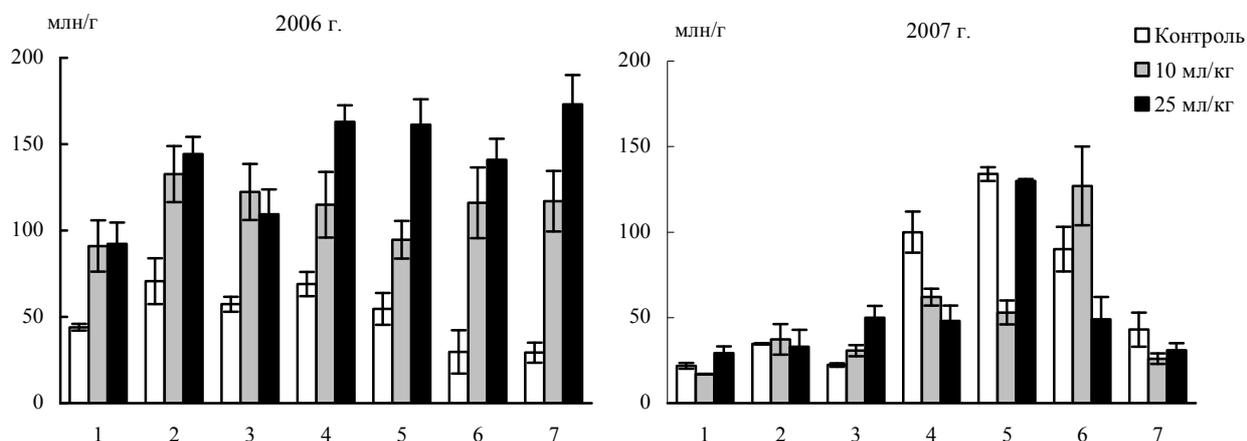


Рис. 3. Численность углеводородокисляющих бактерий в опыте с ДТ на окультуренных почвах, млн кл/г почвы: 1 – nap, 2 – *Lolium perenne*, 3 – *Phalaroides arundinacea*, 4 – *Phleum pratense*, 5 – *Festuca pratensis*, 6 – *Lotus corniculatus*; 7 – *Galega orientalis*

В целинных почвах в варианте с ГК высокая численность поддерживалась на протяжении всего вегетационного периода и была максимальной в сентябре (рис. 4). В варианте с внесением ГК и бактериального препарата, содержащего аборигенные нефтеокисляющие бактерии, численность бактерий в почве резко возросла через сутки ($t=2.39-6.40$ при $\alpha=0.05-0.001$). Однако через 5 суток она достоверно снизилась, но все еще оставалась высокой относительно других вариантов. К концу вегетационного сезона численность УОБ в варианте с ГК была достоверно выше, чем в варианте с ГКБ, возможно из-за сложившихся в последнем варианте антагонистических взаимоотношений между местными и интродуцированными бактериями.

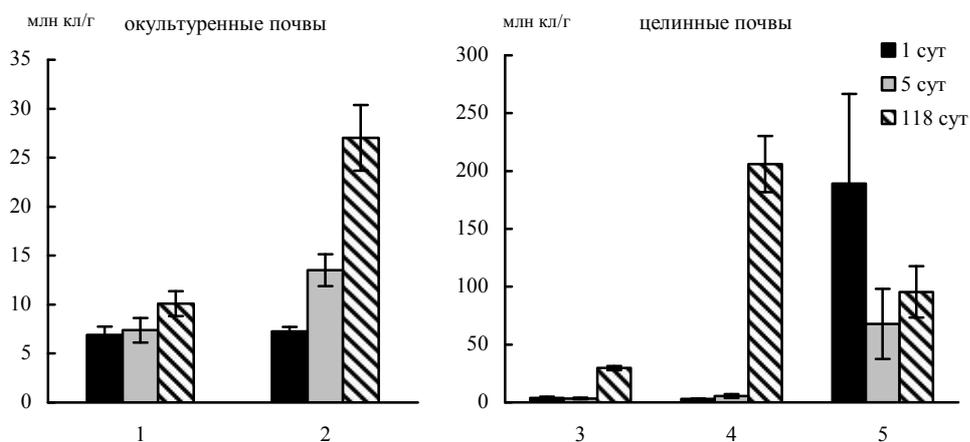


Рис. 4. Динамика численности углеводородокисляющих бактерий в опыте с газовым конденсатом: окультуренные почвы: 1 – контроль, 2 – ГК; целинные почвы: 3 – контроль, 4 – ГК, 5 – ГКБ

Рост растений существенно ингибируется при загрязнении почвы НП. Для фиторемедиации почв рекомендованы следующие растения, обладающие высокой устойчивостью к загрязнению

нефтепродуктами: двукисточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), волоснец песчаный (*Leymus arenarius*) [6]. Из перечисленных растений следует особенно выделить двукисточник тростниковидный, дающий высокую вегетативную биомассу и зрелые семена в наших условиях. Из бобовых может быть перспективным лядвенец рогатый (*Lotus corniculatu*) как растение, повышающее плодородие почвы.

Растения как высшие эукариотные организмы чувствительнее к углеводородам нефти, чем прокариоты, обладающие функцией деградации многих органических соединений. По мере выноса нефтепродуктов из почвы урожай растений возрастает, а численность углеводородокисляющих бактерий снижается.

Таким образом, при разработке биотехнологических методов очистки и ремедиации природных и техногенных экосистем от загрязнений углеводородами определены периоды очищения почв высоких широт от ряда нефтепродуктов. Подобран ассортимент растений для выращивания на почвах при нефтехимическом загрязнении.

Выделенные аборигенные виды нефтеокисляющих бактерий могут быть использованы при очистке сточных вод, загрязненных нефтепродуктами. Образование нефтесодержащих стоков характерно для большинства промышленных предприятий, нефтебаз, автохозяйств и т.д. Многие из них не оснащены очистными сооружениями, либо имеют установки для очистки сточных вод от нефтепродуктов, эффективность работы которых не позволяет добиваться допустимых концентраций загрязняющих веществ перед сбросом в открытые водоемы.

Отсутствие эффективных и недорогих технических средств очистки сточных вод, жесткие нормы ПДК нефтепродуктов в сбросах (для вод культурно-бытового назначения 0.3 мг/л, для рыбохозяйственных водоемов – 0.05 мг/л) приводят к тому, что многим предприятиям выгоднее платить штрафы, чем вкладывать средства в строительство или реконструкцию очистных сооружений. Решить основные задачи по очистке сточных вод отдельных цехов предприятий, часто имеющих различные содержания загрязняющих примесей, можно, используя прогрессивные технологии замкнутого водоснабжения или осуществляя сброс в открытые водоемы в достаточной степени очищенной воды.

Практика показывает, что наиболее простым и доступным способом является коагуляция примесей, находящихся в сточных водах, с интенсификацией образования флоккул и их удаление из очищаемой воды [7, 8]. Особенности данного способа очистки сточных вод является максимальное увеличение сорбционной способности флоккул с вхождением в их состав загрязняющих примесей, увеличение скорости их осаждения и уменьшение порога коагуляции.

Опыты по коагуляции загрязненных сточных вод, содержащих 5 мг/л нефтепродуктов, что соответствует их содержанию в сточных водах после грубой очистки, проводили с неорганическими коагулянтами. В качестве коагулянтов применяли железный купорос или сульфат алюминия. В опыте использовали два штамма нефтеокисляющих бактерий (НОБ) рода *Pseudomonas*, выделенных из очистного пруда Беломорской нефтебазы Мурманской области. Исходная численность бактерий составляла 10^7 кл/мл. Порядок ввода в очищаемую воду коагулянтов и бактерий для сравнения меняли. Контроль – вариант без внесения бактерий. Для интенсификации флокулообразования использовали в отдельных случаях анионные ПАВ при концентрации 20 мг/л. Остаточные концентрации ПАВ могут завывать содержание нефтепродуктов в очищаемой воде, т.к. под их содержанием принято понимать количество в воде неполярных и малополярных соединений, экстрагируемых четыреххлористым углеродом, гексаном или петролевым эфиром. Это дает суммарное содержание углеводородов независимо от их происхождения.

Проведенные исследования показали, что ввод ПАВ (олеат Na) и коагулянтов в водопроводную воду дает содержание углеводородов на уровне 150-200 мг/л. Введение бактерий незначительно (на 0.02 мг/л) увеличивало содержание органического углерода в воде.

Как было установлено, в растворе после суточного отстаивания сохраняется значительное количество бактерий. Отмечено, что оптимальное распределение бактерий между раствором и осадком происходит при введении бактерий **перед** добавлением коагулянта. В этом случае плотность бактерий в растворах составляла менее 0.001 млн кл/мл, а в осадке была на уровне 30-160 млн кл/мл. Причем более интенсивно процесс аккумуляции бактерий в осадке проходит при использовании железного купороса. При введении бактерий **после** коагулянта количество их в растворе и осадке составили соответственно 1.0-5.0 млн кл/мл и 7.7-30 млн кл/мл [9].

Увеличение содержания коагулянта мало влияло на распределение бактерий между раствором и осадком. Численность НОБ, используемых для очистки воды от нефтепродуктов, определяется степенью загрязнения сточной воды, но не должна быть менее $n \times 10^6 - 10^7$ клеток в 1 мл.

Модельные опыты с искусственно загрязненными водами позволили перейти к работе на сточных водах автохозяйства и нефтебазы. С этой целью в очищаемую сточную воду после грубой очистки вводили аборигенные НОБ, которые начинали взаимодействовать с коллоидными частицами нефти и нефтепродуктами. Затем подавался коагулянт для образования флокул, содержащих нефтепродукты и бактерии. Имобилизация бактерий флокулами происходила непосредственно в очищаемой воде. Нефть и нефтепродукты, входящие в состав флокул, способствовали аккумуляции ими бактерий. Полученные таким способом флокулы увеличивали свою сорбционную емкость по отношению к нефтепродуктам. Содержание нефтепродуктов в очищенной воде составляло 0.05 мг/мл, что соответствует ПДК рыбохозяйственных водоемов.

Имобилизация нефтеокисляющих бактерий флокулами, образованными при гидролизе неорганических коагулянтов (при pH=8), способствует очистке сточных вод от нефтепродуктов. Использование алюминийсодержащего коагулянта предпочтительнее железному купоросу из-за остаточных концентраций железа в очищенной воде, превышающих 0.3 мг/л. В то же время при использовании алюминийсодержащего коагулянта содержание Al_2O_3 в очищенной воде незначительно и составляет около 0.01 мг/л.

Получаемые флокулы могут быть отделены отстаиванием или флотацией. Площадь отстойника рассчитывается по скорости осаждения флокул. При использовании флотации для удаления флокул содержание нефтепродуктов может рассчитываться за вычетом остаточных концентраций ПАВ.

Разработанный комплексный метод способствует достижению ПДК по нефтепродуктам для рыбохозяйственных водоемов. Лучшие результаты достигаются при добавлении бактерий **перед** введением коагулянта. Численность нефтеокисляющих бактерий, используемых для очистки воды от нефтепродуктов, определяется степенью загрязнения сточной воды, но должна быть не менее $n \times 10^6 - 10^7$ клеток в 1 мл.

Таким образом, при разработке биотехнологических методов очистки природных и техногенных экосистем от загрязнений углеводородами определены периоды очищения почв высоких широт от ряда нефтепродуктов. Подобран ассортимент растений для выращивания на нефтезагрязненных почвах. Разработан и запатентован комбинированный способ очищения сточных вод, загрязненных углеводородами, на основе неорганических коагулянтов и аборигенных нефтеокисляющих бактерий [10].

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов CRDF (проект ANL 0227A-RU), РФФИ № 05-05-64004 и Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lehtomaki M., Niemela S. Improving microbial degradation of oil in soil // *Ambio*. 1975. 4. № 3. С. 126-129.
2. Kerry Elizabeth. Microorganisms colonizing plants and soil subjected to different degrees of human activity, including petroleum contamination, in the Vestfold Hills and MacRobertson Land, Antarctica // *Polar Biol*. 1990. 10. № 6. С. 423-430.
3. Капелькина Л.П., Малышкина Л.А. Технологические аспекты рекультивации нефтезагрязненных болотных почв // *Интеграл*. 2005. № 2 (22). С. 73-75.
4. Малышкина Л.А. Охрана природы и рациональное природопользование в ОАО «Сургутнефтегаз» // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2002. № 2. С. 4-8.
5. Маганов Р.У., Маркарова М.Ю., Муляк В.В., Загвоздкин В.К., Заикин И.А. Природоохранные работы на предприятиях нефтегазового комплекса // *Рекультивация загрязненных нефтью земель в Усинском районе Республики Коми*. Ч. I. Сыктывкар: Коми научный центр УрО РАН. 2006. 208 с.
6. Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Михайлова И.В. Способы биоремедиации почв Кольского Севера при загрязнении дизельным топливом // *Агрохимия*. 2009. № 6. С. 61-66.
7. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. М.: Наука. 1977. 355 с.
8. Патент РФ № 2104963, С16 С02 F 1/52. Способ очистки сточных вод // Гершенкоп А.Ш., Манькута Л.А., Ильченко Ю.В., приоритет от 02.08.95. Оpubл. БИ №5. 1998.
9. Гершенкоп А.Ш., Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П. Применение коагуляции и местных нефтеокисляющих бактерий для очистки сточных вод от нефтепродуктов // *Водоподготовка. Водоочистка. Водопотребление*. 2009. № 2. С. 36-39.
10. Патент РФ № 2323892. Способ очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов // Гершенкоп А.Ш., Евдокимова Г.А., Креймер Л.Л., Мозгова Н.П., приоритет от 13.07.06. Зарегистр. в Государ. реестре изобретений РФ 10 мая 2008.

Сведения об авторах

Евдокимова Галина Андреевна – д.б.н., профессор, зав. лабораторией, e-mail: galina@inep.ksc.ru

Гершенкоп Александр Шлемович – д.т.н., зам. директора института, e-mail: alex@goi.kolasc.net.ru

Мозгова Наталья Петровна – старший научный сотрудник, e-mail: masloboev@inep.ksc.ru

Мязин Владимир Александрович – аспирант, e-mail: myazin@inep.ksc.ru

Фокина Надежда Викторовна – к.б.н., научный сотрудник, e-mail: voronina@inep.ksc.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РОСТОВОЙ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

М.Н. Палатников, О.Б. Щербина, И.В. Бирюкова, Н.В. Сидоров, В.Т. Калинин
*Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им. И.В. Тананаева КНЦ РАН*

Аннотация

С помощью высокопроизводительного и гибкого анализатора изображения **Thixomet**[®] исследованы доменные структуры монокристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$, выращенных в различных (стационарных и сильно нестационарных) условиях, что позволило предложить режимы выращивания: а) легированных монокристаллов ниобата лития с регулярно неоднородным распределением примеси и с регулярной доменной структурой, период которой вдоль оси роста кристалла существенно возрастает по мере понижения уровня расплава и определяется соотношением скоростей вытягивания и вращения кристалла; б) легированных монокристаллов ниобата лития с регулярной доменной структурой, период которой вдоль оси роста кристалла не изменяется по мере понижения уровня расплава; в) легированных монокристаллов ниобата лития, характеризующихся отсутствием регулярной доменной структуры и достаточно однородным распределением примеси вдоль направления выращивания кристалла.

Ключевые слова:

монокристалл, легирование, регулярная доменная структура, ниобат лития.



Введение

В настоящее время представляет интерес создание интегральных элементов на основе активно-нелинейных одновременно выполняющих функции источника когерентного излучения и

нелинейно-оптического преобразователя частоты. Использование активно-нелинейных кристаллов с регулярной доменной структурой, в которых за счет подбора периода изменения нелинейных свойств возможно осуществление квазисинхронных процессов самопреобразования (самоудвоения, самоделения и самосложения) частоты, открывает новые возможности в генерации когерентного излучения в видимом и инфракрасном спектральном диапазоне. Поэтому исследование условий получения и изучение доменной структуры активно-нелинейных кристаллов ниобата лития с различным периодом регулярной доменной структуры (РДС), легированных элементами группы лантаноидов, приобретает особую актуальность.

С другой стороны, во многих случаях для устройств лазерной оптики и систем оптической связи необходимы легированные лантаноидами монокристаллы ниобата лития, характеризующиеся достаточно однородным распределением примеси вдоль направления выращивания кристалла. В этом случае встает прямо противоположная задача – получить монокристаллы без РДС, наличие которой предполагает неоднородное распределение легирующей добавки.

Регулярные доменные структуры с периодом от единиц до нескольких десятков микрон в кристаллах LiNbO_3 получают либо в процессе выращивания кристаллов, либо в процессе послеростовой обработки. В случае послеростовой обработки РДС в кристаллах ниобата лития формируется путем приложения реверсивного электрического поля [1], сканирования электронным пучком [2], методом лазерного нагрева [3] или методом, основанным на эффекте самопроизвольного обратного переключения [4]. Хотя эти методы позволяют создавать доменные структуры с периодами до 2-4 мкм, существенным их недостатком является невозможность получения объемных, толщиной свыше 0.5 мм, элементов с однородной РДС. Получение образцов с РДС большого объема возможно на основе вращательных полос роста в процессе выращивания кристаллов LiNbO_3 методом Чохральского, легированных редкоземельными и другими (как правило, трехвалентными) элементами, о чем сообщается в работах [5-10]. Примеси Y^{3+} , Nd^{3+} , Hf^{3+} [11], Dy^{3+} , Gd^{3+} имеют

большой ионный радиус, нескомпенсированный заряд и эффективный коэффициент распределения < 1 . Их неравномерное распределение в объеме кристалла в процессе выращивания создает соответствующий пространственный заряд и неравномерное внутреннее поле, ведущее к образованию доменов противоположной поляризации [5].

Экспериментальная часть

С целью изучения условий формирования регулярных доменных структур различного типа на установках «Кристалл-2» из платиновых тиглей методом Чохральского были выращены четыре серии кристаллов ниобата лития диаметром 38-42 mm и длиной цилиндрической части 60-70 mm, легированных Gd^{3+} (ионный радиус – 0.94Å). Кристаллы ниобата лития выращивались на затравках ориентации (0001) из шихты конгруэнтного состава ($Li/Nb=0.946$) и не подвергались процедуре монодоменизации. Легирующая примесь вводилась в тигель непосредственно перед наплавлением в виде особо чистого оксида гадолиния (Gd_2O_3). Технологические режимы выращивания различных серий монокристаллов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические режимы выращивания кристаллов ниобата лития, легированного Gd

Начальный осевой температурный градиент, °C/mm	Серия I	Серия II	Серия III	Серия IV
		6	6	4
Диаметр тигля, mm	100	100	100	80
Продолжительность выдержки расплава с перегревом, h	1	1-2	3	3-3.5
Температура перегрева расплава относительно температуры затравливания, °C	~20	~100	~100	~180
Продолжительность выдержки расплава перед затравливанием при температуре затравливания, h	0.5-1	1-2	2	3.5
Скорость вытягивания, mm/h	5-2.8 (монотонно снижаемая)	4	5-2.8 (монотонно снижаемая)	2.5-1.5-0.8 (монотонно снижаемая)
Скорость вращения, min ⁻¹	12-10 (монотонно снижаемая)	12	12-10 (монотонно снижаемая)	16-14 (монотонно снижаемая)
Режимы послеростового отжига	Охлаждение за 900 min до 0.7 мощности ВЧ-генератора, при которой происходил отрыв кристалла ($P_{отрыва}$), и далее за 180 min до 0	Охлаждение за 900 min до 0.7 $P_{отрыва}$ и далее за 180 min до 0	Охлаждение за 900 min до 0.7 $P_{отрыва}$ и далее за 600 min до 0	Охлаждение за 900 min до 0.7 $P_{отрыва}$ и далее за 600 min до 0

Для каждой серии кристаллов процесс подготовки расплава перед затравливанием существенно отличался степенью перегрева относительно температуры затравливания ниобата лития и его продолжительностью (табл. 1). Так, расплав серии I получали на минимально возможной мощности, перегревали всего лишь на ~ 20°C по сравнению с температурой затравливания, и выдерживали при такой температуре около часа, затем сбрасывали мощность высокочастотного (ВЧ) нагрева под затравливание и выдерживали 30 мин перед затравливанием, что, по-видимому, недостаточно для гомогенизации расплава.

В конструкции теплового узла для серий I, II и III использовалась алундовая секторная керамика, что делало узел низкоинерционным, достаточно быстро реагирующим на любые изменения в режиме роста. В процессе выращивания серий I, II и III непрерывно менялась (плавно повышалась или плавно понижалась) мощность ВЧ-генератора с целью создания кратковременных периодических осцилляций температуры вблизи границы кристалл–расплав. Это приводило к мгновенным изменениям скорости роста и, как следствие, вариациям состава собственных компонентов, к изменениям концентрации легирующей примеси вдоль направления роста ($k_{\text{eff}}=f(v_{\text{роста}})\neq 1$; для Gd $k_{\text{eff}} < 1.0$) и формированию вращательных ростовых полос в кристалле, а стало быть, появлению периодических антипараллельных сегнетоэлектрических доменов.

Рост кристаллов серий I, II осуществлялся в условиях асимметричного теплового поля (положение затравки несоосно с положением теплового узла), большого осевого температурного градиента ($6^\circ\text{C}/\text{mm}$) на границе раздела фаз (это отчасти могло способствовать формированию доменной структуры) и при отсутствии изотермической зоны в области послеростового отжига (градиент температур $3^\circ\text{C}/\text{mm}$), и при $T > T_c$.

Для выращивания кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ серии III в условиях асимметричного теплового поля были экспериментально подобраны положение тигля в индукторе и расстояние между экраном и тиглем, обеспечивающие осевой температурный градиент на границе раздела фаз не более $4^\circ\text{C}/\text{mm}$. Кроме того, после получения расплава при минимально возможном значении мощности ВЧ-генератора и выдержки его в течение 1 ч, расплав перегревали приблизительно на 100°C и выдерживали при данной температуре еще 3 ч. Затем мощность ВЧ-генератора снижали до значения, при котором происходит затравливание и, с целью стабилизации свойств расплава, еще раз производили его выдержку в течение 2 ч до затравливания. Эта процедура позволила начать рост кристалла в более стабильных, прогнозируемых и легче управляемых изменением мощности ВЧ-генератора ростовых условиях. В процессе выращивания кристалла происходило плавное увеличение абсолютного значения мощности ВЧ-генератора вплоть до конца роста. При этом диаметр растущего кристалла уменьшился от 43 (вблизи конуса) до 38 mm к концу були.

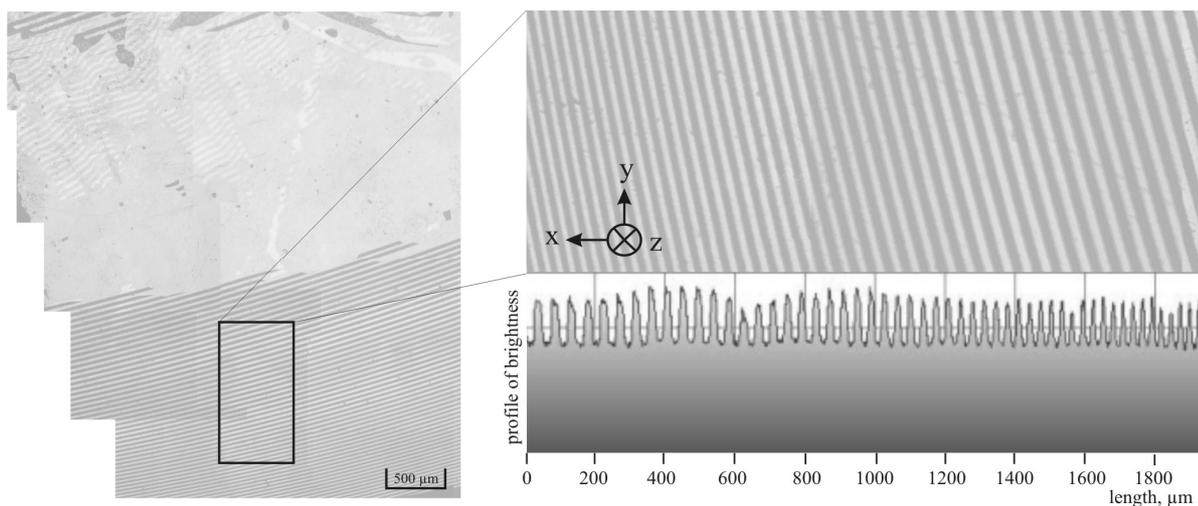
Кристаллы серии IV выращивались в принципиально отличных условиях и технологических режимах (табл. 1). Конструкция двухслойного теплового узла была разработана с учетом теплофизических характеристик используемой алундовой и циркониевой керамики, что позволило сделать его высокоинерционным, обеспечивающим малый осевой градиент температуры на границе раздела фаз – $2^\circ\text{C}/\text{mm}$ и протяженную изотермическую область с температурой 1205°C в зоне послеростового отжига кристалла. Процесс подготовки расплава перед затравливанием создавал условия для существенно более полной его гомогенизации, чем при выращивании кристаллов серий I и II. Стабильные ростовые условия, скорости вращения и перемещения, обеспечивающие плоский фронт кристаллизации, позволили получить кристалл серии IV хорошего оптического качества.

В дальнейшем для выявления доменной структуры полированные пластины, вырезанные из выращенных кристаллов в направлениях перпендикулярных и параллельных оси роста, подвергались избирательному травлению в смеси HNO_3 и HF в соотношении 2:1 при температуре 110°C в течение 6 мин, или при комнатной температуре в течение 24 ч.

Взаимно противоположное кристаллографическое направление доменов разного знака позволило при травлении получить четкую достоверную картину сегнетоэлектрической доменной структуры, характерную для кристаллов полученных серий.

Для изучения этих доменных структур впервые был применен высокопроизводительный и гибкий анализатор изображения **Thixomet**[®], созданный на основе современных аппаратных (Микроскоп фирмы «Karl Zeiss» – Axio Observer) и программных средств. С его помощью последовательной прецизионной склейкой «на лету» смежных полей зрения получены панорамы доменной структуры изучаемых кристаллов: пока предметный столик перемещается на соседнее поле зрения, предыдущее поле «пиксель в пиксель» стыкуется к полю, захваченному накануне. Так формируется панорамное изображение структуры сколь угодно большой площади, но с высоким разрешением и хорошей воспроизводимостью результатов.

Результаты и обсуждение

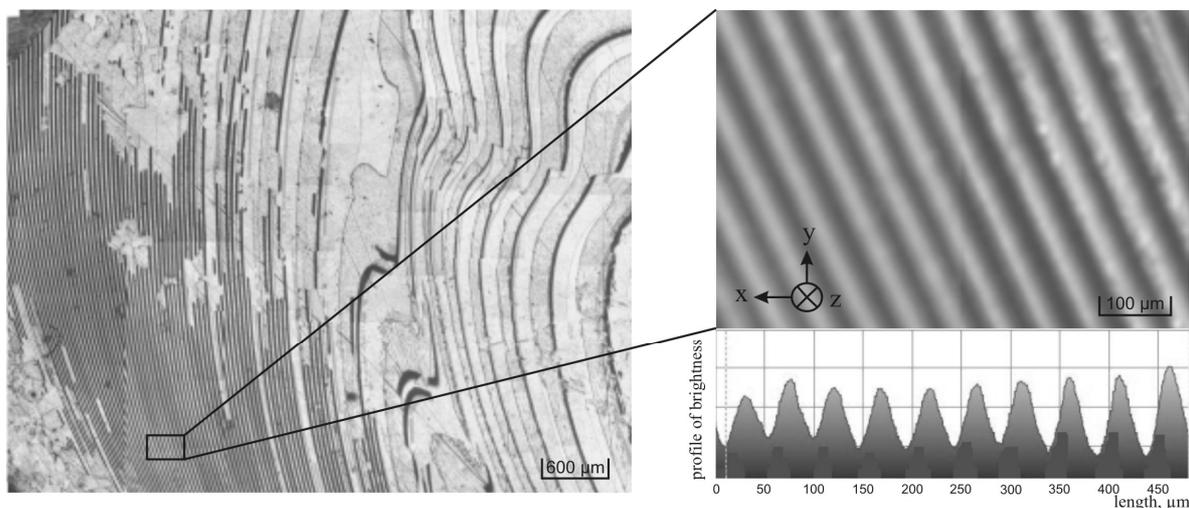


a – панорама

б – РДС на периферии пластины

Рис. 1. Ростовая доменная структура кристаллов ниобата лития серии I в плоскости, перпендикулярной оси роста ($\text{LiNbO}_3: \text{Gd} [\text{Gd}] = 0.44$ мас.

В центральной части пластин, вырезанных перпендикулярно оси роста из кристаллов серий I и II (рис. 1а и 2а соответственно), расположение доменов разного знака повторяет форму изотермы на границе раздела фаз. Форма изотермы определяется преобладанием то свободной, то вынужденной конвекции, возникающей в нестабильных ростовых условиях, и, соответственно, соотношением тепловых потоков от расплава, стенок тигля и экрана, теплотой, выделяемой при кристаллизации, и величиной теплоотводящего потока через кристалл.



a – панорама

б – РДС на периферии пластин

Рис. 2. Ростовая доменная структура кристаллов ниобата лития серии II, в плоскости, перпендикулярной оси роста ($\text{LiNbO}_3: \text{Gd} [\text{Gd}] = 0.26$ мас. %)

Границы этих доменов размыты и изрезаны. В то же время на периферии пластин есть участки с регулярной доменной структурой (рис. 1б и 2б), причем от центра пластин к краю период РДС Λ уменьшается для кристалла серии I от 23 до 14 μm на средней длине области РДС ~ 2 mm; для кристалла серии II от 46 до 38 μm на средней длине области РДС ~ 1.5 mm. Присутствие РДС в краевой части пластин, вырезанных перпендикулярно оси роста, характерно для всех кристаллов серий I и II, а значит закономерно. В данной геометрии и нестационарных условиях гравитационная конвекция вызывает неосесимметричные течения в расплаве, в результате чего в центре и на периферии толщина теплового (а так же концентрационного) пограничного слоя была различна, то есть кристаллы росли с неровной фазовой границей, наклоненной к направлению роста, причем угол наклона уменьшался на периферии к краю растущего кристалла. Чем меньше был угол наклона

фазовой границы и толщина пограничного слоя, тем быстрее кратковременные периодические осцилляции температуры вблизи границы кристалл–расплав приводили к изменениям скорости роста в пограничном слое и модуляции концентрации легирующей примеси (Gd^{3+}), и, как следствие, к формированию периодических регулярных доменных структур с периодом, уменьшающимся от центра к краю пластины.

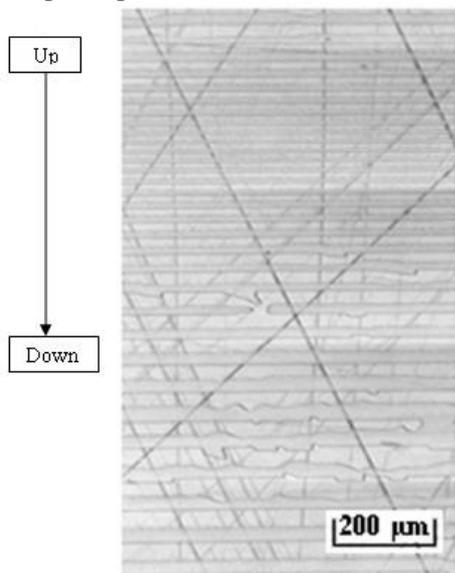


Рис. 3. Ростовая доменная структура, характерная для кристаллов ниобата лития серий I и II вдоль оси роста Z (образец $LiNbO_3: Gd [Gd]=0.44$ мас. %)

Доменная сегнетоэлектрическая структура вдоль оси роста z, присущая кристаллам серий I и II (рис. 3) имеет периодический характер. Период доменной структуры [5, 7] определяется отношением скорости вытягивания к скорости вращения ($\Lambda = V_{st}/V_{rot}$), так как появляющиеся полосы роста легирующей примеси имеют ширину, в точности равную приращению кристалла за один оборот. Однако в рассматриваемых ассиметричных, нестационарных условиях, когда непрерывно меняется мощность ВЧ-генератора, приращение будет неодинаковым в разные по температуре периоды вращения. Периоды реальной доменной структуры кристаллов серий I и II несколько отличаются от расчетных ($\Lambda_1=7-5 \mu m$ и $\Lambda_2=5,6 \mu m$) и варьируются по длине монокристалла. Домены на основе полос роста располагаются группами, разделенными промежутками от 80 до 200 μm . В пределах одной группы (0.5-1.5 mm) значения периодов доменной структуры практически не меняются, но от конуса к торцу кристалла, от группы к группе увеличиваются, что обусловлено в том числе и понижением уровня расплава в тигле (табл. 2).

Таблица 2

Статистика линейных измерений вдоль оси роста Z в кристалле $LiNbO_3: Gd [Gd]=0.44$ мас.% серии I

Участок измерений в mm от конуса	Длина РДС, μm (группа)	Средний период РДС Λ , μm	Стандартное отклонение	Доверительный интервал	Нестабильность периода (относительная точность), %
5	519	18	0.8	0.3	1.7
15	300	21	1.3	0.69	3.2
25	656	38	1.5	0.7	1.9
35	1071	89	2.8	1.6	1.8

Анализ доменной структуры кристаллов серий I и II позволил сделать следующий вывод: для формирования РДС в направлении оси Z в процессе выращивания ниобата лития ориентации (0001), необходимо поддерживать периодическое изменение конвективных потоков в расплаве. Это, по сути, создает периодические неоднородности распределения примеси за счет регулярного изменения скорости роста на границе раздела фаз. Осуществить это вероятнее всего в следующих технологических условиях:

- ассиметричное тепловое поле при наличии умеренного градиента над расплавом ($\sim 5-6^\circ C/mm$);
- низкоинерционный тепловой узел;
- подготовка расплава с перегревом и оптимальной выдержкой для исключения неконтролируемых градиентов концентраций примеси в расплаве;
- достаточно высокая начальная скорость вытягивания (на конусе) и более низкая, монотонно снижаемая скорость вытягивания при выращивании цилиндрической части кристалла, позволяющая компенсировать увеличение периода РДС к концу кристалла за счет понижения уровня расплава в тигле;
- постоянная скорость вращения при выращивании цилиндрической части кристалла;
- надежное управление мощностью ВЧ-генератора, обеспечивающее кратковременные периодические изменения температуры вблизи границы кристалл–расплав.

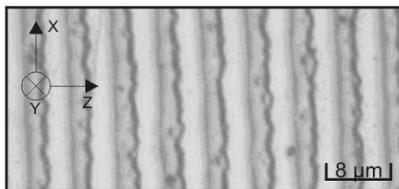


Рис. 4. Ростовая доменная структура кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ ($[\text{Gd}]=0.44$ мас. %) серии III вдоль оси роста Z

Предлагаемые принципы были применены при выращивании кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ $[\text{Gd}]=0.44\text{wt}\%$ серии III (табл. 1) с целью получения легированных монокристаллов ниобата лития с регулярной доменной структурой, период которой вдоль оси роста кристалла не изменяется по мере понижения уровня расплава. Тщательная и длительная подготовка расплава перед затравливанием, умеренный температурный градиент на границе раздела фаз ($4^\circ\text{C}/\text{mm}$) позволили проводить рост кристалла в более стабильных, прогнозируемых и легче управляемых изменением мощности ВЧ-генератора ростовых условиях. Плавное увеличение абсолютного значения мощности ВЧ-генератора в процессе роста кристалла (при этом диаметр растущего кристалла плавно уменьшался) компенсировало увеличение периода РДС по мере понижения уровня расплава.

В результате удалось получить кристалл с регулярной доменной структурой, период которой на всей длине кристалла почти не отличается от расчетного значения ($\Lambda=7\ \mu\text{m}$) и остается практически неизменным на протяжении десятков миллиметров вдоль оси роста кристалла, лишь немного возрастая вблизи торца кристалла ($c \sim 8$ до ~ 9.5 mm).

На всей площади образца присутствует РДС со стабильным периодом доменной структуры ($\Lambda \sim 8\ \mu\text{m}$), которая прерывается областями нерегулярных доменов одного знака (рис. 4). Результаты измерений периодов РДС кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ $[\text{Gd}]=0.44$ wt. % серии III представлены в таб. 3.

Таблица 3

Статистика линейных измерений вдоль оси роста Z в кристалле $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ $[\text{Gd}]=0.44$ мас. % серии III

Участок измерений, mm от конуса	Длина RDS, μm	Средний период RDS Λ , μm	Стандартное отклонение	Доверительный интервал	Нестабильность периода (относительная точность), %
10	510	7.84	0.45	0.11	1.42
20	513	7.86	0.5	0.19	2.49
27 (рис.4)	649	7.82	0.5	0.11	1.41
30	254	7.93	0.066	0.023	0.28
45	527	9.42	0.096	0.026	0.27



Рис. 5. Доменная структура кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ ($[\text{Gd}]=0.52$ мас. %) серии IV перпендикулярно оси роста

Характерные участки доменной структуры (рис. 5, 6) кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ серии IV, выращенного в принципиально отличных технологических условиях, демонстрируют отсутствие областей с РДС. Нерегулярные полосы роста в кристалле в плоскости перпендикулярной оси роста неясны, размыты и имеют скорее диффузный характер (рис. 5). Вдоль оси роста РДС также отсутствует (рис. 6). Это дает право предположить, что в данном случае технологические условия роста (табл. 1) приближены к стационарным условиям, в которых распределение легирующей

примеси происходит в соответствии с моделью Бартона-Прима-Слихтера с эффективным коэффициентом распределения $k_{\text{эфф}}$ [12]:

$$k_{\text{эфф}} = C_s / C_l = k_o / k_o + (1 - k_o) \exp(-R\delta / D), \text{ где}$$

C_s и C_l – концентрации примеси в кристалле и в расплаве соответственно, K_o – равновесный коэффициент распределения, R – скорость роста кристалла, δ – толщина диффузионного слоя, D – коэффициент диффузии.

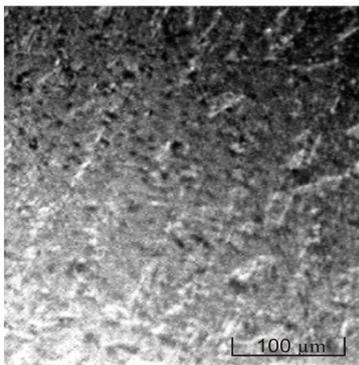


Рис. 6. Доменная структура кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$ ($[\text{Gd}]=0.52$ мас. %) серии IV вдоль оси роста

При $k_{\text{эф}}$ стремящемся к 1 в процессе роста, однородность легированных кристаллов повышается. Добиться этого можно, снижая влияние конвективных потоков, вызывающих колебания скорости кристаллизации, и обеспечивая стабильно плоский фронт на границе раздела фаз, что удалось при выращивании кристаллов серии IV за счет:

- подготовки расплава с перегревом около 180°C , обеспечивающей его большую гомогенизацию;
- обеспечения осевой симметричности теплового поля;
- обеспечения совпадения оси симметрии распределения температуры в тигле и оси вращения кристалла;
- постоянства тепловых условий в течение всего процесса выращивания кристалла;
- задание большей скорости вытягивания в начале процесса роста, что позволяет сократить длину переходной области кристалла, и дальнейшее снижение скорости вытягивания с целью компенсации увеличения концентрации примеси в расплаве.

Выводы

Исследование доменной структуры кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{Gd}$, выращенных в различных условиях, позволило сформулировать принципы и предложить ориентировочные технологические условия выращивания:

а) легированных монокристаллов ниобата лития, выращенных вдоль кристаллографического направления Z в существенно нестационарных тепловых условиях, с искусственно введенными дефектами в виде регулярного неоднородного распределения примеси и, соответственно, с регулярной доменной структурой (в том числе и со стабильным периодом доменной структуры вдоль оси роста кристалла), шаг которой определяется соотношением скоростей вытягивания и вращения кристалла;

б) легированных монокристаллов ниобата лития, выращенных вдоль кристаллографического направления Z в стационарных тепловых условиях, приводящих к достаточно однородному распределению примеси вдоль направления выращивания кристалла.

Работа поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований № 05-03-32302-а, 05-02-16224-а, 06-03-32120-а, 07-03-12022-офи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов В.В., Блистанов А.А., Сорокин Н.Г., Чижиков С.И. Формирование регулярной доменной структуры в сегнетоэлектриках LiNbO_3 и LiTaO_3 вблизи фазового перехода // Кристаллография. 1985. Т. 30. Вып. 4. С. 734-738.
2. Ito H., Takyu C., Inaba H. Fabrication of periodic domain grating in LiNbO_3 by electron beam writing for application of nonlinear optical processes // Electron. Letts. 1991. Vol. 27. № 14. P. 1221.
3. Magel G.A., Fejer M.M., Byer R.L. Quasi-phase matched second-harmonic generation of blue light in periodically poled LiNbO_3 // Appl. Phys. Lett. 1990. Vol. 56. № 2. P. 108.
4. Шур В.Я., Румянцев Е.Л., Бачко Р.Г., Миллер Г.Д., Фейер М.М., Байер Р.Л. Кинетика доменов при создании периодической доменной структуры в ниобате лития // ФТТ. 1999. Т. 41. Вып. 10. С. 1831-1837.
5. Наумова И.И. Выращивание легированных Y, Dy, Nd и Mg монокристаллов ниобата лития с регулярной доменной структурой // Кристаллография. 1994. Т. 39. № 6. С. 1119-1122.
6. Наумова И.И., Глико О.А. Монокристаллы LiNbO_3 с периодической модуляцией доменной структуры // Кристаллография. 1996. Т. 41. № 4. С. 749-750.
7. Naumova I.I., Evlanova N.F., Gilko O.A., Lavrishchev N.V. Study of periodically poled Czochralski-grown Nd: Mg: LiNbO_3 by chemical etching and X-ray microanalysis // J. Cryst. Growth. 1997. Vol. 181. P. 160-164.
8. Bermudez V., Serrano M.D., Dieguez E. Bulk periodic poled lithium niobate crystals doped with Er and Yb // J. Cryst. Growth. 1999. Vol. 200. № 1-2. P. 185-190.
9. Bermudez V., Caccavale F., Sada C., Segato F., Dieguez E. Etching effect on periodic domain structures of lithium niobate crystals // J. Cryst. Growth, 1998. Vol. 191. № 3.
10. Евланова Н.Ф., Наумова И.И., Чаплина Т.О., Лаврищев С.В., Блохин С.А. Периодическая доменная структура в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{Y}$, выращиваемого методом Чохральского // ФТТ. 2000. Т. 42. Вып. 9. С. 1678.
11. Callejo D., Bermudez V., Dieguez E. Influence of Hf ions in the formation of periodically poled lithium niobate structures // J. Phys. Condens. Matter Vol. 13. 2001. P. 1337-1342.
12. Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплава. Конвекция и неоднородности: пер. с англ. / под ред. В.И. Полежаева. М.: Мир, 1991, 149 с.

Сведения об авторах

Палатников Михаил Николаевич – к.х.н., зав. сектором, e-mail: palat_mn@chemy.kolasc.net.ru

Щербина Ольга Борисовна – научный сотрудник, e-mail: shcerbina@chemy.kolasc.net.ru

Бирюкова Ирина Викторовна – к.т.н., ст. научный сотрудник, e-mail: palat_mn@chemy.kolasc.net.ru

Сидоров Николай Васильевич – д.ф.-м.н., зав. сектором, e-mail: sidorov@chemy.kolasc.net.ru

Калинников Владимир Трофимович – д.х.н., академик, директор института, e-mail: office@chemy.kolasc.net.ru

ИЗУЧЕННОСТЬ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.Г. Исаева, Ю.Р. Химич

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН

Аннотация

На основе опубликованного материала и данных, полученных в полевых условиях, дан анализ изученности видового состава афиллофороидных грибов Мурманской области. Зафиксировано свыше 300 видов, принадлежащих к 50 семействам и 128 родам. Выявлены грибы-индикаторы в старовозрастных еловых и сосновых лесах. Приведены данные по редким видам.

Ключевые слова:

афиллофороидные грибы, биоразнообразие, Мурманская область.



Изучение и сохранение биоразнообразия было и остается приоритетным направлением многих научных исследований. Грибы Мурманской области изучены недостаточно по сравнению с сосудистыми растениями, мохообразными и лишайниками. Учитывая продолжающееся антропогенное воздействие на лесные экосистемы региона, приводящее к сокращению видов и их местообитаний, исследование основных компонентов является весьма актуальной задачей.

К группе афиллофороидных базидиомицетов относятся грибы, ранее объединяемые в порядок *Aphyllphorales*. Количество порядков, семейств и родов, составляющих данную группу, различно во многих таксономических системах [1]. К афиллофоровым грибам в основном относятся сапротрофы, обитающие на мертвой древесине, паразиты – на живых деревьях, гумусовые сапротрофы и небольшая группа – напочвенные микоризные симбиотрофы. Афиллофороидные грибы представляют одну из важнейших структур леса, участвующую в многогранных консортивных взаимоотношениях со всеми живыми и неживыми организмами биогеоценозов, играющую ведущую роль в редукации древесины [2-3]. Существуют различные точки зрения на положение грибов в биогеоценозе. В настоящее время некоторые исследователи выделяют сообщество грибов как микоценоз – самостоятельную, но не автономную структуру, неразрывно связанную с другими ценозами: геоценозом, фитоценозом, зооценозом [4]. Функционирование дереворазрушающих грибов тесно связано с существованием лесных биоценозов. Можно выделить два основных положения этих взаимосвязей: во-первых, структура микоценоза непосредственно связана со структурным строением биогеоценоза. Для сложного биогеоценоза характерно богатство и разнообразие микоценоза. Во-вторых, грибная биота – структурный элемент лесного сообщества, который обладает морфологическим, экологическим и функциональным строением и формируется вместе с фитоценозом по определенным законам совместной динамики развития [4].

Первым исследователем микобиоты в Русской Лапландии был П.А. Карстен, в 1861 г. его экспедиция охватывала путь от Княжьей губы через Кандалакшу и Оленегорск по реке Кола до территорий современного Мурманска [5]. В 1930-е гг. в западной части области (Куусамо) проводились исследования финским микологом М. Лаурилла [6], позже видовой состав афиллофоровых грибов этого района был пополнен сборами М. Кауконен [7]. Находки томентелловых грибов того периода отражены в работе U. Kõljalg [8]. В фондах гербария Ботанического музея университета г. Хельсинки (Финляндия) хранится около 270 образцов афиллофороидных грибов, собранных в разные годы финскими микологами на территории Мурманской области. Некоторые материалы этих коллекций представлены в публикации В.М. Котковой [9].

Русскими учеными изучение микофлоры Мурманской области и прилегающих к ней районов республики Карелия было начато в 1920-х гг. Обследование включало участки вдоль полотна Мурманской железной дороги (примерно от ст. Кандалакша до ст. Кола), большая часть сборов выполнена в лесных массивах возле Хибин и по берегу оз. Имандра [10]. Этими исследованиями было выявлено 12 видов афиллофороидных грибов, общий список, собранных М.М. Головиным грибов, включал 29 видов. В 1937 г. на территории Полярной опытной станции в Мурманской области обнаружили 65 видов фитопатогенных грибов преимущественно на культурных растениях [11].

Стационарное изучение грибной флоры Мурманской области начато в конце 1940-х – начале 1950-х гг. С созданием в 1947 г. лаборатории фитопатологии в Полярно-альпийском ботаническом саду начато исследование грибов Хибинского горного массива. Исследованиями выявлено 385 видов, в том числе 24 вида грибов порядка *Aphyllophorales* [12]. Микофлору Чуна-тундры в 1950-х гг. изучала сотрудница Лапландского государственного природного заповедника Н.М. Пушкина. Список собранных ею грибов не был опубликован и сохранился только в виде рукописи, где среди приведенного списка грибов отмечено 19 видов афиллофоровых. В 1964-1965 гг. К.А. Пыстина, Т.В. Павлова и Ю.С. Шестакова проводили работу по изучению сумчатых, базидиальных и несовершенных грибов островов Кандалакшского государственного природного заповедника [13]. Исследовали сосновые и еловые леса, безлесные береговые ценозы на заповедных островах Северного архипелага и о. Великий. Всего было выявлено 385 видов грибов, из которых примерно 50 видов порядка *Aphyllophorales*. Наибольшее количество трутовиков было найдено в еловых ассоциациях и сосняках черничных и сфагновых, где много валежной древесины. Позже был опубликован список особо охраняемых видов, в том числе и 7 видов афиллофороидных грибов, отмеченных в Кандалакшском заповеднике [14]. В середине 1980-х гг. начата работа по инвентаризации микофлоры в Лапландском заповеднике. Некоторые результаты были опубликованы, другие сохранились только в виде отчетов. По данным Н.Г. Берлиной, список грибов порядка *Aphyllophorales* включал 28 видов из 21 рода. Исследования на территории Лапландского заповедника продолжаются, имеющиеся сведения по афиллофоровым грибам приведены в работах Исаевой Л.Г. и Берлиной Н.Г. [15-16]. В результате обобщения данных по изучению видового состава афиллофороидных грибов на территории Лапландского государственного биосферного заповедника известно 68 видов из 17 семейств и 46 родов [16]. Распределение видов по семействам следующее: *Coriolaceae* (39%), *Hymenochaetaceae* (15%), *Telephoraceae* (8%), *Merulaceae* (6%), *Clavariadelphaceae*, *Stereaceae* и *Polyporaceae* (по 5%), остальные семейства (*Scutigeraeae*, *Clavariaceae*, *Peniophoraceae*, *Clavulinaceae*, *Cantharellaceae*, *Ramariaceae*, *Coniophoraceae*, *Hydnaceae*, *Hericiaceae*, *Bankeraceae*) составляют от 1 до 3%. Среди отмеченных видов 8% составляют микоризные грибы, 18% – сапротрофы подстилочные, 74% – паразиты и ксилотрофы. К листовым породам (в основном березе) приурочено 53% афиллофоровых видов грибов, к хвойным (ель, сосна) – 47%.

Наиболее полным обзором по грибам Мурманской области до последнего времени остается работа В.И. Шубина и В.И. Крутова [17], в которой приводится список, включающий примерно 80 видов афиллофоровых грибов. Некоторая отрывочная информация по афиллофороидным грибам приводится в обзоре по грибам Российской Арктики [18]. В работе М.А. Бондарцевой и В.М. Котковой [19] по биоте афиллофороидных грибов в таежных экосистемах северо-запада России упоминается о том, что на территории Мурманской области зарегистрировано 143 вида. Изучение группы клавариоидных грибов в 1998 г. выполнено А.Г. Ширяевым [20] в высокоширотных районах Мурманской области, затрагивающих лесотундру и южную тундру. В ходе исследования выявлено 56 видов (55 в лесотундре и 30 в южной тундре). Два вида (*Mucronella flava*, *Ramaria testaceoflava*) впервые отмечены в лесотундровой зоне России.

С конца 1990-х гг. сотрудниками Института проблем промышленной экологии Севера проводится детальное исследование афиллофороидных грибов Мурманской области [21-22]. В период 2006-2009 гг. осуществлялись исследования по разнообразию дереворазрушающих грибов, характерных для различных фаз сукцессии, в девственных и эксплуатационных еловых лесах. Были обследованы еловые леса с разной давностью пожара (на территории заказника «Лапландский лес» в районе р. Кацким, в верховьях р. Цага и др.). Многие находки на пирогенных территориях дополнили список видов афиллофороидных грибов и расширили информацию по распространению их на территории области. Выявлена определенная динамика разнообразия дереворазрушающих грибов в ходе процесса пирогенной сукцессии [23-24].

В 2008 и 2009 годах проводились исследования на территории государственного природного заповедника «Пасвик» и его окрестностей, в итоге было обнаружено 88 видов из 33 семейств и 55 родов афиллофоровых грибов, списки видов представлены в отчетах [25-26]. Самые многочисленные по видам семейства – *Fomitopsidaceae* (9), *Phellinaceae* (8), *Coriolaceae* (5), *Phaeolaceae* (5), *Schizophylaceae* (5). Большинство семейств представлено 1-2 видами.

Некоторые результаты исследований афиллофороидных грибов Мурманской области, где отмечалось около 212 видов, были опубликованы ранее [24, 27]. На данный момент на основе опубликованных материалов и собственных сборов в виде гербарных образцов обобщенный список

содержит свыше 300 видов афиллофороидных грибов, принадлежащих 50 семействам и 128 родам [28]. В качестве наиболее многочисленных можно выделить следующие семейства: *Chaetoporellaceae* (21), *Typhulaceae* (19), *Clavariaceae* (17), *Coriolaceae* (14), *Fomitopsidaceae* (15), *Phaeolaceae* (15), *Ramariaceae* (14), *Phellinaceae* (13), *Schizophyllaceae* (13), *Polyporaceae* (13). В Мурманской области богатством и количеством видов афиллофороидных грибов отличаются еловые леса [23]. Распределение афиллофороидных грибов по приуроченности к субстрату показано на рис. 1.

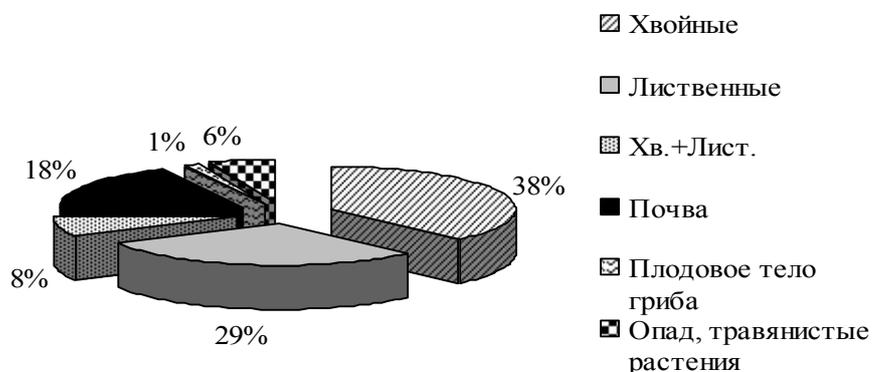


Рис. 1. Приуроченность афиллофороидных грибов к субстрату

Для некоторых видов дереворазрушающих грибов имеют особую важность низкая освещенность и влажный микроклимат старовозрастного леса. Данные виды в основном приспособлены к субстрату большого диаметра на поздних стадиях разложения. Отсутствие подходящего субстрата в нарушенных, эксплуатационных лесах ведет к отсутствию таких видов. Финскими микологами [29] предложены дереворазрушающие грибы для оценки нарушенности еловых и сосновых лесов при помощи набора индикаторных видов. Видовой состав дереворазрушающих видов грибов выявляет историю насаждения, то есть длительность его естественного развития в конкретном месте. Обилие трутовых грибов и количество редких видов старовозрастного леса позволяет утверждать, что данный фитоценоз представляет большой интерес и заслуживает охраны. Нами выявлены афиллофороидные грибы-индикаторы в старовозрастных и девственных лесах Мурманской области. В еловых лесах обнаружено 22 вида: *Antrodiella citrinella* Niemelä & Ryvarden, *Asterodon ferruginosus* Pat., *Amylocistis lapponica* (Romell) Singer, *Crustoderma dryinum* (Berk. & M.A. Curtis) Parmasto, *Diplomitoporus crustulinus* (Bres.) Domanski, *Diplomitoporus lenis* (P. Karst) Gilb & Ryvarden, *Fomitopsis rosea* (Alb. & Schwein.: Fr.) P. Karst., *Fuscoporia viticola* (Schwein.: Fr.) Murrill, *Laurilia sulcata* (Burt) Pouzar, *Leptoporus mollis* (Pers.: Fr.) Pilát, *Onnia leporine* (Fr.) H. Jahn, *Perenniporia subacida* (Peck) Donk, *Porodaedalea chrysoloma* (Fr.) Donk., *Phellinus nigrolimitatus* (Romell) Bourdot & Galzin, *Phellinus lundellii* Niemelä, *Phellinidium ferrugineofuscum* (P. Karst.) Fiason & Niemelä, *Phlebia centrifuga* P. Karst., *Pycnoporellus fulgens* (Fr.) Donk, *Postia placenta* (Fr.) M.J. Larsen & Lombard, *Sceletocutis odora* (Sacc.) Ginns, *Sceletocutis stellae* (Pilát) Domanski, *Steccherinum collabens* (Fr.) Vesterholt. Индикаторами сосновых лесов являются 7 видов: *Antrodia albobrunnea* (Romell) Ryvarden, *Chaetodermella luna* (Rome Ilex Rogers & H. S. Jacks.) Rauschert, *Dichomitus squalens* (P. Karst.) D. A. Reid., *Phellinus nigrolimitatus* (Romell) Bourdot & Galzin, *Porodaedalea pini* (Brot.: Fr.) Murrill, *Gloeophyllum protractum* (Fr.) Imaz., *Postia lateritia* Renvall.

В Красную книгу Мурманской области [30] включено 4 вида афиллофороидных грибов с категорией редкие виды: *Cantharellus cibarius* Fr., *Clavariadelphus pistillaris* (L.: Fr.) Donk, *Clavariadelphus truncatus* (Quél.) Donk, *Hericium coralloides* (Scop.: Fr.) Pers. Обсуждаются виды и новые находки афиллофороидных грибов для включения в новое издание Красной книги региона.

Афиллофороидные грибы как важный компонент лесных экосистем, участвующий в круговороте веществ, требует дальнейшего изучения как в плане общего биоразнообразия, так и в системе сукцессионных процессов фитоценоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гарибова Л.В.* Обзор и анализ современных систем грибов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. 28 с.
2. *Мухин В.А.* Роль базидиальных дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах // Лесоведение. 1981. № 1. С. 46-53.
3. *Рупачек В.* Биология дереворазрушающих грибов. М.: Лесная промышленность. 1967. 276 с.
4. *Стороженко В.Г., Бондарцева В.А., Соловьев В.А., Крутов В.И.* Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. М.: Наука, 1992. 221 с.
5. *Karsten P.A.* Enumeratio Fungorum et Myxomycotum in Lapponia orientali aestate 1861 lectorum (impr. 1866) // Not. Sällsk. Fauna et Flora Fennica Förhandl. 1882. Bd. 8, H. 5. S. 193-224.
6. *Laurila M.* Basidiomycetes novi rarioresque in Fennia collecti // Ann. Bot. Soc. Vanamo, 1939. Vol. 10 (4). P. 1-24.
7. *Kaukonen M.* Fungi of the former Kutsa Nature Reserve // Oulanka Reports. 1996, Vol. 16. P. 69-72.
8. *Kõljalg U.* Tomentella (Basidiomycota) and related genera in Temperate Eurasia. Oslo.: Fungiflora, 1996. 213 p.
9. *Коткова В.М.* К микобиоте Мурманской области // Новости систематики низших растений. 2007. Т. 41. С. 127-132.
10. *Ванин С.И.* К микологической флоре Мурманска // Сб. Защита растений от вредителей. 1927. Т. 4, № 4-5. С. 770-772.
11. *Гутнер Л.С., Хохлаков М.К.* Материалы по болезням культурных растений Кольского полуострова // Вестник защиты растений. 1940. № 1-2. С. 20-24.
12. *Неофитова В.К.* Обзор микофлоры Хибинских гор // Флора и растительность Мурманской области. Л.: Наука (Ленинградское отделение), 1972. С. 62-72.
13. *Пыстина К.А., Павлова Т.В., Шестакова Ю.С.* К микофлоре заповедных островов Канда拉克ского залива (сумчатые, базидиальные и несовершенные грибы) // Труды Канда拉克ского государственного заповедника. Вып. VII. Ботанические исследования. Мурманск: Книжное изд-во, 1969. С. 190-227.
14. *Корякин А.С., Москвичева Л.А., ШUTOVA E.B.* Особо охраняемые виды в Канда拉克ском заповеднике // Рациональное использование прибрежной зоны северных морей: матер. докл. VI-VII Международных семинаров Ч. 1. СПб., 2004. С. 48-90.
15. *Исаева Л.Г., Берлина Н.Г.* К флоре и экологии афиллофоровых грибов Лапландского заповедника // Экология и плодоношение макромицетов-симбиотрофов древесных растений: тез. докл. Всесоюз. совещ. Петрозаводск, 1992. С. 33-34.
16. *Исаева Л.Г., Берлина Н.Г.* Афиллофоровые грибы Лапландского биосферного заповедника // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: матер. V Междунар. конференц. / под ред. В.Г. Стороженко и Н.Н. Селочник. М., 2002. С. 112-117.
17. *Шубин В.И., Крутов В.И.* Грибы Карелии и Мурманской области (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 107 с.
18. *Каратыгин И.В., Нездойминого Э.Л., Новожилов Ю.К., Журбенко М.П.* Грибы Российской Арктики. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской государственной химико-фармацевтической академии, 1999. 212 с.
19. *Бондарцева М.А., Коткова В.М.* Исследования по биоте афиллофороидных грибов в таежных экосистемах Северо-Запада России // Лесобиологические исследования на северо-западе таежной зоны России: итоги и перспективы. Матер. науч. конф. Петрозаводск: Изд. КарНЦ РАН, 2007. С. 30-41.
20. *Ширяев А.Г.* Клавариоидные грибы тундровой и лесотундровой зон Кольского полуострова (Мурманская область) // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 134-149.
21. *Исаева Л.Г.* О видовом составе афиллофороидных грибов в старовозрастных лесах Кольского полуострова // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия растительного и животного мира Северной Фенноскандии и сопредельных территорий: докл. Междунар. конференц. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 46-51.
22. *Никонов В.В., Лукина Н.В., Безель В.С.* Рассеянные элементы в бореальных лесах / отв. ред. А.С. Исаев. М.: Наука, 2004. 616 с.
23. *Исаева Л.Г., Химич Ю.Р., Костина В.А.* Разнообразие еловых лесов и афиллофороидных грибов Мурманской области // Хвойные леса северных широт – от исследования к экологически ответственному лесному хозяйству. Kolari: METLA, 2009. С. 49-60.
24. *Isaeva L., Khimich J.* Murmanskin alueen käävälajistosta // Pohjoiset havumetsät – tutkimustuloksia ekologiseen metsänhoitoon. Kolari: METLA, 2008. P. 39-42.
25. Отчет по теме «Инвентаризация флоры и фауны наземных экосистем заповедника «Пасвик» и его окрестностей». Петрозаводск, 2009. 56 с. (Рукопись, фонд государственного природного заповедника «Пасвик»).
26. Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование видового состава афиллофоровых грибов на территории государственного природного заповедника «Пасвик». Апатиты, 2010. 12 с. (Рукопись, фонд государственного природного заповедника «Пасвик»).
27. *Химич Ю.Р., Исаева Л.Г.* Некоторые итоги исследований по видовому составу афиллофороидных грибов Мурманской области // Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований. Вологда, 2008. С. 265-267.
28. *Nordic Macromycetes Vol.3: heterobasidioid, aphylophoroid and gasteromycetoid Basidiomycetes / Hansen L., Knudsen H. eds.* Copengagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.
29. *Kotiranta H., Niemelä T.* Uhanalaiset käävät Suomessa. Helsinki.: Suomen ympäristökeskus Edita, 1993. 134 p.
30. Красная книга Мурманской области / Правительство Мурман. обл., Упр. пр. ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Мурман. обл.; Андреева В.Н. и др. Мурманск: Кн. изд-во, 2003. 400 с.

Сведения об авторах

Исаева Людмила Георгиевна – к.с.-х.н., доцент, зав. лабораторией, e-mail: isaeva@inep.ksc.ru

Химич Юлия Ростиславовна – младший научный сотрудник, e-mail: khimich@inep.ksc.ru

НАНОПОРИСТЫЕ ТИТАНОСИЛИКАТЫ: КРИСТАЛЛОХИМИЯ, УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ В ЩЕЛОЧНЫХ МАССИВАХ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИНТЕЗА

А.И. Николаев¹, Г.Ю. Иванюк², С.В. Кривовичев³, В.Н. Яковенчук²,
Я.А. Пахомовский², Л.Г. Герасимова¹, М.В. Маслова¹, Е.А. Селиванова²,
Д.В. Спиридонова⁴, Н.Г. Коноплева⁵

¹ЦНМ КНЦ РАН, ИХТРЭМС КНЦ РАН; ²ЦНМ КНЦ РАН, ГИ КНЦ РАН;

³ЦНМ КНЦ РАН, СПбГУ; ⁴СПбГУ; ⁵ЦНМ КНЦ РАН

Аннотация

Нанопористые титаносиликаты с ионообменными свойствами в настоящее время используются промышленностью для селективного извлечения радионуклидов Cs-137 и Sr-90 из холодных водных растворов, извлечения и концентрирования тяжелых и редких элементов и пр. Основные эффективно используемые в промышленности микро- и нанопористые титаносиликаты (ETS-4, IONSIV IE-911 и др.) являются синтетическими аналогами зорита и ситинакита, открытых в Хибинском и Ловозерском щелочных комплексах. В статье приведены данные о месте находок, морфологии природных выделений и кристаллической структуре ломоносовита, мурманита, зорита, чивруайита, ситинакита, минералов группы иванюкита (иванюкит-Na-T, иванюкит-Na-C, иванюкит-K и иванюкит-Cu), минералов ряда линтисит – пункаруайвит. Большинство природных нанопористых гетерокаркасных силикатов открыто в пределах крупнейшего в мире Хибинского массива щелочных пород на Кольском полуострове. В Кольском научном центре РАН в феврале 2010 г. создан Центр исследований природных и синтетических нано- и микропористых веществ (ЦНМ КНЦ РАН).

Ключевые слова:

нанопористые титаносиликаты, ломоносовит, мурманит, зорит, чивруайит, ситинакит, иванюкит, линтисит, пункаруайвит.

Введение

Интерес к микро- и нанопористым материалам с гетерокаркасными структурами связан с целым рядом проблем современной технологической цивилизации. Одной из них является проблема безопасного захоронения радиоактивных отходов. Важной стадией процесса переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ) является охлаждение тепловыделяющих сборок («твэлов») в водных бассейнах, располагающихся непосредственно на атомных электростанциях. При охлаждении вода обогащается радионуклидами Cs-137, Cd-113, Co-60, Mn-54 и Sr-90, содержащимися в ОЯТ. При переработке ОЯТ в рамках замкнутого ядерного цикла также образуется большое количество жидких радиоактивных отходов в виде растворов, обогащенных указанными радионуклидами, в связи с чем необходимы эффективные современные технологии, направленные на селективное извлечение ионов указанных металлов из водных сред.

Одно из возможных решений – использование нанопористых материалов с ионообменными свойствами, способных экстрагировать радиоактивные изотопы из водных растворов. Используемые в настоящее время смолы и полимерные материалы, к сожалению, не являются радиационно устойчивыми, что создает серьезные проблемы для их последующего захоронения. Использование цеолитов также не решает проблему, ввиду их чувствительности к pH раствора и, опять же, низкой радиационной устойчивости. Именно поэтому внимание ученых и технологов обращено к нанопористым титано- и ниобосиликатам, большое число которых встречается в природе как минеральные виды. Эти соединения обладают большей устойчивостью к радиации и изменению кислотно-основных свойств водных растворов по сравнению не только со смолами и полимерными материалами, но также с фосфатами и цеолитами. Кроме того, наличие у титано- и ниобосиликатов катиона с нететраэдрической координацией и, как правило, большего размера, чем тетраэдрически координированные Al^{3+} и Si^{4+} , обуславливает большее разнообразие топологических типов кристаллических структур, чем в цеолитах, и, как следствие, большую вариацию пористости и связанных с ней свойств.

В связи с этим направленный поиск и изучение новых титаносиликатов приобретают особую актуальность. Определение условий их формирования в природе позволяет подобрать оптимальные компоненты и параметры для синтеза их аналогов. Немаловажно и то, что размер и совершенство природных кристаллов делают возможным проведение уникальных монокристалльных исследований, недоступных при использовании синтетических материалов, обычно получаемых в виде микрозернистых порошков. А это, в свою очередь, позволяет оптимизировать синтез соответствующих соединений.

Интенсивное развитие технологий производства микропористых материалов с гетерокаркасными структурами выявило важность изучения минералов как природных прототипов таких материалов. Основные эффективно используемые в зарубежной (главным образом, американской) промышленности микро- и нанопористые титаносиликаты (ETS-4, IONSIV IE-911 и др.) [1-6] являются синтетическими аналогами зорита и ситинакита, открытых в Хибинском и Ловозерском щелочных комплексах сотрудником Геологического института КНЦ РАН Ю.П. Меньшиковым и его коллегами [7, 8]. Основное предназначение этих материалов – селективное извлечение радионуклидов Cs-137 и Sr-90 из холодных водных растворов. Из недавно открытых минералов в этом отношении перспективен кальциевый аналог зорита чивруайит [9, 10], но еще более – минералы группы иванюкита [11, 12] и их синтетические аналоги [6].

Другими направлениями использования титаносиликатов является извлечение и концентрирование тяжелых и редких элементов, мембранные технологии, изготовление элементов для оптоэлектроники и катализаторов для биосинтеза, создание новых минерально-органических и наноматериалов, новых типов литиевых аккумуляторов и др. Для первого из этих направлений особенно перспективны опять же гетерокаркасные титаносиликаты типа зорита-чивруайита, ситинакита и иванюкита [11], для наноматериаловедения – гетерофиллосиликаты из групп ломоносовита, лампрофиллита и астрофиллита [13], для электроники и катализа – литийсодержащие титаносиликаты ряда линтисит–пункаруайит.

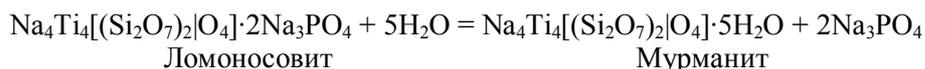
В данной статье мы остановимся на особенностях состава и кристаллической структуры, катионообменных свойствах и перспективах использования следующих титаносиликатов: ломоносовита, мурманита, ситинакита, минералов группы иванюкита, зорита-чивруайита и линтисита-пункаруайита. Кроме того, будут проанализированы основные закономерности размещения этих минералов в щелочных массивах с целью создания технологии направленного поиска таких соединений в природе.

Кристаллохимия и катионообменные свойства титаносиликатов

Ломоносовит и мурманит

Гетерофиллосиликаты ломоносовит $\text{Na}_4\text{Ti}_4[(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{O}_4]\cdot 2\text{Na}_3\text{PO}_4$ и мурманит $\text{Na}_4\text{Ti}_4[(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{O}_4]\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ имеют слоистую модулярную структуру, что определяет их способность к катионному обмену. Кроме того, эти минералы являются прекурсорами каркасных титаносиликатов в щелочных массивах. Хотя оба минерала открыты достаточно давно: мурманит – в 1890 г. [14], ломоносовит – в 1950 г. [15], только сейчас, в связи с развитием нанотехнологий, они становятся объектами все более пристального внимания [13].

По последним данным [16, 17], основу кристаллической структуры ломоносовита составляют трехслойные пакеты, в которых центральный слой составлен из TiO_6 - и NaO_6 -октаэдров, а краевые – из TiO_6 -октаэдров и Si_2O_7 -димеров, перемежающихся с $\text{Na}(\text{O},\text{OH})_8$ -полиэдрами (рис. 1). Между такими пакетами размещены двухслойные пакеты состава $2\text{Na}_3\text{PO}_4$. В кристаллической структуре мурманита вместо двухслойных пакетов Na_3PO_4 присутствуют молекулы воды, в связи с чем долгое время считалось, что мурманит может быть легко получен из ломоносовита посредством его гидратации:



Как оказалось, такое превращение ни в природе, ни в лаборатории не реализуемо [17, 18]: в сильнощелочной обстановке ломоносовит стабилен, а в слабощелочной и нейтральной он сначала переходит в беталомоносовит $\text{Na}_4\text{Ti}_4[(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4]\cdot \text{NaPO}_2(\text{OH})_2$, а затем аморфизуется без образования мурманита в качестве промежуточного продукта.

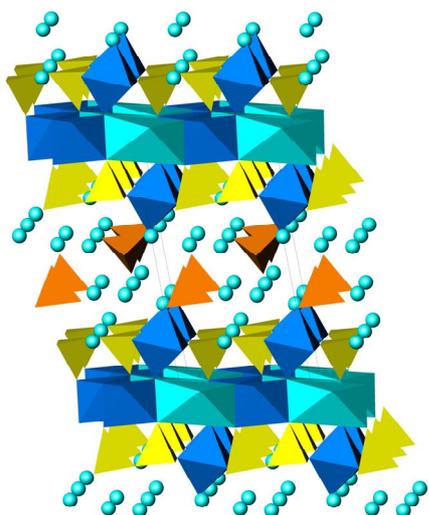


Рис. 1. Кристаллическая структура ломоносовита. Тетраэдры SiO_4 – желтые, тетраэдры PO_4 – оранжевые, полиэдры TiO_n ($n = 5, 6$) – синие, октаэдры $\text{Na}(\text{O}, \text{OH})_6$ – светло-голубые. Ионы натрия в пакете Na_3PO_4 изображены в виде светло-голубых шаров



Рис. 2. Кристаллы чивруайита в пустоте выщелачивания мурманита (долина р. Чивруай, Ловозерский массив). Ширина поля зрения 7 мм

Способность ломоносовита к катионному обмену определяется степенью замещения титана ниобием (зарядом трехслойного пакета) и щелочностью среды. В экспериментах с раствором KCl установлено, что в сильнощелочной среде обмен практически не происходит, тогда как в слабощелочной и нейтральной среде часть ионов натрия из трехслойных пакетов замещается ионами калия, а все группы Na_3PO_4 – водой, формируя небольшие участки состава $\text{NaKTi}_2\text{O}_2(\text{Si}_2\text{O}_7) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в бегаломоносовитовой матрице. Катионный обмен в мурманите практически не зависит от щелочности среды и всегда приводит к полному превращению этого минерала в рентгеноаморфное соединение состава $\text{NaKTi}_2\text{O}_2(\text{Si}_2\text{O}_7) \cdot \text{H}_2\text{O}$. По нашим данным, 100 г измельченного ломоносовита или мурманита способны поглотить (обменять на натрий) из водного раствора около 10 г калия.

Описанные превращения, по сути, имитируют начальную стадию преобразования гетерофиллосиликатов семейства ломоносовита в гетерокаркасные силикаты (зорит, чивруайит, ситинакит, минералы группы лабунцовита, кукисвумит, пункаруайит и др.), представляющие собой характерные продукты изменения мурманита или лампрофиллита слабощелочными низкотемпературными растворами (рис. 2).

Зорит и чивруайит

Зорит $\text{Na}_8[\text{Ti}_5\text{Si}_{12}\text{O}_{37}(\text{OH}_2)] \cdot 13\text{-}14\text{H}_2\text{O}$ является первым и наиболее известным нанопористым гетерокаркасным титаносиликатом, открытым на Кольском п-ове [7]. Он встречается в виде розеток удлиненно-пластинчатых розовых кристаллов, образовавшихся при изменении вуоннемита (еще один представитель семейства ломоносовита состава $\text{Na}_5\text{TiNb}_2[(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{O}_3\text{F}] \cdot 2\text{Na}_3\text{PO}_4$) в известной своим минеральным разнообразием эгирин-микроклин-натролитовой жиле «Юбилейная» (г. Карнасурт, Ловозерский массив). Синтетический аналог зорита ETS-4 (Engelhard Titano-Silicate-4) получен С.М. Кузницким в 1989 г. и запатентован фирмой «Engelhard Corporation» (США) в качестве ионообменника для ионов стронция и абсорбента для молекул воды, метана, азота

и других газов [19]. В 2006 г. одновременно в Хибинском и Ловозерском массивах нами открыт кальциевый аналог зорита – чивруайит $\text{Ca}_4[\text{Ti}_5\text{Si}_{12}\text{O}_{37}(\text{OH}_2)] \cdot 13\text{-}14\text{H}_2\text{O}$, который образует бесцветные (до бледно-розовых) длиннопризматические кристаллы до 1.5 мм в длину в пустотах измененных мурманита и астрофиллита $\text{K}_2\text{NaFe}_7[\text{Ti}_2\text{Si}_8\text{O}_{26}(\text{OH})_4\text{F}]$ [9] (рис. 2).

Основу кристаллической структуры зорита, ETS-4 и чивруайита составляет пористый каркас из тетраэдров SiO_4 , октаэдров TiO_6 и пирамид TiO_5 (рис. 3), в котором присутствует система параллельных каналов разного диаметра, занятых ионами Ca^{2+} , Na^+ , K^+ и молекулами воды [9, 20-21]. В природных минералах ряда зорит-чивруайит катионы K^+ располагаются в наиболее широких восьмигранных каналах с кристаллографическим свободным диаметром (КСД) 3.3 Å (позиция III на рис. 3; КСД рассчитывается как расстояние между ближайшими атомами кислорода поперек канала минус два радиуса атома кислорода (~ 2.7 Å)), а ионы Na^+ и Ca^{2+} – либо в каналах с диаметром 2.3 Å (рис. 3, позиция I), либо в стенках восьмигранных каналов (рис. 3, позиция II).

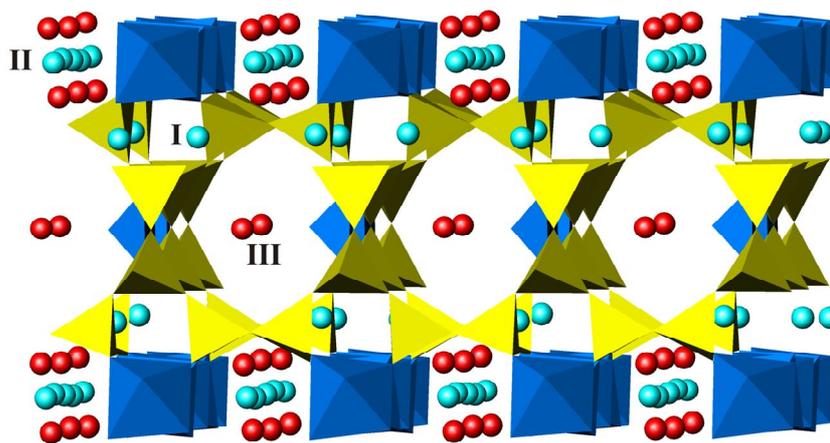


Рис. 3. Кристаллическая структура зорита.
Тетраэдры SiO_4 – желтые, полиэдры TiO_n ($n = 5, 6$) – синие. Молекулы воды и ионы натрия изображены в виде красных и светло-голубых шаров, соответственно

При катионном обмене атомы калия, кальция и натрия легко замещаются другими одно- и двухвалентными катионами, причем Pb^{2+} и Sr^{2+} занимают исключительно позицию I, Tl^+ и Rb^+ – позиции I и III, а Ag^+ и Cs^+ – все три катионные позиции [22-24]. Компенсация зарядов при замещении одновалентных катионов двухвалентными в позиции I происходит за счет декатионизации позиций II и III и реакций протонирования - депротонирования титаносиликатного каркаса. Емкость последнего в отношении практически всех перечисленных катионов существенно возрастает при переходе от кислых растворов к щелочным [24], так что 100 г измельченных зорита и чивруайита способны поглотить из холодных водных растворов до 10 г K, Rb и Sr, 25 г Cs, 40 г Ag и 50 г Tl.

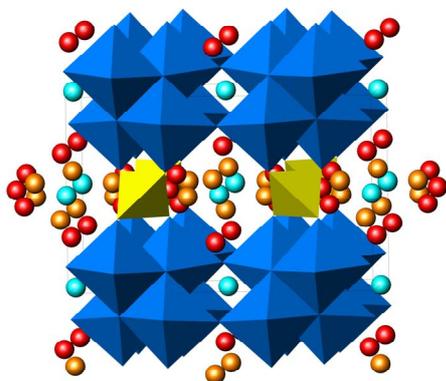


Рис. 4. Кристаллическая структура ситинакита. Тетраэдры SiO_4 – желтые, полиэдры TiO_6 – синие. Молекулы воды, ионы калия и натрия изображены в виде красных, оранжевых и светло-голубых шаров, соответственно

Rb, Cs, Tl и Sr ситинакит своего состава практически не меняет, и лишь при сравнительно высоких температурах порядка 100–150°C начинается катионный обмен.

Минералы группы иванюкита

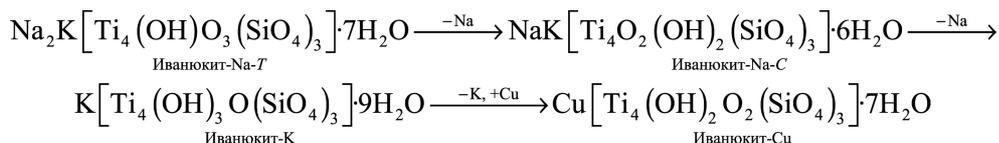
Все четыре известных на настоящий момент представителя группы иванюкита (иванюкит-Na-T, иванюкит-Na-C, иванюкит-K и иванюкит-Cu) открыты нами в 2009 г. в натролитизированном микроклино-эгирино-содалитовом пегматите в уртигах гор Коашва, Хибинский массив [12]. Эти минералы образуют мозаичные кубические кристаллы (до 1.5 мм в диаметре), нарастающие на стенки пустот или находящиеся в виде включений в натролите. По-видимому, иванюкит-Na-T

Ситинакит

Ситинакит $\text{KNa}_2[\text{Ti}_4\text{O}_5(\text{OH})(\text{SiO}_4)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ открыт Ю.П. Меньшиковым и его коллегами (1992) в ряде натролито-эгирино-микроклиновых жил гор Кукисвумчорр, Юкспорр и Коашва в виде коричневаторозовых до бесцветных короткопризматических кристаллов (до 2 мм в длину), нарастающих на стенки пустот или формирующих совместно с виноградитом и эгирином полные псевдоморфозы по неизвестному пластинчатому минералу (скорее всего, по мурманиту – Г.И.). Позднее ситинакит был встречен еще в нескольких натролитизированных содалито-микроклино-эгириновых гидротермалитах гор Коашва и Ньюоркпахк [25].

Кристаллическую структуру ситинакита (рис. 4) составляют вытянутые по с цепочки кубанитоподобных кластеров из TiO_6 -октаэдров, объединенные в единый каркас одиночными SiO_4 -тетраэдрами [26]. Вследствие такого строения, в ситинаките имеется единственная система широких (КСД около 2.3 Å) параллельных оси с каналов, которые заняты катионами Na^+ и K^+ и молекулами воды. В холодных водных растворах солей

является одним из продуктов изменения лампрофиллита, а все остальные члены группы образуются в результате частичной декатионизации иванюкита-Na-T и катионного обмена с растворами, обогащенными Cu в результате растворения халькопирита и джерфишерита:



Основу кристаллической структуры иванюкита-Na-T составляет титаносиликатный каркас фармакосидеритового типа (рис. 5), в котором кубанитовые группировки из четырех соединенных ребрами октаэдров $\text{Ti}(\text{O},\text{OH})_6$ объединяются посредством тетраэдров SiO_4 в пористый каркас с трехмерной системой каналов с КСД около 3.5 \AA [12]. Катионы калия и натрия располагаются внутри каналов упорядоченно, что обуславливает ромбоэдрическое искажение титаносиликатного каркаса вдоль одной из осей третьего порядка. В результате частичной декатионизации иванюкита-Na-T, которая начинается самопроизвольно в любом водном растворе с $\text{pH} \leq 10$, происходит релаксация каркаса и симметрия минерала повышается до кубической.

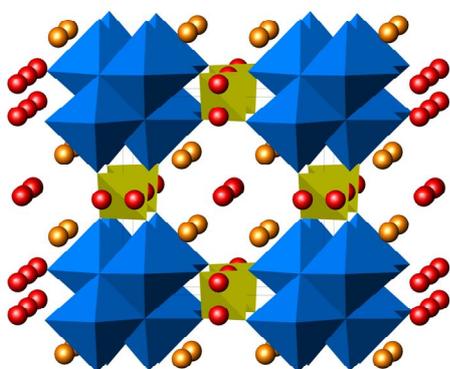


Рис. 5. Кристаллическая структура иванюкита. Тетраэдры SiO_4 – желтые, полиэдры TiO_6 – синие. Молекулы воды и ионы калия изображены в виде красных и оранжевых шаров, соответственно

Дальнейший катионный обмен происходит уже в иванюките-Na-C и приводит к замене сначала атомов Na, а затем и K на NH_4^+ , Cs^+ , Rb^+ , Tl^+ , Ag^+ , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Sr^{2+} и другие катионы. Эксперименты показали, что 100 г порошкообразного иванюкита способны поглотить из холодных водных растворов до 3 г Ni, 6 г Co, 10 г Sr, 30 г Rb, 40 г Cs и 60 г Tl. Катионный обмен на более крупные элементы сопровождается вытеснением из каналов не только катионов натрия и калия, но и молекул воды, так что Ag-, Cs- и Tl-замещенные формы иванюкита являются, во-первых, безводными, а во-вторых, намного более устойчивыми к повторной декатионизации и ионному обмену. Это обстоятельство, с учетом устойчивости титаносиликатного каркаса к воздействию сравнительно высоких температур и радиации, позволяет рассматривать иванюкиты в качестве перспективного материала не только для поглощения, но и для консервации Cs-137.

Помимо способности к катионному обмену, природно или искусственно декатионизированные иванюкит-Na-C и иванюкит-K легко абсорбируют молекулы аммиака, гидразина, тиомочевины, йодистого метилена и других органических и неорганических веществ, что открывает перспективы для их использования в качестве молекулярных сит.

Минералы ряда линтисит–пункрауайвит

Линтисит $\text{Na}_3\text{LiTi}_2[\text{Si}_4\text{O}_{14}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ открыт А.П. Хомяковым в 1990 г. в одной из уссингитовых жил горы Аллуайв (Ловозерский массив) в виде светло-желтых волокнистых псевдоморфоз по лоренцениту [27]. Отдельные уплощенно-игольчатые кристаллы линтисита достигали 5 мм в длину при толщине 0.5 мм. В 2010 г. одновременно в Ловозерском и Хибинском массивах нами открыт вакантный аналог линтисита – пункрауайвит $\text{LiTi}_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH})_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$ [28]. В Ловозерском массиве апомурманитовый пункрауайвит образует уплощенно-призматические кристаллы (до 3 мм в длину) в пустотах уссингито-эгирино-микроклинового пегматита горы Малый Пункрауайв, в Хибинском массиве – сноповидные агрегаты уплощенно-призматических кристаллов (до 4 мм в диаметре) в пустотах натролитито-микроклиновой жилы горы Эвеслогчорр (где, кстати, он ассоциирует с чивруайитом).

В основе кристаллической структуры линтисита и пункрауайвита лежит пористый каркас из связанных вершинами SiO_4 -тетраэдров и связанных ребрами TiO_6 -октаэдров, соединенных в единую постройку тетраэдрически координированными атомами лития (рис. 6). Крупные (КСД $\sim 3.9 \text{ \AA}$) каналы заняты либо ионами натрия и молекулами воды (в линтисите), либо только молекулами воды (в пункрауайвите). Таким образом, пункрауайвит является продуктом природной декатионизации

линтисита по схеме $\text{Na}^+ + \text{O}^{2-} \leftrightarrow (\text{OH})^-$.

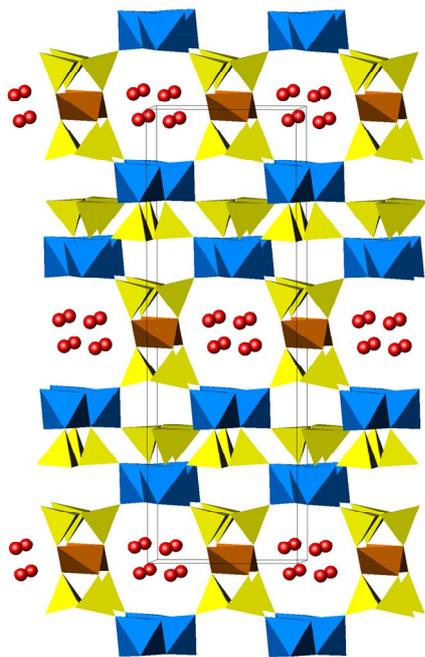


Рис. 6. Кристаллическая структура пункаруайвита. Тетраэдры SiO_4 – желтые, полиэдры TiO_6 – синие, тетраэдры LiO_4 – коричневые. Молекулы воды изображены в виде красных шаров

мегаблока (рис. 7). В плане Хибинский массив имеет форму овала с широтной осью длиной 45 км и меридиональной осью длиной 35 км. По данным сейсмо-, грави- и аэромагниторазведки [30] субвертикальный вблизи поверхности контакт нефелиновых сиенитов с вмещающими породами с глубиной выполаживается (более сильно на юге и западе, менее значительно на севере и востоке), в результате чего на глубине 10 км площадь массива составляет менее 50% от его площади на дневной поверхности.

Около 70% площади массива занимают монотонные по составу нефелиновые сиениты (фойяиты), разделенные на две примерно равные части зональным комплексом пород Главного кольца (27% от площади массива). В пределах Главного кольца определяющую роль играют фойдолиты (мельтейгиты–ийолиты–уртиты), высококалиевые (лейцитнормативные) пойкилитовые нефелиновые сиениты (рисчорриты) и менее распространенные малиньиты, титанито-нефелиновые, титанит-апатит-нефелиновые и апатит-нефелиновые породы. К этому же комплексу можно отнести и так называемые неравнозернистые нефелиновые сиениты (лявочорриты), переходные к рисчорритам по составу, текстурно-структурным признакам и геологической позиции. Фойдолиты заполняют конический разлом, в котором угол между осью и образующей изменяется от 50-70° вблизи поверхности до 10-40° на глубинах более 1 км. Рисчорриты и лявочорриты сформированы за счет гидротермально-метасоматической переработки фойяитов, покрывающих фойдолитовую интрузию [31], а апатит-нефелиновые и титанит-апатит-нефелиновые породы формируют линзовидные залежи в апикальных частях фойдолитовой толщи и связаны с ней постепенными переходами.

Мелкозернистые щелочные и нефелиновые сиениты с реликтами ороговикованных и фенитизированных вулканогенно-осадочных пород трапповой формации (3% от площади всего массива) сосредоточены в пределах трех (полу)кольцевых зон: по краю массива, по периферии Главного кольца и в пределах так называемого Малого полукольца (рис. 7). Завершают интрузивную стадию становления массива жильные тела микрофойяитов и микройолитов, пространственно приуроченные к соответствующим интрузивным комплексам, а также дайки фонолитов, (мел)нефелинитов и щелочно-полевошпатовых трахитов, трубки взрыва с мончикито-карбонатитовым цементом наполняющих их брекчий и штокверк карбонатитовых жил, приуроченные к зоне Главного кольца.

Особого внимания заслуживает промежуточная по составу между линтиситом и пункаруайвитом фаза $\text{Na}_{1.5}\text{LiTi}_2[\text{Si}_4\text{O}_{12.5}(\text{OH})_{1.5}]\cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$, сноповидные агрегаты уплощенно-призматических кристаллов которой (до 5 мм в длину) обнаружены нами в уссингито-содалито-микроклиновой жиле горы Аллуайв в Ловозерском массиве [28]. Ее кристаллическая структура отличается от структуры линтисита-пункаруайвита тем, что литий находится уже не в тетраэдрической, а в октаэдрической координации.

По-видимому, катионообменные свойства минералов рассматриваемого ряда возрастают от линтисита к пункаруайвиту, хотя и не достигают уровня зорита-чивруайта и иванюкита. В данном случае прикладной интерес представляют не эти свойства, а само присутствие лития в составе титаносиликатного каркаса, предопределяющее каталитические свойства рассматриваемых веществ.

Где же искать нанопористые титаносиликаты?

Большинство нанопористых гетерокаркасных силикатов открыто в Хибинском массиве, поэтому и обсуждение закономерностей их локализации в щелочных комплексах уместно провести на его примере.

Крупнейший в мире Хибинский щелочной массив площадью около 1327 км², расположен на крайнем западе Кольского п-ова, на контакте протерозойских пород зеленокаменного пояса Имандра–Варзуга с архейскими метаморфическими комплексами Кольско-Норвежского

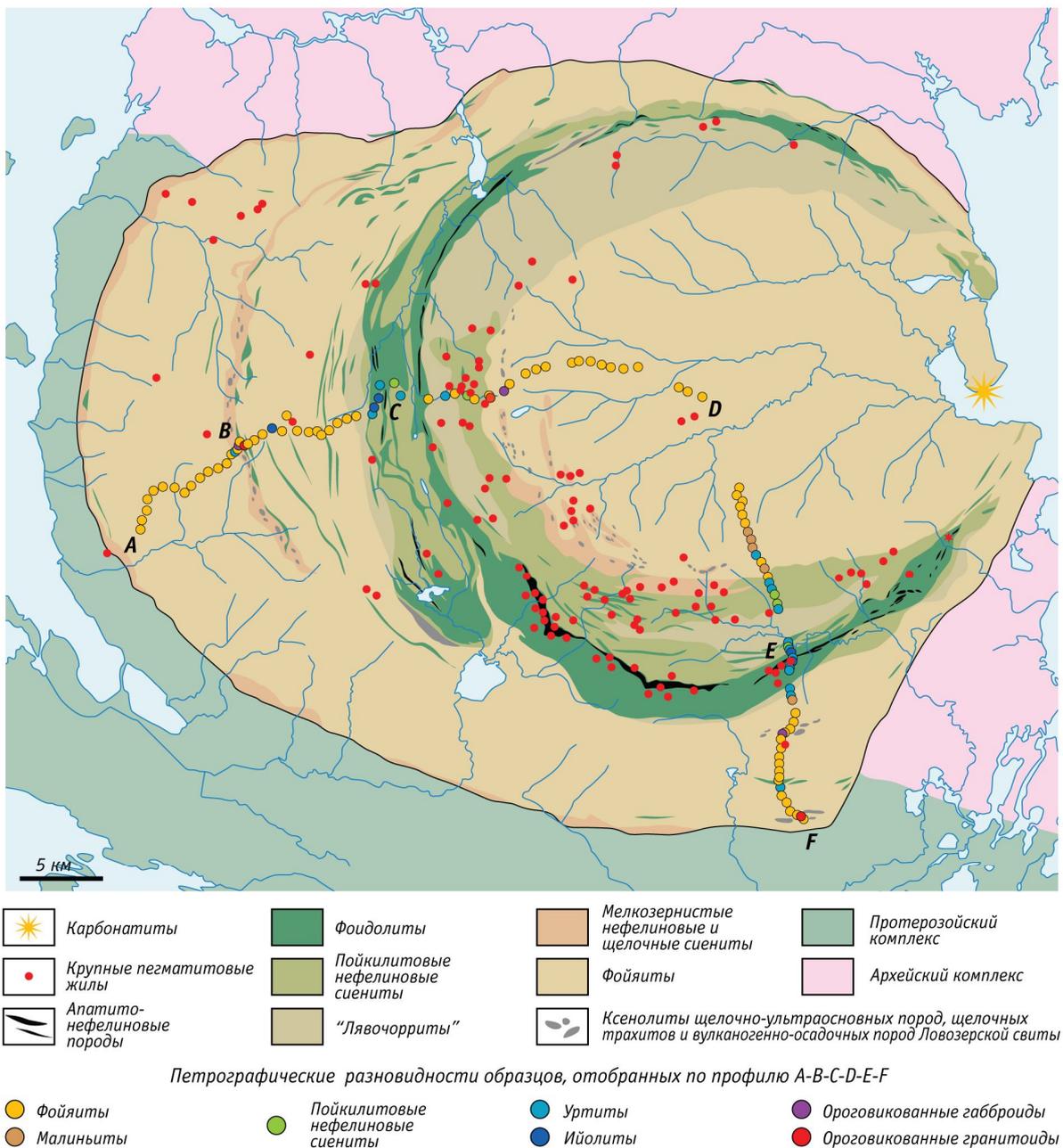


Рис. 7. Упрощенная геологическая карта Хибинского массива [25], [29].
 А-В-С-Д-Е-F – профиль с точками отбора проб для изучения зональности массива

Пегматитовые и гидротермальные жилы, с которыми связано необычно большое даже для щелочных массивов число минеральных видов (около 300), также преимущественно сосредоточены в ризорритах и фойдолитах Главного кольца. В фойяитах преимущественное развитие получили сравнительно простые клинопироксено-нефелино-микроклиновые жилы, но по мере приближения к Главному кольцу их минеральный состав становится все более разнообразным, а валовый химический состав – все более щелочным (вплоть до ультраагпаитовых жил, нацело сложенных водорастворимыми минералами натрия) [25, 32]. Именно с этими, наиболее богатыми по числу минеральных видов, гидротермалитами и связаны все проявления нанопористых гетерокаркасных титаносиликатов в Хибинском массиве.

Для более точной локализации участков, перспективных для поиска новых титаносиликатов, нами было предпринято изучение петрографической и геохимической зональности Хибинского массива по профилю от его краевой зоны вблизи железнодорожной станции Хибины (рис. 7, точка А) к центру массива на горе Вантомнюк (рис. 7, точка D) и далее через месторождение Коашва (рис. 7, точка E) к контакту с вмещающими породами у подножья горы Китчапахк (рис. 7, точка F). На рис. 8

приведены графики изменения числа породообразующих и акцессорных минералов в нефелиновых сиенитах и фойдолитах вдоль линии *A-B-C-D-E-F*, а также кривые, показывающие вариации от участка к участку общего числа минералов (примерно), числа открытых здесь новых минералов и числа нанопористых титаносиликатов. Видно, что при приближении к фойдолитовому кольцу минеральный состав пород существенно упрощается, причем тем сильнее, чем больше мощность фойдолитовой интрузии. Одновременно уменьшается и содержание примесных элементов в составе практически всех породообразующих минералов [31]. Минеральное разнообразие гидротермалитов и метасоматитов здесь резко возрастает, достигая своего максимума в районе Коашвинского месторождения апатита. Не удивительно, что именно здесь и открыта большая часть новых минералов, включая все хибинские нанопористые титаносиликаты.

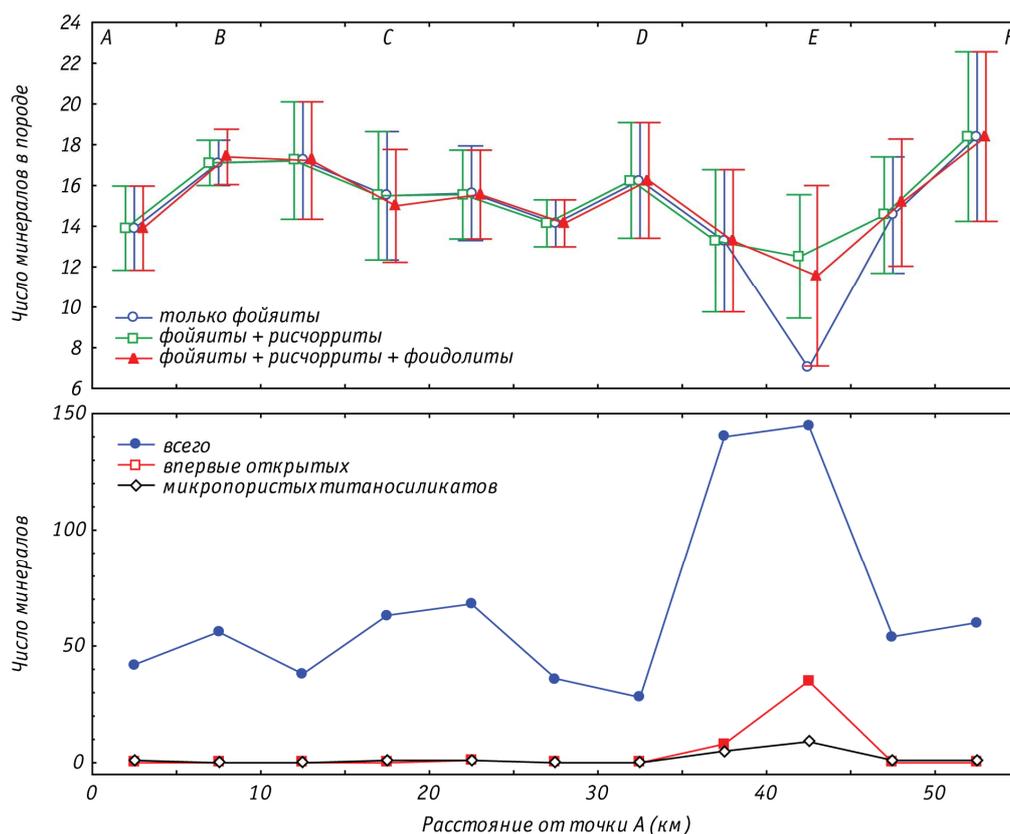


Рис. 8. Изменение числа достоверно установленных минералов, породообразующих и акцессорных минералов в породе, впервые открытых минералов и нанопористых титаносиликатов по линии *A-B-C-D-E-F*

Из приведенных фактов становится ясно, что появление большинства редких минералов Хибинского массива обусловлено перераспределением редких элементов из породообразующих и акцессорных минералов нефелиновых сиенитов в гидротермалиты и метасоматиты, формирование которых завершает становление кольцевой фойдолитовой интрузии. Остается лишь вопрос: где в ее пределах сосредоточено основное число минеральных видов? Чтобы ответить на него, вспомним о связи минерального разнообразия с размером рудного объекта, выявленной нами ранее на месторождениях полосчатой железорудной формации и апатита [31].

Напомним, что в обоих случаях размер месторождения полезного ископаемого определяет не только качество руды (рис. 9), но также длительность и масштаб гидротермально-метасоматических процессов, в первую очередь ответственных за минеральное разнообразие объекта. В результате, наиболее крупные месторождения (Оленегорское и Кировогорское железистых кварцитов, Коашвинское и Кукисвумчорское нефелин-apatитовые) при крайне примитивном минеральном составе руд (по сути, всего три минерала) и наилучшем качестве основного добываемого ископаемого (магнетита и фторапатита, соответственно) характеризуются удивительно большим для своего класса числом достоверно установленных минеральных видов (рис. 10). И именно здесь стоит сосредоточить поиски полезных ископаемых, образующихся в результате процессов

дифференциации рудоносных толщ и концентрирования изначально рассеянных полезных компонентов, к которым мы относим и золотосеребряное оруденение Оленегорского железорудного месторождения, и редкие титаносиликаты – прототипы новых функциональных материалов района апатитового месторождения Коашва.

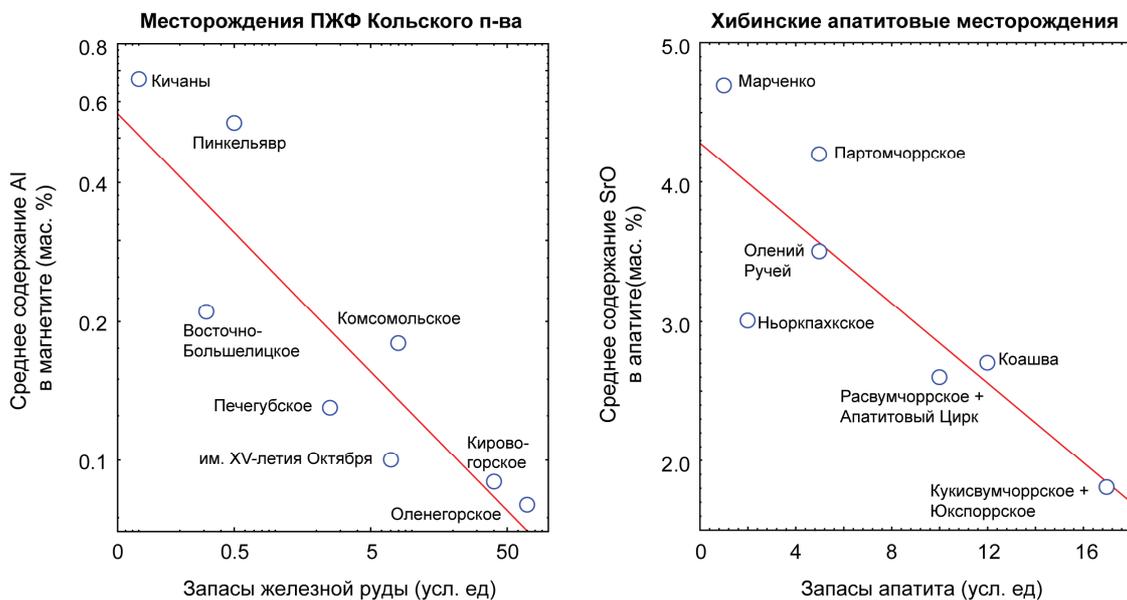


Рис. 9. Зависимость состава добываемого минерала от размера месторождения

Аналогичные закономерности выявлены нами также для Ковдорского щелочно-ультраосновного массива и Ловозерского щелочного массива, что позволяет вплотную подойти к разработке технологии направленного поиска новых, и вообще всех редких минералов. Для Хибинского, Ловозерского и Ковдорского массивов такой подход имеет очевидное практическое значение, поскольку формирующиеся в их пределах поздние минералы являются прототипами уже созданных или разрабатываемых на их основе функциональных материалов.

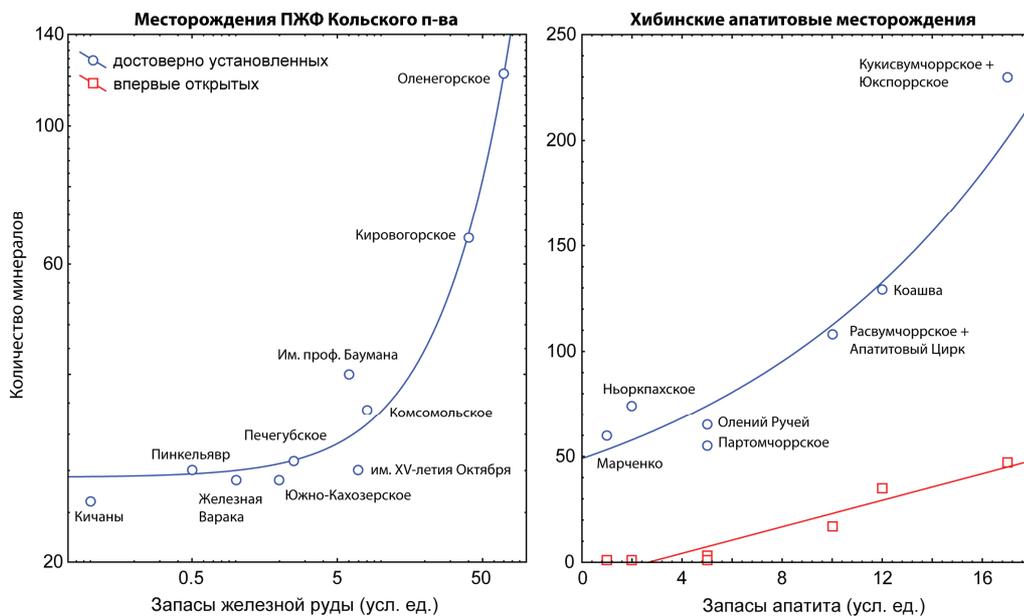


Рис. 10. Зависимость числа всех достоверно установленных и впервые открытых минералов от размера месторождения

О развитии исследований нанопористых титаносиликатов в Кольском научном центре

Открытие в недрах Кольского п-ова новых микро- и нанопористых титаносиликатов, без сомнения, является заметным вкладом в фундаментальную кристаллографию и минералогию щелочных комплексов. Однако не менее, а, может быть, и более важной является прикладная часть этих исследований, выявившая перспективы практического использования этих минералов и их синтетических аналогов (ETS-4, ETS-10, IONSIV IE-911 и др.) в качестве молекулярных сит, сорбентов радионуклидов и т.д.

Несмотря на отсутствие крупных проявлений природных микро- и нанопористых титаносиликатов, уже сегодня можно с осторожным оптимизмом говорить о возможности их синтеза в крупном объеме. Первые положительные результаты, полученные авторами настоящей статьи, могут служить основой для выбора направления в решении проблемы обеспечения высокотехнологичных отраслей промышленности функциональными материалами на основе синтетических аналогов природных титаносиликатов.

В качестве основного метода их получения нами выбран гидротермальный автоклавный синтез с применением темплат (матриц) различного состава и строения. В синтезе предполагается использовать минеральные концентраты (лопаритовый, титанитовый, нефелиновый) из эксплуатируемых Кольских месторождений, отходы обогащения, а также сырье перспективных месторождений Мурманской области – перовскитовых, эвдиалитовых, оливиновых и других руд. Для всех этих источников сырья нами разрабатываются технологические схемы получения прекурсоров для синтеза и допирования микро- и нанопористых титаносиликатов: гидроксида титана, сульфатных солей оксотитана, микросилики, соединений ниобия, калия, натрия, магния и др.

В частности, проведены эксперименты по получению нанопористых титаносиликатов натрия и калия – аналогов минералов группы иванюкита. В качестве титаносодержащего реагента мы использовали сульфат оксотитана и аммоний сульфат оксотитана, выделенные в процессе сернокислотной переработки титанитового концентрата ОАО «Апатит» и очищенные от сопутствующих примесей методом кристаллизации. Другими компонентами служили силикат натрия, гидроксиды калия и натрия и вода. Компоненты в определенной форме и последовательности смешивались в течение 1-1.5 ч, смесь помещалась в автоклав и проводился гидротермальный синтез иванюкита при 180°C в течение 10-11 суток. На рис. 11 приведена дифрактограмма кубической Na-K фазы, идентичной иванюкиту-Na-T.

Поскольку степень кристалличности полученного материала оказалась недостаточно высокой, в настоящее время проводятся эксперименты по кристаллизации синтетического аналога иванюкита по так называемому твердофазному варианту, когда исходные компоненты, содержащие титан и кремний, находятся в твердом состоянии, а щелочи – в жидком. Для инициирования реакции между ними твердые компоненты (диоксиды титана и кремния) предварительно подвергались механоактивации, что позволило повысить показатель их удельной поверхности до 120 и 280 м²/г соответственно. Есть все основания ожидать, что такой подход позволит сократить время синтеза иванюкита до 2-3 суток.

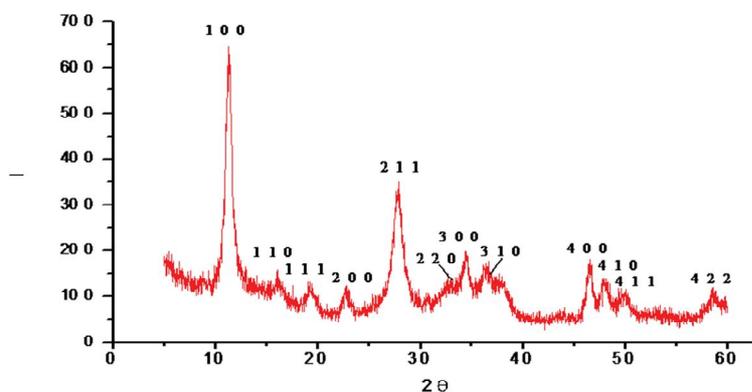


Рис. 11. Дифрактограмма синтетического иванюкита-Na

Для повышения эффективности исследований и разработки технологий синтеза новых функциональных материалов, основанных на природных аналогах, в Кольском научном центре РАН

в феврале 2010 г. создан Центр исследований природных и синтетических нано- и микропористых веществ (ЦНМ КНЦ РАН). Главными задачами Центра являются разработка геологической технологии направленного поиска новых минералов, сам поиск и изучение неизвестных природных соединений, выявление в них промышленно-ценных свойств, синтез аналогов и разработка технологии производства перспективных функциональных материалов из отходов горнодобывающих предприятий Кольского п-ова (прежде всего, ОАО «Апатит»).

Уже за первые месяцы функционирования Центра его сотрудниками открыты четыре новых минерала, включая один нанопористый гетерокаркасный титаносиликат, перспективный для разработки катализаторов, два фторида, синтетические аналоги которых находят применение в оптической промышленности, производстве лазеров и медицине, а также новый двойной слоистый гидроксид – перспективный материал для создания гибридных органо-неорганических нанокомпозитов. Центр тесно связан с институтами КНЦ РАН, его работа координируется Научным советом по Программе междисциплинарных исследований природных и синтетических нано- и микропористых веществ, председателем которого является академик В.Т. Калинин. В состав Совета, помимо сотрудников ЦНМ, входят также гл. ученый секретарь Президиума КНЦ РАН А.Н. Виноградов, директор ГИ КНЦ РАН Ю.Л. Войтеховский и директор ИППЭС КНЦ РАН В.А. Маслобоев.

Руководство РАН, высоко оценивая имеющиеся существенные достижения Кольского научного центра в области изучения новых минералов и создания на их основе перспективных наноматериалов, приняло решение об обеспечении Центра наноматериаловедения современной аппаратурой в ближайшие годы. Поэтому у авторов есть все основания рассчитывать не только на все новые находки неизвестных природных веществ, но и на создание на их основе принципиально новых высокотехнологичных материалов.

Авторы выражают глубокую признательность Ю.П. Меньшикову, А.П. Николаеву, Ю.А. Корчак, П.М. Горяинову и А.О. Калашникову за участие в изучении новых минералов и разработке подходов к их направленному поиску, А.Н. Виноградову, В.П. Петрову и В.Т. Калининкову за всемерное содействие развитию этих исследований в КНЦ РАН, С.М. Миронову, А.Г. Макаревичу и М.П. Ненашеву за поддержку проекта на правительственном уровне, руководству ОАО «Апатит» и ОАО «Ковдорский ГОК» за плодотворное сотрудничество по изучению минералогии Хибинского, Ловозерского и Ковдорского массивов, ставшее стартовой площадкой для данных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Behrens E.A., Clearfield A. Titanium silicates, $M_3HTi_4O_4(SiO_4)_3 \cdot 4H_2O$ ($M = Na^+, K^+$), with three-dimensional tunnel structures for the selective removal of strontium and cesium from wastewater solutions // *Micropor. Mater.* 1997. Vol. 11. P. 65-75.
2. Kuznicki S.M., Bell V.A., Nair S., Hillhouse H.W., Jacobinas, Braunbarth C.M., Toby B.H., Tsapatis M. A titanosilicate molecular sieve with adjustable pores for size-selective adsorption of molecules // *Nature*. 2001. Vol. 412. P. 720-724.
3. Al-Attar L., Dyer A. Sorption of uranium onto titanosilicate materials // *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 2001. Vol. 247. P. 121-128.
4. Al-Attar L., Dyer A., Harjula R. Uptake of radionuclides on microporous and layered ion exchange materials // *J. Mater. Chem.* 2003. Vol. 13. P. 2963-2968.
5. Al-Attar L., Dyer A., Paajanen A., Harjula R. Purification of nuclear wastes by novel inorganic ion exchangers // *J. Mater. Chem.* 2003. Vol. 13. P. 2969-2974.
6. Dyer A., Newton J., O'Brien L., Owens S. Studies on a synthetic sitinakite-type silicotitanate cation exchanger: Part 1: Measurement of cation exchange diffusion coefficients // *Micropor. Mesopor. Mater.* 2009. Vol. 117. P. 304-308.
7. Мерьков А.Н., Буссен И.В., Гойко Е.А., Кульчицкая Е.А., Меньшиков Ю.П., Недорезова А.П. Раит и зорит – новые минералы из Ловозерских тундр // *Записки ВМО*. 1973. 102. № 1. С. 54-62.
8. Меньшиков Ю.П., Соколова Е.В., Егоров-Тисменко Ю.К., Хомяков А.П., Полежаева Л.И. Ситинакит $Na_2KTi_4Si_2O_{13}(OH) \cdot 4H_2O$ -новый минерал // *ЗВМО*. 1992. № 1. С. 94-99.
9. Men'shikov Yu.P., Krivovichev S.V., Pakhomovsky Ya.A., Yakovenchuk V.N., Ivanyuk G. Yu., Mikhailova J.A., Armbruster T., Selivanova E.A. Chivruaiite, $Ca_4(Ti,Nb)_5[(Si_6O_{17})_2(OH,O)_5] \cdot 13-14H_2O$, a new mineral from hydrothermal veins of Khibiny and Lovozero alkaline massifs // *American Mineralogist*. 2006. 91. № 5-6. P. 922-928.
10. Yakovenchuk V.N., Krivovichev S.V., Men'shikov Yu.P., Pakhomovsky Ya.A., Ivanyuk G. Yu., Armbruster T., Selivanova E.A. Chivruaiite, a new mineral with ion-exchange properties // *Minerals as advanced materials I* (Ed. S. Krivovichev). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. P. 57-63.
11. Yakovenchuk V.N., Selivanova E.A., Ivanyuk G. Yu., Pakhomovsky Ya.A., Spiridonova D.V., Krivovichev S.V. First natural pharmacosiderite-related titanosilicates and their ion-exchange properties // *Minerals as advanced materials I*. (Ed. S. Krivovichev). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. P. 27-35.
12. Yakovenchuk, V.N., Nikolaev A.P., Selivanova E.A., Pakhomovsky Ya.A. Korchak J.A., Spiridonova D.V., Zalkind O.A. Krivovichev S.V. Ivanyukite-Na-T, ivanyukite-Na-C, ivanyukite-K, and ivanyukite-Cu: New microporous titanosilicates from the Khibiny massif (Kola Peninsula, Russia) and crystal structure of ivanyukite-Na-T // *American Mineralogist*. 2009. Vol. 94. P. 1450-1458.
13. Ferraris G. Heterophyllosilicates, a potential source of nanolayers for materials science // *Minerals as Advanced Materials I* (Ed. S. Krivovichev). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. P. 157-163.
14. Ramsay W. Geologische Beobachtungen auf der Halbinsel Kola. Nebst einem Anhang: Petrographische Beschreibung der Gesteine des Lujavr-urt // *Fennia*. 1890. 3. 7. 1-52.
15. Герасимовский В.И. Ломоносовит – новый минерал // *Доклады АН СССР*. 1950. Т. 70. № 1. С. 83-86.
16. Cámara F., Sokolova E., Hawthorne F. C., Abdu Y. From structure topology to chemical composition. IX. Titanium silicates: revision of the crystal chemistry of lomonosovite and murmanite, Group-IV minerals // *Mineralogical Magazine*. 2008. Vol. 72, P. 1207-1228.
17. Selivanova E., Zolotarev A. Crystal structure of lomonosovite (re-investigation) and features of its alteration under alkaline solutions // *Book of abstracts of the International conference "Clays, clay*

minerals and layered materials – CMLM2009". I.V. Balabanov publisher. M., 2009. P. 82-83. 18. *Selivanova E.A., Yakovenchuk V.N., Pakhomovsky Ya.A., Ivanyuk G.Yu.* Features of Low-Temperature Alteration of Ti- and Nb-Phyllosilicates Under Laboratory Conditions // Minerals as Advanced Materials I (Ed. S. Krivovichev). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. P. 143–151. 19. *Kuznicki S.M.* Large-pored crystalline titanium molecular sieve zeolites. U.S. Patent No. 4853202. 1989. 20. *Сандомирский П.А., Белов Н.В.* ОД-структура зорита // Кристаллография. 1979. Том. 24. № 6. С. 1198-1210. 21. *Philippou A., Anderson, M.W.* Structural investigation of ETS-4. Zeolites. 1996. Vol. 16. P. 98-107. 22. *Braunbarth C., Hillhouse H.W., Nair S., Tsapatis M., Burton A., Lobo R.F., Jacubinas R.M., Kuznicki S.M.* Structure of strontium ion-exchanged ETS-4 microporous molecular sieves // Chemistry of Materials. 2000. Vol. 12, P. 1857-1865. 23. *Зубкова Н.В., Пушаровский Д.Ю., Гистер Г., Пеков И.В., Турчкова А.Г., Тиллманс Е., Чуканов Н.В.* Кристаллическая структура Рb-замещенной формы зорита // Кристаллография. 2006. Т. 51, С. 379-382. 24. *Спиридонова Д.В., Бритвин С.Н., Кривовичев С.В., Яковенчук В.Н.* Ионный обмен в зорите: кристаллохимия Ti-, Cs-, Ag-, Rb-замещенных форм // Петрология и минералогия Кольского полуострова. Труды V Всероссийской Ферсмановской научной сессии, посвященной 90-летию со дня рождения д.г.-м.н. Е.К.Козлова. Апатиты, 14–15 апреля 2008 г. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2008. С. 281-283. 25. *Yakovenchuk V.N., Ivanyuk G.Yu., Pakhomovsky Ya.A., Men'shikov Yu.P.* (Ed. F. Wall) Khibiny. Laplandia Minerals, Apatity, 2005. 468 p. 26. *Соколова Е.В., Расцветаева Р.К., Андрианов В.И., Егоров-Тисменко Ю.К., Меньшиков Ю.П.* Кристаллическая структура нового природного титаносиликата натрия // Доклады АН СССР. 1989. Т. 307. С. 114-117. 27. *Хомяков А.П., Полежаева Л.И., Мерлино С., Пазеро М.* Линтисит $\text{Na}_3\text{LiTi}_2\text{Si}_4\text{O}_{14}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – новый минерал // ЗВМО. 1990. Т. 119. № 3. С. 76–78. 28. *Yakovenchuk V.N., Ivanyuk G.Yu., Pakhomovsky Ya.A., Selivanova E.A., Men'shikov Yu.P., Korchak J.A., Krivovichev S.V., Spiridonova D.V., Zalkind O.A.* Punkaruavite, $\text{Li}\{\text{Ti}_2(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH})]\}\cdot \text{H}_2\text{O}$, a new mineral species from hydrothermalites of Khibiny and Lovozero alkaline massifs (Kola Peninsula, Russia) // The Canadian Mineralogist. 2010 (в печати). 29. *Сняткова О.Л., Михняк Н.К.* Отчет по результатам геологического изучения и геохимических поисков на редкие элементы и апатит, проведенные в пределах Хибинского массива и его обрамления за 1979-1983 гг. (м. 1:50000). Росгеолфонд, инв. № 24440. 30. *Шаблинский Г.Н.* К вопросу о глубинном строении Хибинского и Ловозерского плутонов // Труды Ленинградского общества естествоиспытателей. 1963. Т. 74. С. 41-43. 31. *Иванюк Г.Ю., Горяинов П.М., Пахомовский Я.А., Коноплева Н.Г., Яковенчук В.Н., Базай А.В., Калашников А.О.* Самоорганизация рудных комплексов. Синергетические принципы прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых. М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2009. 392 с. 31. *Khomyakov A.P.* Mineralogy of hyperagpaitic alkaline rocks. Clarendon Press, Oxford, 1995. 223 p.

Сведения об авторах

А.И. Николаев – чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор, зам. директора ИХТРЭМС, руководитель ЦНМ КНЦ РАН; e-mail: nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru

Г.Ю. Иванюк – д.г.-м.н., зав. лабораторией синергетики минеральных систем ГИ КНЦ РАН, руководитель сектора изучения новых материалов ЦНМ КНЦ РАН, e-mail: ivanyuk@geoksc.apatity.ru

С.В. Кривовичев – д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой кристаллографии Геологического факультета СПбГУ, главный научный сотрудник ЦНМ КНЦ РАН, e-mail: skrivovi@mail.ru

В.Н. Яковенчук – к.г.-м.н., старший научный сотрудник ГИ КНЦ РАН, старший научный сотрудник ЦНМ КНЦ РАН, e-mail: yakovenchuk@geoksc.apatity.ru

Я.А. Пахомовский – к.г.-м.н., зав. лабораторией физических методов изучения пород, руд и минералов ГИ КНЦ РАН, старший научный сотрудник ЦНМ КНЦ РАН, e-mail: pakhom@geoksc.apatity.ru

Л.Г. Герасимова – д.т.н., зав. сектором функциональных материалов ИХТРЭМС КНЦ РАН, руководитель сектора синтеза модельных соединений ЦНМ КНЦ РАН, e-mail: gerasimova@chemy.kolasc.net.ru

М.В. Маслова – к.т.н., старший научный сотрудник ИХТРЭМС, старший научный сотрудник ЦНМ КНЦ РАН e-mail: maslova@chemy.kolasc.net.ru

Е.А. Селиванова – младший научный сотрудник ГИ КНЦ РАН; e-mail: geoksc@geoksc.apatity.ru

Д.В. Спиридонова – инженер кафедры кристаллографии Геологического факультета СПбГУ;

Н.Г. Коноплева – к.г.-м.н., ученый секретарь ЦНМ КНЦ РАН, e-mail: konoplyova55@mail.ru

УДК 378.1

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ**Р.И. Трипольский**

Мурманская областная Дума

Аннотация

Описываются факторы, определяющие необходимость трансформации структуры учреждений высшего профессионального образования (ВПО). На основе кластерного подхода предлагается вариант трансформации структуры ВПО в Мурманской области.

Ключевые слова:

трансформация, структура ВПО, кластерный подход, вариант трансформации, Мурманская область, "дорожная карта".

**Трансформация структуры учреждений ВПО**

Система учреждений отечественного высшего профессионального образования насчитывает сегодня более 1300 вузов (государственных и негосударственных), не считая их многочисленных филиалов и представительств. Особенностью структуры этой системы, если рассматривать только государственные вузы, является их разная профильность и ведомственная подчиненность: есть вузы, которые подведомственны Минобрнауке; вузы, курируемые другими Министерствами; есть вузы, учредителями которых являются отдельные муниципальные образования. Согласно сегодняшнему законодательству субъекты РФ не могут выступать в качестве учредителей высших учебных заведений. По сути, значительная часть вузов – это федеральные бюджетные образовательные учреждения, находящиеся под достаточно жестким государственным регулированием, с невысокой, несмотря на все декларативные заявления, степенью своей автономии.

Проводимые в последнее время структурные преобразования в системе высшего образования являются наглядным отражением именно такого типа государственного регулирования, осуществляемого, как заявлено в ряде документов, для достижения соответствующих стратегических целей и задач общегосударственного значения. В качестве таковых, например, выступают: повышение конкурентоспособности отечественного высшего образования, выход России на европейский и мировой рынок образовательных услуг и т.п. В связи с данными целями заявлены и общие формы трансформации структуры учреждений ВПО: создание федеральных, исследовательских и так называемых системообразующих вузов с одновременным изменением их организационно-правовой формы. Одним из направлений трансформации структурной сети вузов государством провозглашается объединение их в комплексы университетского типа, включающие образовательные учреждения различного уровня образования. При этом не ставится под сомнение один из краеугольных принципов традиционной государственной образовательной политики: подготовка специалистов с высшим профессиональным образованием должна быть сконцентрирована в основном на федеральном уровне.

Вряд ли имеет смысл отрицать роль федерального центра в разработке стратегии развития образования в целом и программ трансформации структуры учреждений ВПО. Последние вызывают целый ряд вопросов, без ответа на которые, по моему мнению, их реализация может осуществиться по хорошо известной у нас формуле: «Хотели как лучше...». Выскажу в связи с этим некоторые соображения.

Существующая сегодня отечественная структура учреждений высшего профессионального образования во многом была создана для решения совсем других социально-экономических задач, совсем иного типа хозяйствования. Она – и это надо констатировать – плод плановой экономики и представлений о территориальном размещении производительных сил, включая «места базирования» тех или иных профильных вузов, для обеспечения их квалифицированными кадрами. Напомню так же, что в плановой экономике действовал такой институт, как «распределение молодых специалистов», призванный удовлетворять потребности в кадрах различных отраслей народного

хозяйства. Эта структура оказалась институционально устойчивой, на определенном этапе смогла выполнить поставленные перед ней обществом задачи и стать благодаря этому одним из лидеров отечественной экономики в переходный период.

Однако сегодня в условиях кризиса существующая структура учреждений ВПО столкнулась с целым рядом новых вызовов. Во-первых, перед ней остро встал вопрос о качестве получаемого образования в ее отдельных составляющих. Яркой иллюстрацией последнего, например, может служить феномен «образовательного туризма», возникший в связи с переводом сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ) в стране на штатный режим. Как известно, в процессе приемной кампании 2009 г. значительное число региональных вузов не смогли полностью заполнить бюджетные места на первом курсе, в то время как «брендовые» вузы столицы и некоторых других крупных городов испытали переизбыток заявлений на прием. Этот факт, кстати, также знаменателен и тем, что он состоялся в условиях снижения реальных доходов населения – одной из главных причин, приведшей, по мнению некоторых аналитиков, в 1990-е гг. к так называемой регионализации высшего образования. Фактически, абитуриент сезона 2009 г. «проголосовал ногами» в пользу качества образования в тех вузах, которые, по его мнению, могут это качество обеспечить. Недостатки же полученного образования на предыдущей ступени, а именно это выявляет ЕГЭ, такой абитуриент, как известно, компенсировал различными справками для получения льготы при зачислении. В условиях существующего в нашей стране демографического спада дальнейшее развитие такой тенденции, как «столинизация» в получении высшего профессионального образования, может поставить перед многими, не только региональными вузами, неэффективными по критерию «качество образования», вопрос о перспективах их дальнейшего существования с соответствующими последствиями для экономики регионов, на территории которых они расположены. Примеры таких последствий в нашей истории мы уже наблюдали: «школу закрыли – село вначале обезлюдело, а затем и исчезло с карты». Вряд ли, конечно, регион, в котором существуют неэффективные по качеству образования вузы, в долгосрочной перспективе исчезнет с карты. Но углубление демографических, социальных и других проблем ему в этой перспективе будет гарантировано.

Во-вторых, создание условий для решения проблемы перехода к «инновационной экономике», а фактически – преодоление нашей страной «ресурсного проклятья», – стало в условиях кризиса особенно актуальным. Отмеченное – серьезный вызов для всей структурной «конфигурации» системы учреждений ВПО, которая за последние 15-20 лет в силу известных обстоятельств количественно и качественно снизила результативность своего научного, а значит, и инновационного, вклада в развитие отечественной экономики. При этом следует напомнить, что существует значимая корреляция между уровнем ведущихся в вузе научных исследований и качеством получаемого в нем образования. Об этом свидетельствуют все мировые рейтинги вузов. В то же время очевидно, что все существующие в нашей стране вузы не смогут даже в очень отдаленной перспективе стать «Гарвардами» или «Оксфордами», хотя ими и осуществляется востребованный обществом и экономикой процесс обучения студентов по разнообразным направлениям специальностей. Не станут таковыми в ближайшей перспективе и вновь образуемые федеральные и национальные исследовательские университеты: для этого просто должно пройти значительное время. Поэтому ответ на данный вызов – это одновременно решение очень непростых вопросов как о структуре, организационно-правовой форме и территориальном размещении учреждений отечественного высшего профессионального образования, так и о необходимости существования в каждом из них подготовки соответствующего уровня по тем или иным направлениям специальностей. Последнее, кроме всего прочего, актуально и потому, что, активно участвуя в процессах трансферта и диффузии «рыночной технологии», многие наши вузы фактически превратились в своеобразные образовательные «конгломераты». Инженерные и педагогические вузы обзавелись финансовыми и юридическими факультетами, факультетами по подготовке специалистов в сфере государственного и муниципального управления и т.п., часто с невысоким уровнем подготовки по этим специальностям и с известным ущербом для своего основного профиля.

По моему мнению, отмеченные выше направления трансформации структуры учреждений высшего профессионального образования должны реализовываться с учетом трех взаимосвязанных принципов: единства образовательного пространства РФ, его зонирования и типов кластеризации. Представляется, что лучше всего будет объяснить содержание данных принципов на реальном примере, в данном случае – варианте трансформации структуры институтов высшего профессионального образования Мурманской области.

Мурманская область: вариант трансформации

Как известно, в области существуют два государственных университета – технический и педагогический и крупный филиал государственного университета в г. Апатиты. Последний по численности студентов, сравним с педагогическим университетом. Существующие в области, в основном в г. Мурманске, филиалы государственных высших учебных заведений обучают небольшое количество студентов, как правило, по заочной форме обучения с полным возмещением затрат на обучение. В области также существуют два негосударственных вуза и значительное количество (более 15) филиалов негосударственных вузов, ведущих подготовку в основном по юридическим и экономическим специальностям. Сложившаяся на сегодня структура вузов Мурманской области – «наследница» как советских времен, когда в ней было только два вуза – педагогический институт и высшее мореходное училище рыбопромыслового флота и несколько филиалов государственных вузов, так и отмеченных выше процессов трансферта и диффузии «рыночной технологии» в девяностых годах прошлого века. Особенностью структуры вузов области является отсутствие в ней классического университета – его функции (по направлениям подготовки) в настоящее время распределены между техническим и педагогическим университетами и Кольским филиалом ПетрГУ. При этом следует отметить, что если технический университет – это типичный «конгломерат», теряющий по разным причинам контингент студентов, обучающихся по профильным для него «морским» и «рыбоперерабатывающим» специальностям, то педагогический университет – в основном готовит специалистов по своему основному профилю. Доля «непрофильных» направлений у него достаточно незначительна, и она, кроме специальности «Математические методы в экономике», совпадает с такими – и то же для него «непрофильными» – специальностями в техническом университете. Фактически, ближе к типу классического университета приближается КФ ПетрГУ: как по набору направлений подготовки и специальностям, так и по квалификации профессорско-преподавательского состава, основной костяк которого составляют ученые институтов КНЦ РАН.

Хочу отметить и еще одно, на мой взгляд, очень важное для нашей темы обстоятельство: все эти вузы являются вузами федерального подчинения, а значит, Мурманская область как субъект РФ в лице своих органов исполнительной и законодательной власти не имеет реальных рычагов для влияния на направления процессов развития и функционирования этих вузов. В том числе и для того, чтобы содержание этих процессов служило интересам развития местной и региональной экономики. И если расхождение интересов вузов и региона в девяностых годах было не так заметно, то в начале нынешнего века оно стало «выходить на поверхность»: растущей экономике Мурманской области стали необходимы специалисты по таким направлениям подготовки, которых не существует в данных вузах. Однако указанные вузы продолжают и по сегодняшний день осуществлять масштабную подготовку специалистов по мало востребованным в экономике региона специальностям.

Здесь необходимо сделать, предсказывая возможные возражения, одно уточнение. Не надо приводить против последнего утверждения любимые ректорами аргументы типа: «Наши выпускники по таким-то специальностям не зарегистрированы на бирже труда» или «На протяжении последних лет мы начали осуществлять подготовку по таким-то и таким-то направлениям специальностей, которые востребованы экономикой региона!» Мне, как много лет проработавшему ректором вуза, хорошо известна действительная цена таких аргументов. Речь, подчеркну еще раз, идет совсем о другом: как нам изменить структуру вузов Мурманской области, экономика которой сегодня стоит на старте реализации двух крупнейших даже по мировым меркам проектов: развития Мурманского транспортного узла и освоения Штокманского газоконденсатного месторождения? Не стоит забывать и о том, что Мурманск – ворота Арктики. Освоение ее природных ресурсов и использование как удобной морской транспортной артерии в XXI веке станет предметом соперничества многих государств. Поэтому или вузы Мурманской области найдут свое место в новых экономических условиях, или...? Вот до конца сформулировать это «или...?» мне бы не хотелось.

И еще одно обстоятельство. По моему мнению, основными конкурентами вузов Мурманской области как региона Европейского Севера являются не вузы России, а университеты и университетские колледжи Финляндии и Норвегии, которые в последнее время стали осуществлять целенаправленную политику по привлечению на обучение выпускников школ региона. Так же данные университеты и колледжи все более активно обсуждают возможность создания своих подразделений на территории Мурманской области. Последствия этого для региональных вузов вполне предсказуемы.

Вернемся, однако, к основной теме.

Ведущим направлением в политике изменений региональной структуры вузов на территории Мурманской области должно стать создание кластеров. Кластер – это сконцентрированная на некоторой территории группа взаимосвязанных компаний, поставщиков оборудования, комплектующих и специализированных услуг, инфраструктуры, научно-исследовательских институтов, вузов и других организаций, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом. Какие обычно факторы учитываются при создании того или иного кластера? Я их просто перечислю:

- направления экономической деятельности региона (соотношение сферы производства, сферы услуг, сельского хозяйства и высоких технологий);
- географическое положение региона и его население (соотношение городского и сельского населения), демографические факторы;
- концентрация научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и их качество;
- объем научных исследований и разработок, проводимых научно-исследовательскими институтами и вузами, источники средств на них (соотношение государственных и частных);
- тематика научных исследований и разработок;
- тип высокотехнологической деятельности (соотношение исследований с непредсказуемым результатом и более прикладных, целевых исследований).

Важным принципом при создании кластеров является зонирование региона с позиций оценки типов экономической активности отдельных его территорий и сосредоточения на них научно-исследовательских институтов и вузов. Если следовать этому принципу и учитывать перечисленные выше факторы, то вряд ли могут возникнуть сомнения, что на территории Мурманской области могут быть созданы, по крайней мере, два кластера, связанных с изменением целевых ориентиров и стратегических программ развития экономики региона: один – на территории г. Мурманска (назовем его условно «ресурсно-транспортный»), другой – в г. Апатиты («научно-образовательный»).

Любой вариант создания кластеров и связанный с ним вариант трансформации структуры высших учебных заведений, на мой взгляд, может быть успешным только при проведении осмысленной кластерной политики исполнительной и законодательной властью региона. Они не только должны выступить в роли инициаторов создания таких кластеров, но и обеспечить формирование благоприятных условий для их развития, включающих:

- повышение эффективности системы профессионального образования, в том числе, через оптимизацию ее структуры;
- содействие развитию сотрудничества между предприятиями, образовательными организациями и научно-исследовательскими институтами;
- осуществление целевых инвестиций в развитие образовательных и научно-исследовательских институтов;
- осуществление целевых инвестиций в развитие инженерной и транспортной инфраструктуры, жилищное строительство, реализуемое с учетом задач развития кластеров;
- предоставление налоговых льгот в соответствии с действующим законодательством;
- снижение административных барьеров.

В целях осуществления кластерной политики представляется необходимым создать при правительстве региона Фонд науки, технологий и инноваций, который бы имел возможность представлять гранты для содействия экономическому росту и развитию в области науки, технологии и инноваций, а также коммерциализации научных и иных инноваций в регионе. Данный фонд должен иметь возможность предоставлять венчурный капитал коммерческим предприятиям и образовательным организациям. В то же время вузы региона для развития компаний, связанных с ними, и привлечения инвесторов из частного сектора должны получить законодательную возможность для создания собственных венчурных фондов.

Соответственно, при создании каждого из указанных выше кластеров должна измениться и структура вузов, расположенных на территории региона. На территории г. Мурманска необходимо создать на базе МГТУ Мурманский государственный морской технический университет для концентрации усилий в области подготовки специалистов и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в следующих отраслях: судоходство, рыбопереработка, транспорт, добыча и транспортировка нефти и газа на морском шельфе, строительство и эксплуатация портовых

сооружений и морских платформ. В г. Апатиты необходимо создать Кольский государственный университет с концентрацией усилий в области подготовки специалистов в следующих отраслях: разработка программных продуктов и информационных технологий; управление, экономические и финансовые операции; энергетика и природные ресурсы; геология и геофизика, добыча и технология переработки природных ресурсов; нанотехнологии и создание новых материалов; науки о жизни и обществе.

Предложенный набор направлений подготовки специалистов для каждого из университетов, разумеется, является примерным и подлежит обсуждению. Но уже из предложенных направлений подготовки ясно, что Мурманский государственный морской технический университет по статусу должен являться так называемым «предпринимательским университетом», а вновь образованный Кольский государственный университет в среднесрочной перспективе может получить статус «национального исследовательского университета» или сразу создаваться в качестве такового.

Особо хочу остановиться на месте Мурманского государственного педагогического университета в рамках предлагаемых изменений региональной структуры вузов. Как известно, МГПУ является старейшим вузом региона и длительное время обеспечивает профессиональную подготовку специалистов для учреждений образования Кольского п-ова. За последние годы он расширил перечень специальностей подготовки как по направлению «педагогика», так и по специальностям естественно-научного, физико-математического, социального и гуманитарного направлений по типу «классического университета». Однако некоторые специальности («История», «Социология», «Социальная работа», «Биология», «Экология», «Прикладная математика и информатика») представлены сегодня как в МГТУ, так и в КФ ПетрГУ. По другим специальностям: «Журналистика», «Организация работы с молодежью», «Математические методы в экономике», а также направлению, которое связано с культурой и искусством – подготовка ведется только в МГПУ.

Однако хочу обратить внимание на следующие обстоятельства. Во-первых, Министерство образования и науки РФ из года в год снижает цифры приема в МГПУ по «непрофильным» для него специальностям. Во-вторых, при переходе вуза на два уровня подготовки (бакалавр – магистр) МГПУ не сможет, в силу установленных Министерством нормативных критериев, осуществлять подготовку по уровню «магистр» как по большинству специальностей направления «Педагогика», так и по всем, без исключения университетским специальностям, включая направление «Культура и искусство». Учитывая данные обстоятельства, МГПУ в среднесрочной перспективе может потерять статус университета.

На мой взгляд, при создании кластеров в случае МГПУ возможны следующие варианты:

- сохранение его как самостоятельного высшего учебного заведения с превращением в перспективе в гуманитарно-педагогический университет или академию;
- создание на его базе филиала Кольского государственного университета, осуществляющего по преимуществу подготовку по следующим направлениям: «Педагогика», «Культура и искусство», «Социальное и гуманитарное знание», «Юриспруденция»;
- ликвидация как самостоятельного вуза, с передачей подготовки по соответствующим специальностям Кольскому государственному университету, т.е. превращение в его структурные подразделения. Подчеркну – не в филиал.

Добавлю к этому, что в случае МГПУ значение будет иметь и политика, проводимая Министерством образования и науки РФ, в отношении педагогических вузов.

Предложенный вариант трансформации структуры вузов региона я бы обозначил как «оптимальный». Но может быть предложен и другой вариант, назовем его «радикальный». Согласно ему на территории Мурманской области на базе уже существующих вузов и КФ ПетрГУ могут быть созданы три высших учебных заведения:

- Мурманский государственный университет арктических технологий – для концентрации усилий в подготовке специалистов в следующих отраслях: разработка морских нефтяных и газовых месторождений; проектирование, сооружение и эксплуатация морских систем трубопроводного транспорта; проектирование, сооружение и эксплуатация морских платформ; строительство и эксплуатация портовых сооружений в Арктике; морская геофизика и геология; химическая технология и экология; промышленное и гражданское строительство в Арктическом регионе; теплоэнергетика в регионах Севера; эксплуатация автомобильного транспорта.

- Мурманская морская академия – для подготовки специалистов по судовождению и рыбопереработке (как вариант – в составе Университета арктических технологий).

- Кольский государственный академический университет в г. Апатиты на базе Кольского научного центра, к которому должны быть присоединены в качестве структурных подразделений КФ ПетрГУ, МГПУ, Кольский филиал ИНЖЕКОН.

Очевидно, что предложенные варианты – не есть их исчерпывающий перечень. Принятие любого из них, или еще какого-нибудь возможного другого, нуждается в серьезном обосновании с учетом всех рисков, возникающих законодательных и административных препятствий и, самое главное, последствий для социально-экономического развития региона.

Трансформация структуры ВПО как приоритет государственной политики.

Дорожная карта

Проводимая в настоящее время в нашей стране трансформация структуры высших учебных заведений находится на начальном этапе. И она пока ограничивается созданием федеральных и национальных исследовательских университетов. Выскажу в связи с этим свои соображения. Очевидно, что создание упомянутых выше университетов – инициатива федерального уровня; но если создание федеральных университетов в соответствующих округах, по сути, есть настоящая структурная трансформация тех вузов, которые объединяются в данный университет, то статус «национального исследовательского университета» – только новая форма того или иного вуза. И если в первом случае мы должны учитывать все сложности такого объединения (структурно-организационные, финансовые и т.п.), связанные с феноменом «эффекта переключения», то во втором – главной задачей становится нахождение путей эффективного использования представляемых государством средств на исследовательские цели и подготовку высококачественных специалистов. Однако хочу обратить внимание на следующие обстоятельства.

Во-первых, становление федеральных университетов как «российских Гарвардов» будет иметь значительный временной лаг: нельзя создать Гарвард «в четвертом квартале текущего года». Во-вторых, количество федеральных и национальных исследовательских университетов в ближайшие годы вряд ли достигнет 40, поэтому остается вопрос о поиске вариантов и путей трансформации остальных – более чем 500 высших учебных заведений. И в-третьих, на мой взгляд, самое важное: кто и как будет инициировать этот поиск, определять пути и варианты трансформации?

Ответ на этот вопрос вроде бы очевиден: инициатором трансформации структуры ВПО должен стать их учредитель – Правительство РФ в лице Министерства образования и науки. Однако последнему подчиняются только около 400 вузов: остальные имеют другую ведомственную подчиненность. На практике, при инициировании Правительством РФ задачи по определению путей и вариантов структурной трансформации вузов, необходимо учитывать, что при ее решении возможен весьма серьезный риск развязывания ожесточенной межведомственной борьбы с вовлечением в нее лоббистских усилий депутатов Федерального собрания РФ, главных должностных лиц субъектов РФ и всего ректорского корпуса. Понятно, что Правительству РФ будет чрезвычайно трудно добиться необходимого консенсуса между всеми заинтересованными сторонами: будет проще просто не запускать этот процесс. Но если даже такой процесс запустят, существует вполне вероятная возможность, что в качестве главного приоритета в трансформации структуры ВПО изберут «тупой» путь оптимизации затрат на ее финансирование с риском отлучения большинства вузов от получения бюджетных средств с непредсказуемыми последствиями для их существования. На реализацию такой возможности прямо указывают как законодательные инициативы, так и планируемые действия федеральногo правительства. Но существует ли возможность избежать указанных рисков?

По моему мнению, такая возможность может быть реализована, если задаче трансформации структуры институтов ВПО будет придан ранг одного из приоритетов государственной политики. Инициатором этого должен стать Президент РФ. Основными направлениями реализации данной политики – ее дорожной картой – должно стать следующее:

- первый этап – осуществление субъектами РФ социально-экономического зонирования их территорий с учетом демографической обстановки и перспектив создания различного типа кластеров развития в средне- и долгосрочной перспективе. Определение направлений модернизации имеющейся на территории субъекта РФ структуры ВПО во взаимосвязи с соответствующей оптимизацией сети учреждений СПО и НПО;

- второй этап – подготовка полномочным представителем Президента РФ в федеральном округе доклада, включающего предложения входящих в него субъектов, Президенту и Правительству РФ о модернизации структуры учреждений ВПО;

- третий этап – принятие Правительством РФ решений о сроках и форме модернизации структуры учреждений ВПО в федеральных округах и конкретном субъекте РФ.

Понятно, что осуществление всех указанных этапов должно иметь своевременное измерение. Одновременно при их осуществлении Министерством образования и науки РФ совместно с заинтересованными ведомствами должны быть разработаны принципы и конкретные меры по реорганизации организационно-правового статуса вузов, методики финансирования их основной деятельности из федерального бюджета и бюджетов других уровней, понятные критерии оценки эффективности использования представляемых финансовых ресурсов. Министерством должен быть решен вопрос о передаче части вузов на уровень субъектов РФ.

Сведения об авторе

Трипольский Роман Израйлевич – д.филол.н., профессор, председатель Комитета по образованию, науке и культуре Мурманской областной Думы, e-mail: tri@murduma.mels.ru

СЕВЕР КАК ГРУППА КОНЦЕПЦИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ

М.А. Тараканов

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН

Аннотация

Рассмотрена эволюция пространственной локализации понятий «Крайний Север» и «Север». Показано, что каждое из этих понятий относительно цели исследования, предмета и проблемы нормативно-правового регулирования представляет собой группу концепций с различной пространственной локализацией, применение в таком случае проблемно-ориентированного подхода повышает результативность нормотворческой деятельности, позволяет проводить качественный анализ последствий инициируемых законопроектов по северной тематике.

Ключевые слова:

пространственная локализация, группа концепций, проблемно-ориентированный подход, нормативно-правовое регулирование, Крайний Север, Север.



Актуальной потребностью региональной политики в отношении Севера является усиление проблемно-ориентированного подхода. Такой подход позволяет совершенствовать законодательство с прицелом на решение насущных проблем, а не выдумывать некие абстрактные законодательные акты, нормы которых должны действовать исключительно на некоторой якобы существующей и раз и навсегда однозначно пространственно локализованной «на все случаи жизни» виртуальной территории под названием Север, причем обязательно на всей такой территории.

Исторический экскурс и действующая нормативно-правовая практика показывают, что *пространственная локализация Севера*, в связи с полисемантичностью этого понятия, *различна в зависимости от целей исследования, предмета и проблемы нормативно-правового регулирования. Север предстает как группа концепций с различной пространственной локализацией.*

Как отмечал М.А. Сергеев, посвятивший северной терминологии статью в первом выпуске сборника «Летопись Севера», выпущенном в 1949 г. в издательстве Главсевморпути, «термин “Север”, распространенный особенно в дореволюционной литературе, относился чаще всего к европейским окраинам и понимался очень широко: применительно и к Вологодской, и к Олонецкой, и к Вятской, не говоря уже об Архангельской губернии (некоторые авторы, например П.П. Семенов, относили Архангельскую и Вологодскую к «Крайнему Северу»)» [1, с. 193].

В своей работе «Развитие капитализма в России» В.И. Ленин, анализируя процессы роста торгово-промышленного населения в пореформенную эпоху, разбил 50 губерний Европейской части России на девять групп, включив в группу с названием «*Крайний Север*» три губернии: Архангельскую, Вологодскую и Олонецкую [2, с. 565]. В работах по колонизации Переселенческого Управления Министерства Земледелия дореволюционной России пять северо-восточных губерний Европейской России – Архангельская, Вологодская, Олонецкая, Пермская и Вятская – определялись как «*Север Европейской России*» [3] или «*Русский Север*» [4]. В научных работах *по этнографии пространственная локализация Русского Севера* определяется *в зависимости от цели исследования*, например, как «территория, лежащая к северу от той области, которую восточное славянство освоило при расселении в условиях первобытнообщинного строя, до возникновения Русского государства и до того, как часть восточных славян стала осознавать себя русскими, т.е. до середины IX в. [5, с. 10]

Возникшее в начале 1920-х гг. в Советской России северное законодательство [6] было нацелено на решение *национального вопроса*, связанного с нахождением путей переустройства жизни на социалистический лад народов, населявших северные окраины (народы Крайнего Севера или народы Севера), сохранивших наиболее архаичные формы производства и значительные пережитки первобытнообщинного строя.

В июне 1924 г. Президиум ВЦИК издает постановление об образовании Комитета Севера (полное наименование «Комитет содействия народностям северных окраин») [7]. Располагая правом законодательной инициативы, Комитет участвовал в разработке всех узаконений, так или иначе относившихся к Крайнему Северу. В 1924 г. появляются декреты ВЦИК и СНК РСФСР «О порядке

осуществления мероприятий, имеющих целью охрану туземцев Севера от эксплуатации» и «О снабжении населения Крайнего Севера продовольствием и предметами первой необходимости». Важнейшей задачей Комитета было *национальное районирование* Крайнего Севера.

К примеру, в 1928 г. на территории Мурманского округа¹ в трех районах действовали девять *туземных советов*: в Понойском районе – Иоканский, Лумбовский, Сосновский, Понойский; в Кольско-Лопарском – Мотовский, Нотозерский, Кильдинский; в Ловозерском – Семиостровский и Ворониский. В октябре 1929 г. эти районы были преобразованы в *национальные районы*. К тому времени в Мурманском округе проживало 1730 саамов [8, с. 31]. При Мурманском окрисполкоме был образован Комитет содействия малым народностям Севера.

К 1934 г. на Крайнем Севере существовало 9 национальных округов, 77 национальных районов и 500 советов, в том числе 165 кочевых [9, с. 78].

М.А. Сергеев, анализируя в упомянутой выше статье *разные концепции пространственной локализации Крайнего Севера*, особо подчеркивал, что законодательное оформление территории Крайнего Севера после революции происходило по национальному признаку. *Конкретное административно-географическое содержание* понятия «Крайний Север», пишет он, определялись неоднократно, на протяжении около двадцати лет, опубликованными *перечнями районов*, которые содержались в принципиальных директивных постановлениях правительства или же в отдельных законах, посвященных тем или иным частным вопросам. *К первой группе* он отнес постановление ВЦИК от 10 декабря 1930 г. «Об организации национальных объединений в районах расселения малых народностей Севера» и постановление СНК РСФСР от 8 сентября 1931 года № 957 «О хозяйственном развитии районов Крайнего Севера». Приведенный в них перечень, отмечает М.А. Сергеев, изменялся в последующем, «в связи с переменами в районировании, главным образом номенклатурно, но иногда и объемно, путем дополнения его новыми административно-территориальными единицами».

В качестве примера для *второй группы* М.А. Сергеев приводит правительственные постановления, появившиеся позже и также содержащие свои перечни районов Крайнего Севера относительно уже иных *конкретных целей и задач*, это, в частности, постановление ВЦИК и СНК РСФСР от 30 мая 1930 г. «О запрещении ввоза и продажи спиртных напитков в северных окраинах РСФСР», постановление СНК РСФСР от 26 октября 1932 года «Об установлении территории, на которую распространяется действие постановления ВЦИК и СНК от 10 мая 1932 г. о *льготах для лиц, работающих на Крайнем Севере*»², постановление ЦИК и СНК СССР от 17 августа 1933 г. «О ликвидации охотничьей кооперации и о реорганизации интегральной кооперации», приводящее «Список районов Крайнего Севера, в которых сохраняется *интегральная кооперация*»³, постановление СНК СССР от 23 августа 1938 г. «О проведении переписи населения 1939 года в труднодоступных районах и сельсоветах и населенных пунктах», приводящее свой Перечень территорий Крайнего Севера, и др.

Конкретное содержание таких проблемно-ориентированных Перечней было различным. По Мурманскому округу, например, отметим, что в Перечень по постановлению СНК РСФСР от 26 октября 1932 г. в территорию Крайний Север *относительно льгот* по Ленинградской области Мурманский округ вошел *полностью* (!) в отличие от территории Крайнего Севера в Мурманском округе *относительно национального районирования*, куда вошли лишь *его национальные районы*, о чем было сказано выше! В Перечне по постановлению ЦИК и СНК СССР от 17 августа 1933 г. Мурманского края нет вообще, отсутствует Мурманская область (Мурманский округ до 28 мая 1938

¹ В 1927 г. была ликвидирована Мурманская губерния, а на ее базе образован Мурманский округ, вошедший в Ленинградскую область. Девять волостей реорганизовали в шесть районов.

² Необходимо отметить, что «Положение о *льготах для лиц, работающих на Крайнем Севере РСФСР*» утверждалось Постановлением ВЦИК и СНК РСФСР от 10 мая 1932 г. по форме «в качестве изъятия из постановления ЦИК и СНК СССР от 12 августа 1930 г. о *льготах для лиц, работающих в отдаленных местностях СССР и вне крупных городских поселений*» с учетом норм, заложенных относительно Мурманского округа Постановлением ЦИК и СНК СССР от 7 апреля 1932 г. «О дополнительных *льготах для рабочих и служащих, работающих в Мурманском округе*» (последнее постановление, в свою очередь, было инициировано Постановлением СНК СССР от 27 января 1932 г. «О перспективах развития Мурманского округа и реконструкции Мурманской железной дороги»).

³ Единая кооперация смешанного (интегрального) типа позволяла обслуживать все стороны жизни и деятельности местного населения, хозяйство которого носило комплексный характер при чрезвычайной распыленности населения на громадных пространствах.

г.) и в Перечне по постановлению СНК СССР от 23 августа 1938 г., в последнем документе нет также, к примеру, Мезенского и Лешуконского районов, которые входили по Северному краю в Перечне по постановлению СНК РСФСР от 26 октября 1932 г.

В ныне действующем законодательстве в большинстве случаев осталось лишь определенное в 1932 г. понятие о районах Крайнего Севера как территории льгот, отмененных на время войны и вновь восстановленных с 1 августа 1945 г., (2) а также введенное в 1945 г. также с целью предоставления льгот понятие «местности, приравненные к районам Крайнего Севера», которое по содержанию предоставляемых льгот было совершенно одинаково с понятием о районах Крайнего Севера как территории льгот за исключением размеров процентных надбавок и длительности отпусков⁴.

Ныне пространственная локализация этих понятий для целей такого рода льгот определяется «Перечнем районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера», на которые распространяется действие Указов Президиума Верховного Совета СССР от 10 февраля 1960 г. и от 26 сентября 1967 г. о льготах для лиц, работающих в этих районах и местностях, утвержденным постановлением Совета Министров СССР от 10 ноября 1967 г. № 1029 (с учетом последующих редакций).

Указанная пространственная локализация для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей используется также и для ряда других, каждый раз конкретно указываемых целей, однако может определяться и иная их пространственная локализация.

В качестве примера для первого варианта можно привести реализацию Правительством РФ нормы пункта 4 статьи 16 Федерального закона от 22.11.1995 г. № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции»: «Производство, поставки и розничная продажа питьевого спирта разрешаются только в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях в соответствии с перечнем, утвержденным Правительством Российской Федерации». В соответствующем постановлении Правительства РФ от 25.06.2007 г. № 400 «О перечне районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, в которых разрешается производство, поставки и розничная продажа питьевого этилового спирта» сделана прямая ссылка на вышеуказанное Постановление Совета Министров СССР от 10 ноября 1967 г. № 1029 (в соответствующей редакции). Заметим, что целевая установка этого постановления явно не та, что у упоминаемого ранее правового акта 1930 г. с созвучными словами: постановление ВЦИК и СНК РСФСР от 30 мая 1930 г. «О запрещении ввоза и продажи спиртных напитков в северных окраинах РСФСР».

Примером иного варианта пространственной локализации этих понятий служит «Перечень районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей с ограниченными сроками завоза грузов (продукции)», утвержденный Постановлением Правительства РФ от 23.05.2005 г. № 402 (в ред. от 31.03.2009 г.), по ряду позиций он уже Перечня по Постановлению Совета Министров СССР от 10 ноября 1967 г. № 1029 (в соответствующей редакции), а по ряду позиций шире его, в частности, содержит, например, Октябрьский район Еврейской автономной области. Именно этот вариант пространственной локализации используется Федеральным законом от 18 октября 2007 года № 230-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий», которым в Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» добавлена новая статья об особенности организации местного самоуправления в муниципальных образованиях, расположенных в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях с ограниченными сроками завоза грузов (продукции).

⁴ Необходимо отметить, что Постановление СНК СССР от 18 ноября 1945 г., которым было введено понятие «местности, приравненные к районам Крайнего Севера, было очень кратким, ибо только констатировало тот факт, что на утверждаемый перечень таких местностей распространяется действие Указа Президиума Верховного Совета СССР от 1 августа 1945 г. «О льготах для лиц, работающих в районах Крайнего Севера», со следующими изъятиями: а) лицам, работающим в этих местностях, выплачивается 10% надбавка к ставкам (окладам) по истечении каждого года работы; б) отпуска сверх установленных действующим законодательством предоставляются работникам с нормированным рабочим днем продолжительностью 12 рабочих дней, а работникам с ненормированным рабочим днем продолжительностью 24 рабочих дня за год работы». Собственно это было отражено также и в названии утверждаемого тем Постановлением Перечня – Перечень отдаленных местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, на которые распространяется действие Указа Президиума Верховного Совета СССР от 1 августа 1945 г. «О льготах для лиц, работающих в районах крайнего Севера», с пониженными процентными надбавками и размерами дополнительных отпусков».

Отметим еще ситуацию с пространственной локализацией районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, и с нормой по классификации экономических районов⁵. Это тем более важно, так как здесь мы выходим на такое понятие, как «экономическая зона Севера», существовавшее до 01.01.1997 г., замененное в последующем на «территории с дискомфортом условий жизнедеятельности населения».

Во введенном в действие с 01.07.1994 г. «Общероссийском классификаторе экономических районов. ОК 008-93», разработанном СОПС и ЭС Минэкономики и Минсотрудничества России и утвержденным Постановлением Госстандарта РФ от 30.12.1993 г. № 300, предназначенном для обеспечения стандартизации процессов сбора и машинной обработки данных статистической информации при анализе, регулировании и прогнозировании социально-экономического развития России и ее районов, оценке межрегиональных экономических связей, а также для формирования запросов потребителей в разрезе объектов классификатора. В качестве объектов классификации в перечне экономических подзон были названы: экономическая подзона Крайнего Севера (код ОКЭР 81), экономическая подзона местностей, приравненных к районам Крайнего Севера (код ОКЭР 82). Состав этих экономических подзон был представлен соответственно в приложениях Б и В. Откуда видно, что элементами этих подзон являлись элементы перечня районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, утвержденного постановлением Совета Министров СССР от 10 ноября 1967 г. № 1029 «О порядке применения Указа Президиума Верховного Совета СССР от 26 сентября 1967 г. "О расширении льгот для лиц, работающих в районах Крайнего Севера и в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера» (в соответствующей к тому времени редакции).

В качестве объекта классификации в ОК 008-93 в перечне экономических зон была названа экономическая зона Севера (код ОКЭР 80), состав которой был представлен в приложении Г, из чего следует, что территориально экономическая зона Севера (согласно ОК 008-93) была локализована пространством, объединявшим две указанные выше экономические подзоны. ОК 008-93 действовал до 01.01.1997 г., до этого времени и существовало нормативное определение экономической зоны Севера. Ныне аналогичного нормативного определения этого понятия нет.

С 01.01.1997 г. действует «Общероссийский классификатор экономических районов. ОК 024-95», разработанный СОПС и ЭС Минэкономики и Минсотрудничества России и утвержденный Постановлением Госстандарта РФ от 27.12.1995 г. № 640. В перечне экономических зон и макрозон этого документа нет экономической зоны 80 и экономических подзон 81, 82, которые были в таком перечне в ОК 008-93. Среди разделов ОК 024-95 имеется раздел с названием «Территории с дискомфортом условий жизнедеятельности населения» (раздел 10). Это название не представлено территорией в целом, а фигурирует только в качестве заголовка для двух отдельных территориальных экономических группировок: Районы Крайнего Севера (10.1), Местности, приравненные к районам Крайнего Севера (10.2). Эти экономические группировки полностью совпадали с перечнем элементов в подзонах 81 и 82 в ОК 008-93 соответственно. Таким образом, представленная в ОК 008-93 экономическая группировка с названием «экономическая зона Севера» в действующем в настоящее время ОК 024-95 отсутствует.

Что касается термина «Север» для времени, о котором пишет М.А. Сергеев в упомянутой выше статье, в законодательстве он был лишен самостоятельного значения. Вместе с тем понятие «Север» в начале 1930-х гг. активно использовалось в период составления второго пятилетнего плана. Группа Севера Госплана СССР дала свое определение пространственной локализации *экономического понятия Севера* в связи с промышленно-транспортным освоением новых территорий. Руководивший этой группой С.В. Славин в статье, помещенной в материалах проведенной в феврале 1932 г. Всесоюзной конференции по размещению производительных сил на Севере, отметил: «Границы Севера в основном покрывают границы так называемого Крайнего Севера, выделенного в целях особого планирования, в частности снабжения, постановлением СНК РСФСР от 8 сентября 1931 г. Поскольку выделение Крайнего Севера производилось с особыми задачами и включало в основном национальные образования, в отдельных районах границы Крайнего Севера находились южнее границы Севера в экономическом понимании. Так, к территории Крайнего Севера относится Сихотэ-алинский район и некоторые другие, но они не входят в границы Севера» [10, с. 16]. В дополнение к

⁵ В настоящее время эта деятельность регламентируется Постановлением Правительства РФ от 10.11.2003 № 677 «Об общероссийских классификаторах технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области».

данной ситуации необходимо отметить, что С.В. Славин указывал в статье на историческую динамичность границ такого *экономического понятия Севера*: «...вместе с широким освоением Севера южная его граница поднимется значительно выше, и из громадного массива Севера будут выделяться отдельные народнохозяйственные узлы и районы, которые через короткий промежуток времени уже нельзя будет относить к Северу» т.е. по мере развития производительных сил на осваиваемых территориях его локализации в пространстве со временем уменьшается⁶.

Будучи заместителем председателя образованной в 1954 г. Комиссии по проблемам Севера при Президиуме АН СССР С.В. Славин четко подчеркивал специфику своей концепции по пространственной локализации Севера, определяя границы северной зоны в своей монографии «Промышленное и транспортное освоение Севера СССР» (М.: Экономиздат, 1961). То же он делает и в следующей своей монографии «Освоение Севера» (М.: Наука, 1975), когда он относит к территории Севера слабо освоенные районы, расположенные к северу от обжитых, экономически развитых областей: территории Карельской АССР, Мурманской и Архангельской областей, Коми АССР, северные районы Пермской и Свердловской областей, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, северные районы Томской области, Бурятской АССР, Иркутской области, Туруханский и Игарский районы Красноярского края, Таймырский (Долгано-Ненецкий) автономный округ, Якутскую АССР, северные части Читинской, Амурской и Сахалинской областей, Хабаровского края, Магаданскую и Камчатскую области. В контексте настоящей статьи заметим, что в отличие от первоначально предложенного названия – Научный совет по технике для Севера – в названии образованного постановлением Государственного комитета СМ СССР по науке и технике от 20 июня 1966 г. Научном совете по проблеме создания машин, работающих в условиях низких температур, слово «Север» отсутствует [12, с. 18-19].

Необходимо отметить, что уже в первой Концепции социалистического освоения Севера, разработанной в 1932 г. Группой Севера Госплана СССР, одним из принципиальных положений называлось то, что с народнохозяйственных позиций Север как объект локализации нового хозяйственного освоения *нельзя рассматривать как однородное целое*. Проблемы такой территории могут быть решены только по конкретным *экономическим комплексам* [13]. Примечательно, что в качестве первоочередных работ Комиссии по проблемам Севера при Президиуме Академии наук СССР Президиум признал работы по изучению районов Северо-Востока – Магаданской и Камчатской областей, а также севера Якутии [12, с. 7].

Сегодня ярким нормативно-правовым выражением этого подхода в институциональном плане является Указ Президента РФ от 27 января 2007 г. № 87 «О Государственной комиссии по вопросам социально-экономического развития Дальнего Востока, Республики Бурятия, Иркутской и Читинской областей». Практическая значимость этого акта проявляется в *определении направлений совершенствования механизма согласования федерального и территориального уровней управления*. Проводя 16 июня 2009 г. совещание в ФГУ ГКЗ, В.В. Путин отметил, что в свое время и Западная Сибирь, и Кузбасс, и другие крупнейшие ресурсные центры создавались и обустроивались *как единые территориально-производственные комплексы*, и многое из прежнего опыта можно было бы позаимствовать. В качестве примера – перспектива создания единого проекта обустройства месторождений Ямала и севера Красноярского края [14].

Первым нормативным актом, в котором дано определение территории *Севера как юридической категории для установления льгот (гарантий и компенсаций)*, является Постановление Совета Министров РСФСР от 22 октября 1990 г. № 458 «Об упорядочении компенсаций гражданам, проживающим в районах Севера». Согласно данному постановлению процентная надбавка к заработной плате рабочих и служащих за непрерывный стаж работы стала основным признаком⁷, по которому в законодательстве о государственных гарантиях и компенсациях стало происходить определение тех *районов Севера, которые не относились* к районам Крайнего Севера и местностям,

⁶ Такой же позиции об историчности локализации территории Севера придерживался и канадский экономико-географ Л.Э Амлен, данное обстоятельство он иллюстрировал в 1979 г., в частности, применительно к районам залива Джемс, где создавался крупнейший гидропромышленный комплекс [11].

⁷ Установление процентных надбавок за стаж работы в местностях, не входящих в Перечень районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, было введено Постановлениями ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС от 6 апреля 1972 г. № 255 «О льготах для рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций, расположенных в Архангельской области, Карельской АССР и Коми АССР» и от 9 января 1986 г. № 53 «О введении надбавок к заработной плате рабочих и служащих предприятий, учреждений и организаций, расположенных в южных районах Дальнего Востока, Бурятской АССР и Читинской области».

приравненным к районам Крайнего Севера по Постановлению Совмина СССР от 03.01.1983 № 12 (в соответствующей редакции). Именно в такой трехчленной структуре районов Севера и был установлен с 1 января 1991 г *порядок начисления процентных надбавок для молодежи Севера*, в частности, для двух структурных составляющих районов Севера (в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, и в районах Севера, которые не относились к районам Крайнего Севера и местностям, приравненным к районам Крайнего Севера) – в размере 10% за каждые шесть месяцев работы. В Постановлении Верховного Совета Российской Федерации от 19 февраля 1993 г. № 4521-1 «О порядке введения в действие Закона Российской Федерации «О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях»» *районный коэффициент и процентная надбавка к заработной плате стали основными классифицирующими признаками в определении районов Севера для установления государственных гарантий и компенсаций*, предусмотренных этим законом. Пунктом 3 этого постановления установлено, что «государственные гарантии и компенсации, предусмотренные указанным законом, распространяются на районы Севера, в которых начисляются районный коэффициент и процентная надбавка к заработной плате, но не отнесенные к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям». Таким образом, была сформирована трехчленная структура Севера как юридической категории территориального регулирования государственных гарантий и компенсаций:

- районы Крайнего Севера;
- местности, приравненные к районам Крайнего Севера;
- остальные районы Севера, где установлены районный коэффициент и процентная надбавка к заработной плате [15].

Такая структура юридического определения понятия «Север» активно используется в нормативных документах по обеспечению трудовых прав. Так, в «Отраслевом соглашении по лесопромышленному комплексу Российской Федерации на 2009-2011 годы» в п. 2.3.3. записано: «Работникам, занятым на работах в районах Крайнего Севера и приравненных к нему местностях, предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск продолжительностью 24 календарных дня в районах Крайнего Севера и 16 календарных дней в приравненных к нему местностях. В остальных районах Севера, где установлены районный коэффициент и процентная надбавка к заработной плате, – 8 календарных дней (ст. 14 Закона РФ от 19.02.1993 N 4520-1 "О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях")»⁸.

Отдельная нормативная парадигма относительно пространственной локализации северных территорий (зон) прослеживается в строительных, санитарно-гигиенических и т.п. нормативных документах. При проектировании зданий и сооружений, при планировке и застройке городских и сельских поселений в «строительной климатологии» определена *северная строительно-климатическая зона* [16, с. 53] с выделением по суровости климата *трех районов*:

- наименее суровые условия;
- суровые условия;
- наиболее суровые условия (отметим, что территория Мурманской области не входит в северную строительно-климатическую зону).

⁸ Конкретная локализация остальных районов Севера была дана в Письме Госкомсевера РФ от 23.08.1993 № 2028 «Комментарий к Закону Российской Федерации "О государственных гарантиях и компенсациях для лиц, работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях"». Из текста Комментария: «В регионах, в которых начисляются районный коэффициент и процентная надбавка к заработной плате, но не отнесенных к районам Крайнего Севера и приравненным к ним местностям (п. 3 Постановления Верховного Совета Российской Федерации «О порядке введения Закона в действие»), наряду с установленными ранее применяются льготы, установленные статьей 14 закона (предоставление дополнительных отпусков продолжительностью 7 рабочих дней). ... Ежегодный дополнительный отпуск продолжительностью 7 рабочих дней предоставляется работникам регионов, в которых установлены районный коэффициент и процентная надбавка к заработной плате, т. е. проживающим в южных районах Республики Карелия, Дальнего Востока, Красноярского края, Иркутской и Читинской областей, а также в Республике Бурятия, Республике Тува, Республике Хакасия».

В «Гигиенических требованиях к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» определена *северная зона, как территория, расположенная севернее 58° с.ш.*⁹

Четкое уяснение проблем решаемых правовым статусом, данным *народам Севера* (30 народов) и действующим только в рамках этой номенклатуры, показало, что объективно *этот статус должен быть распространен на большее число коренных малочисленных народов, проживающих за Уралом.* Постановлением Правительства от 08.05.2009 г. № 410 был отменен «Перечень районов проживания малочисленных народов Севера», который был утвержден Постановлением Правительства РФ от 11.01.1993 г. № 22 (в ред. от 23.01.2000 г.), так как их правовой статус был распространен в целом на народы Севера, Сибири и Дальнего Востока (40 народов). В Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 04.02.2009 г. № 132-р, указанные народы в тексте концепции обозначены как малочисленные народы Севера.

Аналогичная ситуация имела место при законодательной локализации территорий, на которых были введены налоговые каникулы по добыче нефти. Такие льготы были установлены не только на участках недр, расположенных в ряде северных районов¹⁰, но также и на участках недр, расположенных полностью или частично в Азовском и Каспийском морях¹¹.

Именно проблемно-ориентированный подход позволяет сегодня совершенствовать законодательство с прицелом на решение насущных проблем, а не на какую-то заданную виртуальную территорию под названием Север.

То же самое можно сказать и относительно определения «Арктика». Еще в 1960-х гг. авторы монографии [17] пришли к заключению, что «обилие условий, характеризующих Арктику и в то же время не совпадающих друг с другом, фактически исключает возможность получить исчерпывающее определение этого понятия. Они предлагают *рассматривать термин «Арктика» лишь как группу концепций,* которые позволяют ограничить круг вопросов, описываемых частными научными дисциплинами, но отнюдь не как территорию с четкими границами» [18, с. 18].

Уяснение действующей пространственной локализации концепции Севера как юридической категории территориального регулирования государственных гарантий и компенсаций [19] позволяет четко оценить последствия принятия рекламируемого законопроекта о районировании Севера, внесенного членами Комитета Госдумы по проблемам Севера и Дальнего Востока в Правительство РФ в конце 2006 г. Свои недоумения по этому поводу озвучил член Совета Федерации от Архангельской области, заместитель председателя Комитета Совета Федерации по делам Севера и малочисленных народов Ю. С. Сивков: «Если присмотреться, то окажется, что первые две позиции идентичны признакам, применимым к районам Крайнего Севера. Третья зона аналогична территории, приравненной к ним. Зачем тогда менять шило на мыло?» [20]. Действительно, в названии проекта соответствующего закона отсутствует указание на целевую установку такого районирования. Выделяемые в нем зоны именуется «районами Крайнего Севера» и «территориями, приравненными к районам Крайнего Севера». Вместе с тем, в предложенном проекте Федерального закона «О перечне районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей» в ст. 2 слово «Север» ограничено такой формулировкой: «В целях дифференцированного подхода к установлению государственных гарантий и компенсаций для лиц, работающих и проживающих на *территории*

⁹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.10.2001 г. № 21 «О введении в действие СанПиН 2.2.1/2.11.1.1076-01» (вместе с «Санитарными правилами и нормами «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территории»).

¹⁰ Федеральным законом от 27.07.2006 г. № 151-ФЗ «О внесении изменений в главу 26 части второй Налогового кодекса Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» с 1 января 2007 г. налоговые каникулы были установлены на участках недр, расположенных полностью или частично в границах Республики Саха (Якутия), Иркутской области, Красноярского края, Федеральным законом от 22.07.2008 г. № 158-ФЗ «О внесении изменений в главы 21, 23, 24, 25 и 26 части второй Налогового кодекса Российской Федерации и некоторые другие акты законодательства Российской Федерации о налогах и сборах» с 1 января 2009 г. налоговые каникулы введены на участках недр, расположенных полностью или частично на территории Ненецкого автономного округа, полуострове Ямал в Ямало-Ненецком автономном округе, а также на участках недр, расположенных севернее Северного полярного круга полностью или частично в границах внутренних морских вод и территориального моря, на континентальном шельфе Российской Федерации.

¹¹ Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 158-ФЗ.

Севера РФ, утвердить перечень районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей согласно приложению к настоящему Федеральному закону».

С юридической точки зрения пространственная локализация действующей ныне концепции понятия о районах Севера как юридической категории территориального регулирования государственных гарантий и компенсаций уменьшается до районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, т.е. из нее *исключаются остальные районы Севера с численностью населения 9.4 млн чел.*, где установлены районные коэффициенты и полярные надбавки. Только относительно местностей, приравненных сегодня к районам Крайнего Севера, которые могут не попасть в новый урезанный «балльный Север», есть некая десятилетняя отсрочка. Согласно ст. 8 законопроекта «О районировании Севера РФ» «действующие на день вступления в силу настоящего Федерального закона гарантии и компенсации для лиц, работающих в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, не включенных в территорию Севера в соответствии с настоящим Федеральным законом, сохраняются в течение десяти лет или до утверждения нового районирования территории РФ, а также гарантий и компенсаций для лиц, работающих и проживающих в указанных местностях». Кроме того, в соответствии со ст. 146 и 423 Трудового кодекса РФ, термин «дискомфортность», если он будет введен федеральным законом, определит понятие «местности с особыми климатическими условиями», а значит, *районы, где ныне установлены только районные коэффициенты*, т.е. оказавшиеся «комфортными» районы, автоматически *лишаются районных коэффициентов*. Таковы были бы социальные последствия рассматриваемой законодательной инициативы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сергеев М.А.* К вопросу о применении термина «Крайний Север» // *Летопись Севера*. Т. 1. М.:Л.: Изд-во Главсевморпути, 1949. С. 189-208.
2. *Ленин В.И.* Развитие капитализма в России / В.И. Ленин Полн. собр. соч. 5-е изд. Т. 3. М.: Госполитиздат, 1960. 791 с.
3. *Гилнопиус Л.* Север Европейской России // *Вопросы колонизации*. 1917. № 20. С. 86-135.
4. *Чиркин Г.* Колонизационные задачи на Русском Севере // *Вопросы колонизации*. 1917. № 20. С. 1-14.
5. *Бернштам Т.М.* Поморы. Формирование группы и системы хозяйства. Л.: Наука, 1978. 176 с.
6. *Круглов А.* Северное законодательство // *Советский Север*. 1931. № 1. С. 190-229.
7. *Скачко А.* Десять лет работы Комитета Севера // *Советский Север*. 1934. № 2. С. 9-21.
8. *Киселев А.А., Киселева Т.А.* Советские саамы: история, экономика, культура. 2-е изд., перераб. и доп. Мурманск: Кн. изд-во, 1987. 208 с.
9. *Сергеев М.А.* Комитет содействия народностям северных окраин // *Летопись Севера*. Т. III. М.: Изд-во Географической литературы, 1962. С. 72-81.
10. *Славин С.В.* Размещение производительных сил на Севере во втором пятилетнем плане // *Проблемы Севера. Труды Первой всесоюзной конференции по размещению производительных сил Союза СССР*. Т VIII. М.: Изд-во Общества изучения «Советской Азии», 1933. С. 11-65.
11. *Hamelin L.E.* Canadian Nordicity. Montreal, 1979.
12. Межведомственной Комиссии по проблемам Севера – 15 лет // *Летопись Севера*. Т. V. М.: Мысль, 1971. С. 6-26.
13. *Славин С.В.* К сорокалетию I Всесоюзной конференции по размещению производительных сил Севера // *Летопись Севера*. Т. VI. М.: Мысль, 1972. С. 28-39.
14. *Полянцева И.В., Матвейчук С.Е., Совецание В.В.* Путина в ФГУ ГКЗ дает старт реформированию системы управления минеральными ресурсами // *Недропользование XXI век*. 2009. № 4. С. 3-10.
15. *Тараканов М.А.* Прошлое, настоящее и перспектива процентных надбавок и районных коэффициентов на Севере // *Уровень жизни населения регионов России*. 2009. № 4. С. 71-83.
16. Строительные нормы и правила Российской Федерации. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП. 2000.
17. *Sater J.E.* (ed). The Arctic Basin. Washington, 1969.
18. *Петров Л.С.* Границы Арктики и принципы ее определения // *Труды ААИИ*. Т. 304. Л.: Гидрометиздат, 1971. С. 18-35.
19. *Тараканов М.А.* Север как юридическая категория для установления государственных гарантий и компенсаций // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2007. № 8. С. 39-43.
20. *Иванов В.* Кто на Севере крайний // *Российская газета (Поморский край)*. 2007 г. 25 апреля

Сведения об авторе

Тараканов Михаил Афанасьевич – старший научный сотрудник, e-mail: tarakanov@iep.kolasc.net.ru

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОГО РЫБОЛОВСТВА НА МУРМАНЕ

А.М. Васильев, Ю.Ф. Куранов

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН

Аннотация

Эффективное решение социально-экономических проблем, обозначенных в «Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации до 2020 года» и «Стратегии развития Мурманской области до 2025 года» невозможно без расширения и модернизации прибрежного рыболовства и береговой рыбопереработки. Это связано с тем, что океанический промысел не может выступать в качестве основного звена по наращиванию производства рыбопродукции с высокой добавленной стоимостью, вследствие его большой трудоемкости и малочисленности экипажей.

В статье обоснованы направления совершенствования основных законодательных и нормативных актов и организации прибрежного промысла, обновления флота и промыслового оборудования, что позволит:

- обеспечить большую занятость населения;
- сократить время пребывания в море;
- повысить экономическую эффективность переработки уловов;
- перераспределить природную ренту между добычей и переработкой;
- улучшить снабжение населения высококачественной рыбопродукцией.

Ключевые слова:

рыбная отрасль, социально-экономическое значение, Баренцево море, прибрежный промысел, проблемы, решение.



В Концепции федеральной целевой программы «Повышение эффективности использования и развития ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах» [1] и в «Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации до 2020 года» [2] поставлены следующие задачи:

- обеспечение устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса для удовлетворения растущего спроса населения Российской Федерации на рыбные товары при опережающем росте предложения отечественной рыбной продукции с высокой долей добавленной стоимости;

- обеспечение перехода развития рыбохозяйственного комплекса от экспортно-сырьевого типа к инновационному;

- создание новых технологий добычи водных биологических ресурсов, глубокой и комплексной переработки сырья;

- развитие рыбоперерабатывающих мощностей и укрепление позиций России на мировом рынке рыбной продукции на основе повышения степени ее переработки.

Уже на первом этапе Концепцией (2008-2012 гг.) предусматривается «разработка мер по развитию рыбоперерабатывающего сектора». Главными из них (в целях обеспечения береговых производств высококачественным рыбным сырьем по доступным ценам, а населения – свежей и охлажденной рыбопродукцией) должны являться развитие добычи пелагических рыб высокопроизводительными судами без морозильных установок и увеличение масштабов прибрежного рыболовства донных гидробионтов.

Известно, что на большинстве промысловых судов Европейского Севера России, добывающих донные виды гидробионтов, способны вырабатывать лишь обезглавленную, потрошеную рыбопродукцию, не относящуюся к высокотехнологичной. Филетировочными машинами оборудованы всего 15-20% общего количества траулеров, находящихся в эксплуатации. Интервью с судовладельцами свидетельствуют, что и эту технику часто не используют по двум причинам: при больших уловах – из-за высокой трудоемкости производства филе, что не позволяет эти уловы обрабатывать, в других случаях – по коммерческим соображениям.

Расчеты показывают, что в последние годы экспортная стоимость 1т улова трески (при использовании ее на филе) в 1.4-1.5 раза выше, чем при направлении на выпуск потрошеной обезглавленной продукции. Однако трудоемкость изготовления филе необесшкуренного машинной разделки выше в 1.63 раза, бесшкуреного с дообработкой – примерно в 2 раза [3]. Последний фактор при малочисленности судовых экипажей зачастую оказывается решающим: при высоких уловах большую валовую стоимость и прибыль можно иметь при переработке трески на обезглавленную потрошеную рыбу. Кроме этого, реализовать треску разделанную легче, чем филе. Она на Западных рынках рассматривается как полуфабрикат для дальнейшей переработки. Таким образом, с точки зрения частных коммерческих интересов, переработка трески и пикши на судах при высоких уловах на потрошеную обезглавленную рыбу является предпочтительной. Вследствие этого судовые филетировочные мощности используются лишь на 20% [4], производство филе на судах Мурманской области составляет 4-7 тыс. т в год, или менее 2% от общего объема выпуска продукции на судах. (табл. 1) [5], а народнохозяйственный эффект от добычи и переработки морских биоресурсов уменьшается.

Заметим также, что рыбомучные установки (РМУ), позволяющие комплексно перерабатывать рыбное сырье (не выбрасывать за борт отходы от разделки), имеются лишь на ~ 35% промысловых судов Северного бассейна, осуществляющих промысел донных гидробионтов.

Таблица 1

Производство филе на северном бассейне, т

Место производства	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2009 г. по отношению к 2004 г., %
На судах	8322.2	7746.5	8194.0	6100.9	7659.0	н/д	91.0 ¹⁾
На береговых предприятиях	2549.5	5294.4	7168.3	5462.2	6155.1	н/д	241.4 ¹⁾
Всего	10871.7	13040.9	15359.3	11562.2	13814.1	10292.4	94.7

¹⁾ Отношение 2008 г. к уровню 2004 г.

Переработка пелагических видов рыб на промысловых судах в большинстве случаев сводится к заморозке. Рыборазделочной техникой оборудованы лишь 11 больших автономных супер-траулеров типа «Моонзунд» (РТМК-С) и несколько судов других типов. Интервью с владельцами этих судов показывает, что использовать рыборазделочную технику в соответствии с ее номинальной производительностью не представляется возможным в виду ограниченного спроса на разделочную рыбу, в основном из-за ее цены.

Из изложенного следует, что океаническое рыболовство на Европейском Севере не может выступать в качестве основного звена по наращиванию производства рыбопродукции с высокой добавленной стоимостью, какой являются филе, клипфиск и т.п. Это подтверждает и опыт стран с развитым морским рыболовством. Проблема высокотехнологичной переработки морских гидробионтов должна решаться на береговых производствах. Оно менее затратно по трудовым ресурсам и вспомогательным материалам, не имеет жестких ограничений по площадям. Однако в нынешних условиях увеличение объема и ассортимента выпуска продукции глубокой переработки на береговых заводах сдерживается устаревшими технологиями и оборудованием, а также недостатком рыбного сырья по эффективным ценам (по ценам, которые позволяют выпускать рентабельную и ликвидную продукцию с высокой добавленной стоимостью). Основными поставщиками такого сырья и полуфабрикатов должны стать суда прибрежного лова. Наше убеждение в этом основывается на данных успешного функционирования берегового рыбопромышленного комплекса до 1990 г., когда в составе флота Северного бассейна эксплуатировались рефрижераторные траулеры с незаконченным рыбоперерабатывающим циклом типа ПСТ «Баренцево море» и другие, а также на примере норвежского рыболовства, где свыше 70% квот донных видов гидробионтов и большая часть пелагических рыб осваиваются и поставляются на береговые предприятия небольшими судами прибрежного лова и высокопроизводительными сейнер-траулерами [6]. Приведенные данные, не открывая Америки, убедительно свидетельствуют, что береговое производство в первую очередь является слугой флота, работая в единой технологической цепи. Если таких потребностей нет –

оно деградирует, несмотря на различные меры поддержки со стороны законодательных и исполнительных властей, что сдерживает производство высокотехнологичной инновационной продукции.

Исследование ситуации, сложившейся в рыбной отрасли Северного рыбопромышленного бассейна, показывает, что в условиях малых масштабов развития прибрежного промысла береговые производители рыбной продукции с высокой добавленной стоимостью основную ставку в вопросе обеспечения сырьем делают на использование мороженой рыбы, которая должна поставляться в Мурманск в соответствии с законодательными нововведениями 2008 года. Наблюдается модернизация рыбофабрик и установка оборудования по размораживанию рыбы и производству филе шоковой заморозки типа YQF. Выстраиваются различные финансовые и организационно-правовые схемы для приобретения оборудования и оплаты сырья. Однако, как показывает анализ материалов, все они требуют той или иной поддержки и одобрения федеральных и региональных властей, что в лучшем случае приведет к задержке их осуществления, а, возможно, и к признанию непригодными.

Существует также мнение, что замороженная и дефростированная продукция теряет часть своих полезных свойств (до 20-30%). Например, Панев И.В. в статье «У европейского производителя мы выиграем, а с бразильцами – поборемся» пишет, что дефростированная свинина теряет до 30% полезных веществ [7]. *Из изложенного можно сделать вывод, что изготовление высокотехнологичной продукции высокого качества без потерь аминокислот и других элементов возможно только из свежего охлажденного сырья, которое можно добывать в прибрежье, а мороженую рыбу целесообразно использовать в качестве альтернативного для обеспечения ритмичности в работе заводов.*

Таким образом, улучшение снабжения населения и увеличение выпуска высокотехнологичной продукции в рыбной отрасли необходимо связывать, прежде всего, с расширением масштаба прибрежного рыболовства, а если говорить предметно – с объемами поставок свежего и охлажденного сырья и полуфабрикатов, а также с инновационной модернизацией флота и береговых предприятий.

В последние годы в Мурманске и области, из-за недостатка рыбного сырья по эффективным ценам, прекратило производственную деятельность значительное количество рыбоперерабатывающих предприятий, использующих в виде сырья пелагические виды рыб. В частности, почти прекратилось производство консервов. Увеличение масштабов прибрежного лова, наоборот, позволило оживить деятельность нескольких заводов и организовать новые производства по выпуску качественной, конкурентоспособной продукции из донных видов рыб.

Наряду с обоснованной целесообразностью развития прибрежного рыболовства в целях выполнения задач, предусмотренных основополагающими федеральными прогнозными документами, прибрежный промысел на Европейском Севере имеет ряд преимуществ, в сравнении с океаническим.

Вся выловленная рыбопродукция из прибрежья круглый год доставляется только на мурманский берег, где и осуществляется ее реализация и дальнейшая промышленная переработка, создавая тем самым дополнительные рабочие места, способствуя постоянной экономической деятельности предприятий и созданию добавленной стоимости при более высокотехнологичной переработке рыбопродукции именно в нашем регионе. Снабжение предприятий (топливо, промвооружение, продовольствие), потребление работ, услуг (судоремонт, портовые услуги и т.д.) также осуществляются только на территории г. Мурманска и области, что в свою очередь, снова обеспечивает мультипликативный эффект: занятость населения, возможность осуществления своей хозяйственной деятельности другим предприятиям (заработная плата, налоги, прибыль, инвестиционная деятельность и т.д.).

Участвуя в обеспечении продовольственной безопасности страны и в решении экономических проблем региона, прибрежное рыболовство имеет преимущества, по сравнению с океаническим, и в социальных аспектах. Так, короткие рейсы позволяют плавсоставу рыбопромысловых судов значительно чаще общаться с членами своих семей, тем самым снимая психологическую напряженность в семейных отношениях, воспитании детей, позволяя поддерживать более комфортный микроклимат в семьях мурманчан. Сами предприятия прибрежного промысла зарегистрированы и осуществляют свою деятельность на территории Мурманска и области и проводят кадровый набор плавсостава из жителей г. Мурманска и области, обеспечивая занятость населения, а также стимулируя потребность обучения морским специальностям в учебных заведениях г. Мурманска. Восстановление и развитие прибрежного рыболовства позволило создать ~ 2 тыс. рабочих мест, что составляет 17.4 % от общего числа занятых в рыбной отрасли.

Повышение экономической эффективности прибрежного лова сдерживается несовершенством некоторых законодательных и нормативных актов, недочетами в организации промысла. Так, оформление выходов в море и приходов, таможенных и ветеринарных процедур возможно только в Мурманске. Существуют сложности с использованием иностранного капитала и с пересечением границы территориального моря. Сказывается и рост расходов, связанных с реализацией рыбопродукции.

К развитию прибрежного промысла следует подходить комплексно: с учетом применяемых судов, орудий лова, производимой продукции и цен на нее. Во всем мире в этих целях используются маломерный флот, преимущественно пассивные орудия лова, так как это позволяет снизить затраты на топливо и другие статьи расходов. Однако в прибрежном рыболовстве на Мурмане предпочтение, как и на океаническом лове, отдается тралам. Из 150 имеющихся малых и маломерных судов автоматическими ярусными установками оборудованы только 5 единиц. Траловый лов, по сравнению с ярусным, более производителен, но не энергоемок. Расчеты показывают, что на 1 кг вылова при использовании тралов малыми судами затрачивается около 6 кг дизельного топлива, что примерно в 2.4-2.8 раз больше, чем на ярусном. Рыба, добываемая ярусами, имеет большую цену и доставляется на берег только в свежем и охлажденном виде. В некоторых странах квотами поощряется доставка на берег уловов в неразделанном виде. Государственные органы участвуют в формировании цен на сырье для береговых предприятий. В российских нормативных актах эти два разных вида деятельности уравниваются по экономическим критериям, техническим и другим признакам. Например, имеющееся в прежних документах положение о реализации продукции только в охлажденном виде в новой редакции закона «О рыболовстве...» изъято. *Если ситуация не будет срочно исправлена, то нынешние суда будут замещаться морозильными. Именно это уже произошло с океаническими судами, и прибрежный промысел на Мурмане утратит право на существование.*

Необходимость наличия в нормативных документах, регламентирующих прибрежный лов, положения о производстве рыбопродукции только в свежем виде важна и по той причине, что она является наиболее ценной в пищевом отношении и стоимость ее реализации может быть выше, что может несколько усилить позиции прибрежного рыболовства в конкурентной борьбе «за место под солнцем» с океанистами. Так, по данным Токийского оптового рынка Цукидзе, цены складываются по следующей шкале (в баллах): живая рыба – 100, охлажденная – 50, мороженая – 25, соленая – 20 [8]. Такую дифференциацию цен сформировал рынок рыбодобывающих стран. В особом положении находится только Россия, где продажа рыбопродукции до недавнего времени осуществлялась только в мороженом виде.

В целях увеличения масштабов прибрежного рыболовства необходимо улучшить правовое обеспечение деятельности рыболовства, провести укрупнение добывающих организаций и их интеграцию с рыбообработкой, увеличить квоты водных биологических ресурсов, провести обновление флота и его промыслового оснащения.

В «Законе о рыболовстве и сохранении водных ресурсов» (с учетом всех поправок) в отношении прибрежного рыболовства до сих пор нет четкого определения ни районов лова (имеется ввиду удаление береговой черты), ни используемых судов, ни применяемых орудий лова. Не определены и цели развития прибрежного промысла, что позволяет «океанистам» обосновывать нецелесообразность его развития. Похоже, что и у федеральных властей в этом вопросе также нет полной ясности. Подтверждением этого, по нашему мнению, является распределение квот трески и пикши на 2010г. При общем увеличении российской части ОДУ на 61 тыс. т, доля прибрежки не возросла. Законодательные «недомолвки» также могут свидетельствовать об этом.

Существуют разные мнения о ширине зоны прибрежного лова, обосновываемые биологическими, правовыми, историческими, организационными и другими факторами. По нашему мнению, она должна быть в пределах 50-60 от границ внутреннего моря. По современным данным, ПИНРО в этой зоне Баренцева моря промысловые запасы позволяют добывать 55-75 тыс. т традиционных видов рыб (40-50 тыс. т трески, 10-20 тыс. т пикши, 5 тыс. т сайды, морской камбалы, зубаток, камбалы-ерша, окуней), 11-23 тыс. т промысловых беспозвоночных (2 тыс. т исландского гребешка, 5-15 тыс. т северной креветки, 3-5 тыс. т камчатского краба, ~ 1 тыс. т морского ежа и других перспективных объектов промысла). Это примерно совпадает с потребностями в сырье предприятий «Ассоциации переработчиков трески». Кроме того, в обозначенной зоне можно в значительных объемах заготавливать морские водоросли: ламинарию и фукоиды.

Как известно, в настоящее время большая часть морских биологических ресурсов не квотируется, что означает добычу их в заявленном порядке. Среди них такие ценные виды рыб как

камбала, зубатка, сайда, креветка северная и т.д. Однако компании прибрежного рыболовства не используют возможности добычи неkvотируемых объектов, довольствуясь, в основном, треской и пикшей. В связи с этим целесообразно разработать экономический механизм развития промысла неkvотируемых рыб и морепродуктов. Например, увязать увеличение квот трески, пикши и краба с добычей неkvотируемых гидробионтов.

Общее количество малых и маломерных судов, которые можно отнести на Северном бассейне к прибрежному рыболовству, в настоящее время составляет около 150 ед. Основными типами судов является малые рыболовные траулеры типа «Балтика» (~ 45 ед.), малые сейнеры разных типов и различные катера. Основные орудия лова – трал и ручные яруса. Возраст 80% судов свидетельствуют о необходимости их замены. В настоящее время имеется значительное количество современных проектов малых судов, которые могут быть построены на российских верфях (табл. 2).

Таблица 2

Таблица наиболее востребованных судов прибрежного лова, с целью их приобретения на перспективу

Название	Проект	Место постройки
Малый рыболовный траулер морозильный (МРТМ)	21060	КБ «Восток», ФГУП ЦНИИ «Технологии судостроения»
Малый рыболовный ярусник	На базе проекта 21060	КБ «Восток» ФГУП ЦНИИ «Технологии судостроения»
Малый кормовой рыболовный траулер морозильный (МКРТМ)	12961, типа Лаукува	ССЗ «Авангард», г. Петрозаводск
Малый рыболовный траулер рефрижераторный	1328, типа «Балтика»	АООТ «Сосновский ССЗ», Кировская обл., г. Сосновка; Сретенский ССЗ, Читинская обл., п. Кокуй
Добывающее судно рефрижераторное (ДС-150)	13035	Амурский СЗ, ЗАО «Балтгазстройкомплект», Калининградская обл., г. Советск
Малое рыболовное судно (МРС)	13311	ЦКБ «Шхуна», Украина, ОАО «Вымпел», г. Ярославль
Рыбопромысловый бот (МРБ)	333, типа «Ладога»	МПКБ г. Санкт-Петербург, ОАО «Новоладожский судоремонтный завод»
Рыболовный сейнер (РС 03)	Проект СРЗ «Нерпа»	Мурманская обл., г. Снежногорск
Средний сейнер (СЧС-225)	1330 типа «Керчанин»	
Малый траловый бот	70001 типа «Пирита»	Завод промышленного судостроения, г. Советск
Стальной бот (СТБ)	390А типа «Смена»	Волго-каспийский СРЗ, г. Астрахань
Малое добывающее судно (МДС)	1338К	Завод им. Окт. Революции, г. Благовещенск
Малый траловый бот	82185 «Аякс»	ЗАО «Минибот», г. Ярославль
Малый траловый бот БП-18		ОАО «Вымпел», г. Ярославль

Строительство новых судов для прибрежного лова на Мурмане целесообразно ориентировать на пассивные виды лова: ярусный, сетной, учебный, неводной, снуроводный, ловушечный и водолазный. Драговое вооружение необходимо для добычи гребешка и водорослей, пелагические тралы – для мойвы. Суда целесообразно адаптировать под несколько орудий лова.

В Северном рыбопромышленном бассейне почти прекратилось производство консервов и пресервов. В 2009 г. их было выпущено 15 тыс. 444 тубы, что по сравнению, например, с 1980 г. составляет всего 8.1%. Причиной этого является высокая стоимость мороженого сырья. Решить проблему можно путем приобретения и включения в состав прибрежного флота ~ 5-10 небольших сейнер-траулеров с RSW-танками. О выгоде этого мероприятия свидетельствуют поставки норвежскими судами мойвы, сельди, сайды и пикши на Мурманский рыбокомбинат. Сейнер-траулерам с RSW – танками, включенными в состав прибрежного флота для добычи пелагических гидробионтов и доставки их на береговые заводы, район промысла ограничивать нецелесообразно.

Государственная политика в сфере совершенствования природопользования, в том числе и в рыбной отрасли, должна заключаться в стимулировании рационального использования биоресурсов. В этих целях во многих странах с развитым рыболовством предпочтение отдается развитию

прибрежного рыболовства малым флотом, длиной до 30 м. Для добычи массовых видов рыб (мойвы, сельди, скумбрии и др.) используется преимущественно кошельковый лов, который более производителен и менее энергоемок тралового. На промысле донных гидробионтов, наряду с тралами, широко применяются яруса, сети, снорреводы и другие орудия лова, позволяющие экономить топливо и вести более селективный промысел. Суда с незаконченным циклом переработки (без морозильных установок), как правило «привязаны» к береговым перерабатывающим предприятиям. Все это позволяет:

- обеспечивать большую занятость населения;
- сокращать время пребывания рыбаков в море;
- повышать экономическую эффективность переработки уловов;
- образовывать значительную добавленную стоимость;
- перераспределять природную ренту между добычей и переработкой путем проведения переговоров о цене сырца и полуфабриката;
- обеспечивать развитие небольших поселений и большую экономичность промысла.

В северных европейских странах, США и Канаде добывающие суда длиной более 30 м в общей численности флота составляют не более 5%. Например, в Норвегии удельное значение малого флота в общей численности равно 96.7%, пассивными орудиями добывается 50-60% общего объема улова. В других странах с развитым рыболовством в Северной Атлантике ситуация, примерно, такая же.

Будущее прибрежного рыболовства необходимо связывать с ростом доходов населения и продажей рыбы и морепродуктов в живом и охлажденном виде, как это наблюдается в большинстве развитых стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция федеральной целевой программы «Повышение эффективности использования и развития ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах»: утв. распоряжением Правительства РФ 7 мая 2008 г. № 681-Р. Режим доступа: http://fcp.vpk.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewHtml/View/2010/npd_law.htm.
2. Концепция развития рыбного хозяйства РФ до 2020 г. (собрание законодательства РФ, 2003, # 36, ст. 3557), с изменениями, утвержденными распоряжением Правительства РФ от 21 июля 2008 г. № 1057-р.
3. Пути повышения производительности труда на траловом флоте Северного бассейна / ПИНРО. Мурманск, 1970. 250 с.
4. Рыболовство и производство рыбной продукции в Мурманской области // Тер. орган Федеральной службы гос. статистики по Мурманской области. Мурманск, 2006 г., 2007г., 2008г., 2009г. 31 с.
5. Рыболовство и производство рыбной продукции в Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики // Тер. орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Мурманск, 2006, 2007, 2008. 29 с.
6. Fishery Statistics / Official Statistics of Norway. Oslo ; Kongsvinger, 2005. С. 63.
7. Панев И.В. У европейского производителя мы выиграем, а с бразильцами – поборемся // Невское время. 2008. 27 мая № 94 (4126).
8. Студенецкий С.А. Социальное значение рыбной отрасли для России // Рыбное хозяйство. 1994. № 4. С. 3-9.

Сведения об авторах

Васильев Анатолий Михайлович – д.э.н., ст. научный сотрудник, зав. отделом, e-mail: vasiliev@pgi.ru

Куранов Юрий Федорович – к.э.н., вед. научный сотрудник, e-mail: ark_centra@pgi.ru

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПРОПОРЦИИ И ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ В САДОВО-ПАРКОВОМ ДИЗАЙНЕ

В.К. Жиров, А.А. Шестаков

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН

Аннотация

Приведены предварительные результаты экспериментальных исследований привлекательности пропорций. Установлено, что человек воспринимает незначительные отклонения формы наблюдаемых объектов от некоторой (социальной) нормы как приятные. Однако существенные отклонения от названной нормы, как правило, вызывают у него негативную эмоциональную реакцию.

Ключевые слова:

коэффициент формы, эстетические предпочтения, выбор вариантов, функция выбора, уровень адаптации.



Специфическим направлением в ландшафтном дизайне следует считать проектирование и эксплуатацию малых и средних парков лечебно-оздоровительной и реабилитационной ориентации. Как и в классической ландшафтной архитектуре, в рассматриваемом случае основной задачей остается построение жизненных пространств под открытым небом, которые формируются с помощью зеленых насаждений, естественного или искусственного рельефа, малых архитектурных форм и, возможно, декоративных водоемов [1-2]. Однако функциональные требования (определяемые профилем проектируемого парка) к организации пространства здесь становятся доминирующими наряду с конструктивными и художественно-эстетическими соображениями, а учет личностных предпочтений к особенностям организации формируемых пространств в рамках отдельных (специально выделенных и малочисленных) социальных групп выдвигается на передний план.

Наиболее комфортными жизненными пространствами для человека, с точки зрения современной психологии, должны являться пространства, выдержанные в пропорциях золотого сечения, поскольку именно они «созвучны пропорциям человеческого тела» и идеально отвечают «пропорциям самой природы» [3-4]. Заметим, что данная (известная также как антропологическая) точка зрения равносильна предположению о существовании у каждого человека некоторого подсознательного биологически обусловленного механизма формирования эстетических предпочтений.

Имеется также социальное направление в толковании эстетических предпочтений. Согласно которому существует некоторая социальная норма, отвечающая адаптационному уровню человека [5]. Эта социальная норма формируется как на основе биологических предпочтений, так и в результате накопления соответствующего социального опыта. Для каждого индивида собственный уровень социальной нормы нейтрален, а эмоциональная реакция возникает лишь при отклонениях наблюдаемых объектов от его социальной нормы. Таким образом, в данном случае всякое эстетическое событие эквивалентно нарушению социальной нормы, но об этом нарушении, естественно, можно говорить лишь тогда, когда названная социальная норма определена.

Последним, третьим фактором, часто используемым в экспериментальной эстетике, обычно выступает личностный фактор, который позволяет акцентировать внимание на соответствующих личностных мотивах конкретного индивида в его эстетических предпочтениях.

Наиболее ощутимым неудобством типичных (классических) методов экспериментальной эстетики представляется откровенная вербальность используемых суждений, которая позволяет получать лишь качественные представления о впечатлениях от исследуемых объектов. Привлечение математических методов к психологическим исследованиям позволяет выйти за рамки интроспекции, поскольку предоставляет возможность количественно описывать и объективно сравнивать наблюдаемые эстетические явления. По этой причине в настоящей работе был активно использован метод фиксации выбора респондентами из одиночных, парных и множественных предъявлений оцениваемых объектов, являющийся общепринятым в математической теории выбора вариантов. Это позволило в предположении о парнодоминантности механизма формирования эстетических

предпочтений человека построить в явном виде индивидуальные и коллективные функции выбора, в контексте настоящей работы интерпретируемые как функции (эстетических) предпочтений. Функция выбора вариантов $\psi(t)$ является однозначной функцией коэффициента формы t объекта предъявления и одновременно играет роль структуры искомого механизма формирования предпочтений:

$$M_{\pi}^{\psi} = \langle \psi(t), \pi \rangle, \quad (1)$$

где правило выбора $\pi : x \in C(X) \Leftrightarrow \neg(\exists z \in X)(\psi(t(z)) > \psi(t(x)))$.

Содержательно правило выбора π из (1) означает следующее: объект x из множества X с коэффициентом формы равным $t(x)$ попадает в выбор $C(X)$ (т.е. признается эстетически наиболее привлекательным), если значение функции предпочтений на его коэффициенте формы оказывается не меньшим чем ее значения на коэффициентах формы остальных объектов из X .

Экспериментальные исследования эмоциональных реакций на изменение формы двумерных объектов проводились в трех группах респондентов, которыми являлись пациенты ГУЗ «Мурманская областная психиатрическая больница». Названные три группы респондентов далее фигурируют под условными наименованиями D-05, D-07 и D-10. По численному составу они характеризуются так: в группе D-05 было 14, в группе D-07 – 7, а в группе D-10 – 15 респондентов.

Объектами предъявлений являлись цветные карточки с изображенными на них геометрическими фигурами: треугольниками, прямоугольниками и овалами. Форма каждой из фигур характеризовалась коэффициентом формы, численно равным значению пропорции фигуры (т.е. отношению ее большего размера к меньшему). Пропорции, использованные для тестовых фигур, определялись первыми шестью членами ряда Фибоначчи, что позволило более-менее симметрично распределить их типоразмеры по отношению к золотому сечению. Результаты предварительного анализа проведенных опросов представлены на рис. 1-3. На всех графиках по оси абсцисс отложены отклонения коэффициента формы фигур от золотого сечения, а по оси ординат – ненормированная количественная оценка эмоциональной реакции респондентов по соответствующей ранговой шкале, выбранная таким образом, чтобы для каждой из рассматриваемых функций предпочтений реакция на адаптационный уровень формы была нейтральной.

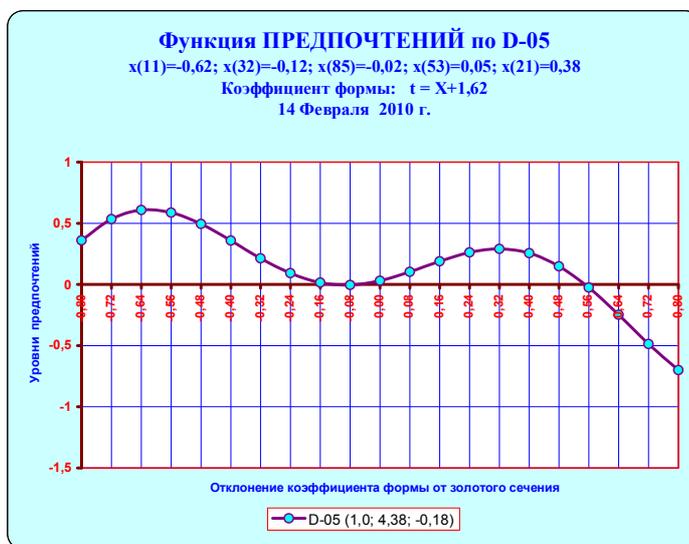


Рис. 1. Функция эстетических предпочтений по группе D-05

Из графика, представленного на рис. 1, следует, что уровень адаптации (социальная норма) группы респондентов D-05 смещен на величину $\Delta t = -0,08$ от золотого сечения. При этом обобщенная эмоциональная реакция возрастает при отклонениях коэффициента формы в обе стороны от адаптационного уровня, но это возрастание более выражено при стремлении к форме квадрата (левая ветвь функции предпочтений преобладает). Если коэффициент формы превысит значение $t = 0,54+1,62=2,16$, то эмоциональная реакция становится отрицательной. В психологии подобные ситуации обычно принято описывать суждениями следующего типа: «широкое и низкое пространство создает ощущение скованности, вызывая у человека тревогу». Здесь уместно будет

отметить и то, что, по представлениям экспериментальной эстетики квадратная форма пространства у большей части людей должна вызывать «ощущение статичности, неподвижности».

Совокупная экспериментальная функция эстетических предпочтений респондентов группы D-07 (рис. 2) является четной функцией и аналитически описывается выражением:

$$f(x) = 2(x - 0) \cdot \sin 4.89(x - 0); \quad x \in [-0.8; 0.8], \quad (2)$$

где переменная x связана с коэффициентом формы t соотношением $x = t - 1.62$. Уровень адаптации группы D-10 совпадает с золотым сечением, а эмоциональная реакция однозначно определяется модулем отклонения коэффициента формы фигуры от групповой социальной нормы.



Рис. 2. Функция эстетических предпочтений по группе D-07

Функция эстетических предпочтений группы D-10, представленная рис. 3, обладает уровнем адаптации, смещенным на величину $t = +0.04$ от золотого сечения.

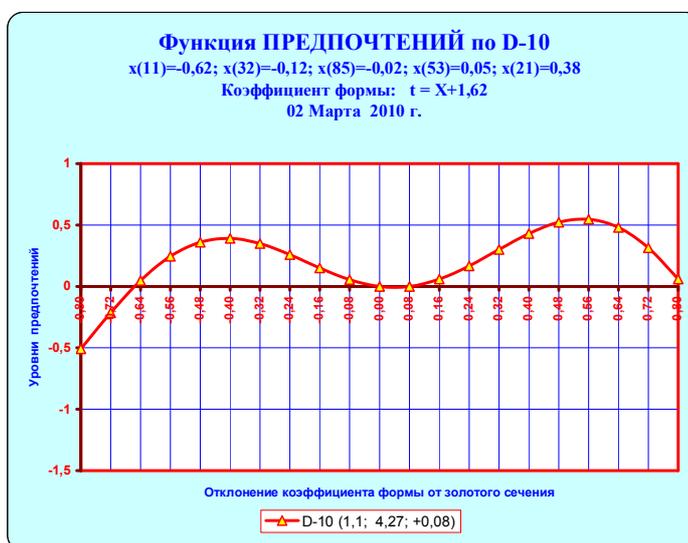


Рис. 3. Функция эстетических предпочтений по группе D-10

Кроме того, функция эстетических предпочтений этой группы также «деформирована», но уже в сторону возрастания коэффициента формы таким образом, что высшая (положительная) эмоциональная реакция реализуется на значении коэффициента формы равном $t = 0.52+1.62=2.18$. Легко увидеть, что возникшая здесь ситуация прямо противоположна той, которая имела для группы респондентов D-05. В последнем случае вполне естественным представляется суждение о том, что широкое и низкое пространство создает ощущение устойчивости и надежности у наших

респондентов. Тем не менее, дальнейший рост коэффициента формы до значения $t = 0.80 + 1.62 = 2.42$ должен привести к полной утрате нашими респондентами описанных положительных ощущений.

Для возможности непосредственной визуальной оценки и качественного сравнения в совокупности описанные выше функции предпочтений представлены совместно (рис. 4).

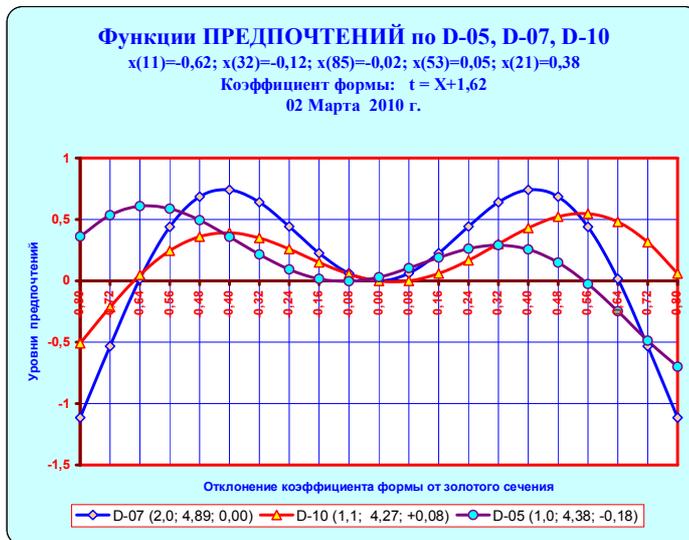


Рис. 4. Совмещенные функции эстетических предпочтений

В поле “легенда” (рис. 4) после условного наименования каждой группы приведена упорядоченная тройка чисел, представляющих собой основные коэффициенты аппроксимации для соответствующих функций эстетических предпочтений вида (2).

Аналогично, рис. 5 демонстрирует “интегральную” функцию предпочтений, построенную для общей выборки, образованной путем объединения результатов тестирования по всем трем группам: D-05, D-07, D-10. В качестве естественного репера на рисунке дополнительно воспроизведен график функции эстетических предпочтений по группе респондентов D-07.

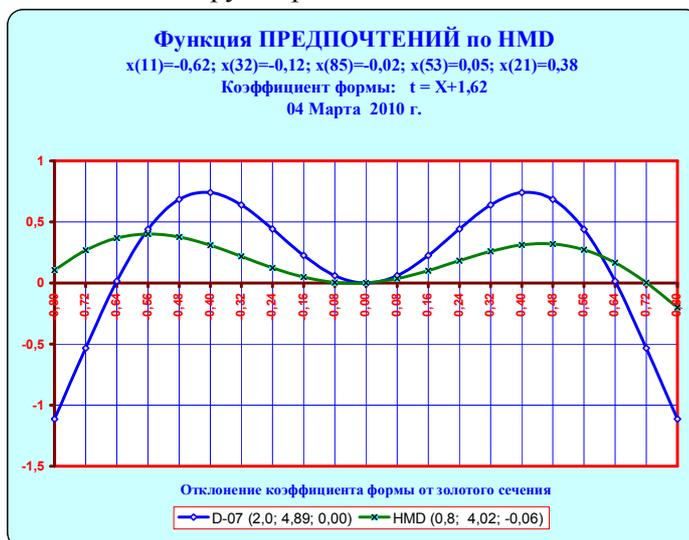


Рис. 5. Интегральная функция эстетических предпочтений

Резюмируя выше изложенное, отметим следующее:

1. Каждая из построенных по экспериментальным данным функции эстетических предпочтений явно демонстрирует эмоциональную совокупную реакцию респондентов на отклонение формы стимулов от некоторой нормы. Эту норму можно рассматривать как точку отсчета, относительно которой оценивается любой объект.

2. Первоначальная (или исходная) норма индивида, вероятно, формируется на основе биологически обусловленных предпочтений.

3. Групповая, как и привычная норма индивида может варьироваться в некоторых пределах под воздействием различных факторов, в том числе средовых и социальных. Диапазон этих вариаций зависит от адаптивных возможностей человека.

4. Сказанное в пунктах 1-3, если не подтверждает, то, по крайней мере, и не противоречит теории Х. Хелсона, который рассматривает указанные нормы (или адаптационные уровни) как результат целенаправленного адаптационного процесса.

5. Заметные отклонения адаптационного уровня индивида от средней социальной нормы могут оказаться индикатором состояния его общего здоровья. Однако эта возможность не очевидна, а ее проверка требует тщательных исследований с обязательным учетом и систематизацией личностных показаний респондентов.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить искреннюю признательность главному врачу ГУЗ МОПБ Венину Е.Н. и его заместителю по лечебной работе Буланцеву И.Г. за предоставленную возможность проведения социологических опросов, а также глубокую благодарность заведующим отделениями МОПБ Абрамову В.В., Авериной Е.Б. и Шаниной Ж.А. за реальную помощь в организации сеансов анкетирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вергунов А.П.* Архитектурно-ландшафтная организация озелененных пространств в городских центрах. М.: Наука, 1986. 2. *Сычева А.В.* Ландшафтная архитектура: Общая теория перспективы. М.: Наука, 1986. 3. *Николаев В.А.* Ландшафтоведение: Эстетика и дизайн: уч. пособ. М.: Аспект Пресс, 2005. 4. *Фехнер Г.Т.* Семиотика и искусствометрия // Введение в эстетику. М.: Наука, 1972. С. 326-329. 5. *Helson H.A.* Common Model of Affectivity and Perception: An Adaptation Level Approach // *Pleasure, Reward and Preference.* Edit by Berlyne D.E. N.-Y. London, 1973. P. 167-188.

Сведения об авторах

Жиров Владимир Константинович – д.б.н., чл.-корр. РАН, профессор, директор института, e-mail: v_zhirov_1952@mail.ru
Шестаков Александр Анатольевич – д.ф.-м.н., зав. лабораторией, e-mail: alex_fh@mail.ru

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ СЕВЕРА РОССИИ И УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ДОСТИЖЕНИЯ

В.В. Дидык

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН

Аннотация

Рассматривается значение и анализируются существующие предпосылки перехода к устойчивому развитию городов Севера России. Информационной базой анализа являются результаты анкетного опроса руководителей городов-участников Союза городов Заполярья и Крайнего Севера, а также статистические показатели их экономического и социального развития. Обосновывается необходимость использования методов стратегического управления для достижения целей устойчивого развития городских поселений.

Ключевые слова:

устойчивое развитие, северные города, социально-экономическое положение, стратегическое управление.



Значение перехода к устойчивому развитию городов Севера России состоит в том, что они являются опорой и формируют точки роста для обширных северных территорий (составляющих более 60% площади страны), обеспечивая не только присутствие на этом стратегически важном пространстве, но и его экономическую связанность, условия жизнедеятельности малых поселений и 10.5 млн человек или 7.4% населения страны.

Концепция устойчивого развития уже более двадцати лет рассматривается во всем мире и как объект научных исследований, и как целевой ориентир практических действий на национальном, региональном и местном уровнях. Первым значительным шагом в переводе идеи устойчивого развития в плоскость конкретных международных обязательств и национальных планов было проведение Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., где в числе принятых официальных документов была «Повестка дня на XXI век». Следующим важным шагом стало осмысление проблем устойчивого развития на уровне городов и поселений, а также принятие и реализация «Местных повесток дня на 21 век».

В России в 1996 г. была утверждена правительственная «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Однако несмотря на существование отдельных положительных примеров до настоящего времени в стране не наблюдается широкого движения по реализации принципов устойчивого развития, особенно на местном уровне. Между тем, в мировой теории и практике реализации данных принципов признано, что именно местный уровень, особенно города, являются «центрами реализации принципов устойчивого развития, а стратегическое управление – основной технологией их реализации» [1].

Попытаемся определить главные причины того, почему в большинстве российских городов, в том числе (а может быть даже в особенности) в городах Крайнего Севера, не получила распространения практика принятия и реализации «Местных повесток дня на 21 век». Другими словами тех документов, в которых идеи и принципы устойчивого развития приобретают форму конкретных планов действий на основе разработки соответствующих долгосрочных стратегий.

Первоначально уточним понятие «устойчивое развитие» применительно к городским поселениям. Обобщая общепризнанные принципы устойчивого развития в соответствии с концепцией Конференции ООН в Рио-де-Жанейро и подходы современных исследователей проблем городского развития [2, с. 34-35], можно дать следующее определение: *под устойчивым развитием города понимается его сбалансированное развитие в условиях увязки и согласования интересов различных социальных групп, субъектов управления и хозяйствования, функционирующих в городе и обеспечивающих соблюдение баланса триады «население – хозяйство – природа», что подразумевает сочетание принципов социальной справедливости, экономической эффективности и экологической безопасности для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений жителей города.*

Следует признать, что полностью и надолго обеспечить такой характер развития практически невозможно и можно говорить только о стремлении и приближении к указанной сбалансированности,

составляющей сущность устойчивого развития. Это долговременный планомерный процесс, требующий глубокого понимания у всех слоев населения, решения комплекса политических, экономических, социальных и экологических задач, а также учета институциональных факторов.

Для анализа существующих предпосылок, для постановки и реализации стратегических целей устойчивого развития городов Севера воспользуемся результатами исследования, выполненного с участием автора в октябре-ноября 2009 г. в рамках подготовки доклада от ИЭП КНЦ РАН для XXIX Съезда Союза городов Заполярья и Крайнего Севера по запросу президента этого Союза. Информационной базой исследования послужили данные, предоставленные из 30 городов и муниципальных районов, входящих в Союз, т.е. 56,6% их общего числа. Эта информация включала систему показателей социально-экономического развития за период 2006 – первое полугодие 2009 г. (были запрошены показатели, характеризующие изменение объемов работ по основным видам экономической деятельности, динамику инвестиций, миграционное движение населения, занятость и безработицу, развитие малого предпринимательства, уровень жизни, состояние муниципальных бюджетов), а также анкету, вопросы которой были адресованы руководителю города и касались актуальных вопросов состояния, основных проблем и потенциала развития города.

Анализ состояния экономики северных городов по показателям динамики промышленного производства, объемов строительных работ и инвестиций показал, что в большинстве из них ситуация характеризовалась крайней неустойчивостью, со значительными колебаниями роста (спада) уже в период 2006-2008 гг. Что касается показателей первого полугодия 2009 г., то под влиянием мирового финансово-экономического кризиса для абсолютного большинства обследованных городов (93%) была характерна отрицательная динамика всех или отдельных экономических показателей.

Для экономики северных городов, многие из которых являются монопрофильными, особую актуальность представляет развитие малого бизнеса. По показателям доли занятых на малых предприятиях в общей численности занятого населения и доле индивидуальных предпринимателей, в северных городах есть как лидеры, где такие показатели заметно превышают среднероссийский уровень¹², так и аутсайдеры, где роль малого бизнеса незначительна¹³. 45% муниципалитетов демонстрируют показатели доли занятых в малом предпринимательстве в целом выше или близкие к среднероссийскому уровню, а более чем половина исследованной выборки городов отстают от средних значений соответствующих показателей по стране. Анализ также показал, что если до 2008 г. в большинстве городов наблюдалась тенденция роста занятых в малом бизнесе, то в 2009 г. она сменилась спадом, что, очевидно, связано с негативным влиянием кризиса.

Для оценки уровня доходов населения анализировался показатель соотношения средней заработной платы и прожиточного минимума. Фактические значения данного показателя, представленные от городов и муниципальных районов имеют большую дифференциацию. Однако, в большинстве случаев они не обеспечивают уровень, который соответствует «пороговому значению» показателей устойчивого развития, т.е. предельно-критических величин, несоблюдение которых приводит к формированию разрушительных тенденций в социальной, экономической и экологической сферах территории, угрожающих ее устойчивому развитию [3, с. 19] С учетом мирового опыта считается, что таким пороговым (предельно-критическим) значением соотношения средней заработной платы и прожиточного минимума является 4:1, а в регионах Крайнего Севера, где для компенсации тяжелых природно-климатических условий проживания необходимо обеспечивать работающим экономические преимущества жизни на Севере, такое соотношение должно быть выше (т.е. не менее 5:1). В 2008 г. из обследованных городов только в трех (10%) был превышен такой порог, в то время как в пяти северных городах (в том числе в г. Апатиты) превышение средней заработной платы над прожиточным минимумом не достигало трех раз, т.е. было существенно ниже предельно-критического значения.

Что касается миграционного движения населения, то, как показал анализ, только в 2-х городах (т.е. менее чем в 10% из обследованных) за три последних года наблюдается устойчивый миграционный прирост, а в остальных преобладает миграционная убыль. Этот факт, учитывая большую долю молодежи среди убывающих и отсутствие действенных механизмов привлечения молодых специалистов для работы в регионы Севера, существенно ухудшает предпосылки для решения задач устойчивого развития этих городов в ближайшем будущем.

¹² Например, Северобайкальск, где доля занятых на малых предприятиях в 2008 г. 33,8%, а вместе с индивидуальными предпринимателями – 40,8%, при соответствующих показателях в среднем по стране – 13,5 и 18,5%)

¹³ Например, Дудинка, где значения соответствующих показателей 3,3 и 11,4% и Норильск – 4,2 и 7,6%.

Оценка бюджетных показателей демонстрирует нестабильность финансовой ситуации на муниципальном уровне, которая обострилась в условиях кризиса. По итогам 2008 г. с дефицитом исполнили свои бюджеты 55% муниципальных образований, а в первом полугодии 2009 г. их доля еще возросла. В большинстве обследованных городов (58%) уровень собственных доходов не достигает 50% общей суммы доходов, что говорит о высокой зависимости их бюджетов от межбюджетных трансфертов.

Таким образом, анализ статистических показателей северных городов и муниципальных районов выявил в качестве типичных проблем слабость ресурсно-бюджетной базы, продолжающуюся миграционную убыль населения, относительно низкий уровень доходов населения, слабое развитие малого бизнеса, что, в целом, значительно ухудшает предпосылки их устойчивого развития.

Наряду с количественными характеристиками представляют интерес результаты анкетного опроса руководителей городских поселений, выполненного в рамках упомянутого выше исследования. Анкета включала 8 вопросов, по 4-м из которых необходимо было выбрать ответ из предложенных вариантов (закрытые вопросы), а по остальным сформулировать собственный ответ (открытые).

Поскольку цель исследования состояла в оценке положения северных муниципалитетов в условиях кризиса и осуществляемых антикризисных мерах, то большинство вопросов было ориентировано на выявление данных аспектов. Тем не менее, в анкету были включены три вопроса общего характера, непосредственно не связанные с глобальным кризисом. В частности, руководителям городов и муниципальных районов предлагалось назвать 2-3 наиболее острых из существующих проблем города (района). Всего в анкетах были даны 73 различные формулировки проблем, которые мы объединили в 5 групп:

- 1) проблемы в жилищно-коммунальном комплексе муниципалитета (доля этой группы составила 40% от общего числа ответов);
- 2) недостаток финансовых ресурсов и доходов бюджета (22%);
- 3) проблемы экономики (20%);
- 4) организационные и институциональные проблемы (10%);
- 5) проблемы занятости (8%).

Как видно, в числе наиболее острых проблем городов и районов с заметным отрывом первенствуют проблемы ЖКХ. Именно эта сфера определяет жизнеобеспечение поселений, за которое в значительной степени несут ответственность местные органы самоуправления, что крайне тяжело делать в условиях жестких ресурсных ограничений.

Второй открытый вопрос заключался в следующем: *«Какие первоочередные меры должны быть предприняты для преодоления или снижения остроты указанных проблем на уровне:*

- а) региональных органов власти;*
- б) федеральных органов власти».*

Все предложенные руководителями муниципалитетов меры, которые они ожидают со стороны региональных органов власти (всего было предложено 35 вариантов) были объединены в 3 группы: меры по поддержке предпринимательства, занятости и социальной политики (38%); меры по поддержке ЖКХ (31%); меры по совершенствованию бюджетного процесса, укреплению экономической базы муниципалитетов (31%).

Приоритет в действиях со стороны федеральных органов власти отдается мерам государственной поддержки экономики и социальной сферы северных городов и районов, а также совершенствованию законодательного регулирования и, прежде всего, налогово-бюджетной сферы в направлении укрепления доходной базы местных бюджетов.

Одно из наиболее часто упоминавшихся направлений требуемой государственной поддержки касалось поддержки моногородов и градообразующих предприятий, проблемы которых в условиях Крайнего Севера имеют особую остроту.

Последний вопрос анкеты предлагал определить, к какой группе из указанных трех типов городов, по мнению руководителя, относится его город:

- города, обладающие благоприятными предпосылками для интенсивного развития, инвестиционно привлекательные;
- города, нуждающиеся в реструктуризации экономической базы, ее диверсификации;
- депрессивные города, объективно не имеющие благоприятных предпосылок для интенсивного развития, инвестиционно малопривлекательные.

Большинство респондентов (64%) отнесли свое поселение к первому типу, а 36% – ко второму типу. Руководителей, оценивающих свой город или район как депрессивный, не оказалось. Это показывает, с одной стороны, сохранение в городах Севера высокого потенциала и возможностей для дальнейшего развития. С другой – достаточно высокую долю городов, нуждающихся в реструктуризации их экономической базы. Следовательно, существует неоднозначность положения северных городов. Наряду с наличием острых социально-экономических проблем и ресурсных ограничений, которые еще более усугублены негативным влиянием кризиса, особенно в моногородах, у большого числа северных городов сохраняется потенциал постановки и реализации целей перехода к устойчивому развитию. В то же время, более трети обследованных городов нуждаются в серьезной реструктуризации их экономической базы, диверсификации, экстренных мер по решению острых социальных проблем.

Таким образом, обобщая результаты анализа положения обследованных северных городов, можно констатировать, что для большинства из них более актуальным остается решение задач текущего выживания, чем постановка и последовательное решение долгосрочных целей устойчивого развития и формирование соответствующих стратегий на принципах «Местных повесток дня на XXI век». Для преодоления существующих проблем и создания условий для их устойчивого социально-экономического развития необходимы как специальные меры поддержки со стороны государства, так и активные действия самих муниципалитетов. Меры со стороны государства должны включать, во-первых, совершенствование законодательного обеспечения деятельности местного самоуправления и, прежде всего, в направлении расширения доходной базы местных бюджетов, позволяющей формировать предпосылки для их перехода к устойчивому развитию, реализации принципов саморазвития. Во-вторых, необходимо осуществление мер прямой поддержки многих муниципальных образований Крайнего Севера и Арктики, прежде всего моногородов, которые в условиях кризиса оказались в особо тяжелом положении.

Определенные шаги со стороны федеральных органов власти по указанным направлениям предпринимаются, однако они пока недостаточны. Например, Министерство регионального развития РФ в последнее время усилило внимание к проблемам моногородов. Выработаны критерии такого статуса и на их основе составлен перечень моногородов, в который вошло 335 населенных пункта (из них 223 с численностью более 10 тыс. чел.). Принято решение о необходимости разработки такими городами стратегических плановых документов – комплексных планов социально-экономического развития на 5-10-летний период, после экспертизы которых, может быть принято решение о финансовой поддержке реализации инвестиционных проектов со стороны федеральных ведомств. Установлено, что структура и содержание комплексных планов должна отвечать единым требованиям, а соответствующие процедуры рассмотрения планировалось начать с января 2010 г. Однако по состоянию на конец февраля 2010 г. соответствующие методические указания и требования к комплексным планам развития моногородов не утверждены. Следует заметить, что проект методических указаний предъявляет такие требования к содержанию данного планового документа, которые очень трудно выполнить собственными силами в большинстве муниципалитетов (т.е. без привлечения высококвалифицированных экспертов). В случае утверждения проекта в нынешнем виде, возможность получения федеральной поддержки многими моногородами будет искусственно ограничена. То есть, принимаемые на федеральном уровне подходы к решению проблем моногородов вряд ли позволят их решить в большинстве таких городов, несмотря на повышенное к ним внимание. Поэтому необходимы более радикальные меры по созданию условий для всех муниципальных образований, в том числе городов российского Севера, позволяющих им заниматься не только текущими вопросами выживания, но также постановкой и решением стратегических задач устойчивого развития.

Если рассматривать необходимые действия по развитию своих поселений со стороны самих органов местного самоуправления, то мировой и лучший отечественных опыт показывает, что наилучшие результаты достигаются при использовании технологий стратегического планирования и управления.

Проблемы стратегического управления впервые стали объектом серьезных исследований применительно к задачам корпоративного управления в 1960-е гг. Стратегический подход в управлении стал синтезом наиболее успешно зарекомендовавших себя управленческих технологий (системный подход к управленческой деятельности, программно-целевой подход, функциональный подход, прикладные аспекты теории принятия решений и др.). Глобализация экономики, усиление международной конкуренции, усложнение механизмов управления территориальными социально-экономическими системами обусловили необходимость применения методов стратегического управления на государственном, региональном и муниципальном уровнях.

Основные характеристики стратегического подхода к управлению на муниципальном уровне в сопоставлении с аналогичными характеристиками традиционных (ситуационных и других) моделей управления представлены в таблице.

Таблица

Сравнительная характеристика подходов к муниципальному управлению

<i>Признак характеристики</i>	<i>Характеристики подходов</i>	
	<i>Традиционный подход</i>	<i>Стратегический подход</i>
1) Приоритет целей	Краткосрочные	Долгосрочные
2) Предмет ориентации	Задачи	Проблемы
3) Взаимоотношение с населением	Подчинение	Понимание
4) Участие населения в решении местных задач	Пассивное	Активное
5) Характер деятельности местной власти	Закрытый	Открытый (публичный)
	Опора на административные (принудительные) рычаги власти	Опора на авторитет и влияние власти
6) Характер принятия решений	Социально-корпоративный (лидер и его команда на основе собственных представлений и интересов)	Нормативно-правовой (основанный на четких регламентах и процедурах)
	Раздельное решение вопросов функционирования и вопросов развития	Совместное, согласованное решение вопросов функционирования и развития
7) Характер использования ресурсов	Акцент на распределении имеющихся ресурсов	Акцент на приращение ресурсов на основе стратегического планирования и управления
	Мобилизационное использование (на сегодняшние неотложные нужды)	Плановое приращение и использование
8) Тип планирования	Акцент на принятии оперативных (ситуационных) решений	Перспективное планирование с ориентацией на максимальное удовлетворение потребителей муниципальных услуг (маркетинговый подход)
9) Тип структуры управления	Ведомственный (линейно-функциональный)	Программно-функциональный

Источник: адаптировано с использованием данных [4].

Обобщая сопоставления характеристик традиционного и стратегического подходов к муниципальному управлению следует подчеркнуть, что последний требует кардинального пересмотра всей идеологии, сложившейся технологии управления, практики принятия решений и распределения ресурсов. Сущность стратегического подхода к муниципальному управлению составляет переход от приоритета краткосрочных целей к приоритету долгосрочных целей, от ориентации на решение текущих задач к ориентации на решение перспективных проблем. Стратегический подход к муниципальному управлению означает взаимоувязанное управление состоянием (функционированием) и изменением (развитием).

Сложность применения стратегического подхода в практике муниципального управления обусловлена рядом факторов. Во-первых, существует объективное противоречие между задачами сохранения равновесия текущего функционирования и достижением целей развития, связанных с необходимостью изменений, т.е. нарушением равновесия. Во-вторых, сложилась устойчивая тенденция использования всех имеющихся ограниченных ресурсов муниципалитетов на решение неотложных текущих задач. В-третьих, серьезное влияние оказывает традиционное сопротивление существующих структур управления и работающих в них руководителей и специалистов любым

изменениям, затрагивающих их интересы. Однако указанные сложности преодолимы, о чем свидетельствует опыт городов, успешно применяющих методы стратегического управления в своей практике. Именно стратегическое управление обеспечивает создание условий достижения целей устойчивого развития города при адаптации к динамично меняющейся внешней среде. Оно способствует формированию в городах активных местных сообществ, которые в современных условиях призваны определять цели и приоритетные направления развития.

Для городов российского Севера применение методов и технологий стратегического управления представляется особенно актуальным. Это обусловлено необходимостью преодоления существующих многих проблем и негативных тенденций в развитии, которые обострились под влиянием глобального финансового кризиса, особенно в моногородах. Вместе с тем, анализ показывает, что для эффективного применения методов стратегического управления в большинстве городов Севера пока отсутствуют необходимые предпосылки. Это обусловлено как недостатками внешних институциональных условий (главным образом, нормативно правового регулирования и политики государственных органов власти, не обеспечивающих реальной экономической самостоятельности органов местного самоуправления), так и неготовностью нередко самих органов местного самоуправления применять методы стратегического управления (в силу недостатка соответствующих знаний и опыта). Следовательно, необходимы как специальные меры поддержки со стороны государства, так и активные действия самих органов муниципальной власти городов по внедрению методов стратегического управления в практику их деятельности. Меры со стороны государства должны включать, во-первых, совершенствование законодательного обеспечения деятельности местного самоуправления и, прежде всего, в направлении расширения доходной базы местных бюджетов, позволяющей формировать предпосылки для их перехода к устойчивому развитию, реализации принципов саморазвития, а также включения вопросов стратегического планирования и управления в перечень вопросов местного значения в Федеральном законе № 131, где они пока не предусмотрены. Во-вторых, необходимо осуществление мер прямой поддержки многих муниципальных образований Крайнего Севера и Арктики, прежде всего моногородов, которые в условиях кризиса оказались в особо тяжелом положении.

В заключение следует подчеркнуть, что действенность стратегического управления достигается в том случае, если стратегические планы составляются не формально для выполнения «требований сверху», а являются реальными документами общественного согласия, процесс разработки и реализации которых предусматривает участие представителей всех слоев и групп местного сообщества. Это обеспечивает нахождение наилучших способов согласования интересов, что является важнейшим условием устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хартия «Города Европы на пути к устойчивому развитию» (Ольборгская Хартия). 1994. Режим доступа: http://www.ecology.donbass.com/articles-pdf/aalborgcharter_russian.pdf. 2. *Рохчин В.Е., Жилкин С.Ф., Знаменская К.Н.* Стратегическое планирование развития городов России: системный подход. СПб.: ИРЭ РАН, «Скифия-принт», 2004. 276 с. 3. Мурманская область в XXI веке: тенденции, факторы и проблемы социально-экономического развития: коллективная монография. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2009. С. 19. 4. *Алексеев О.Б.* Стратегическое управление в государственном и муниципальном секторе. Режим доступа: www.interned.ru/articles/other/strategicheskoe_ypr.htm#.

Сведения об авторе

Дидык Владимир Всеволодович – к.э.н., доцент, зам. директора института, e-mail: didyk@iep.kolasc.net.ru

НОВОЕ В ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА

В.К. Жиров, О.Б. Гонтарь, Е.А. Святковская, М.П. Советова, И.Н. Мазуренко
Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН

Аннотация

В течение последних десяти лет образовательно-просветительская деятельность ПАБСИ КНЦ РАН получила заметное развитие. При укреплении традиционных форм этой работы на базе Сада созданы и функционируют два учебно-научных центра, организованы музей истории ботанических исследований в Мурманской области и база для проведения летних практик студентов – экологов и биологов, а в последние годы организовано новое направление экологической и садовой терапии, связанное с разработкой специализированных образовательно-реабилитационных программ для людей, страдающих нервными и психическими расстройствами. Последнее отражает современные тенденции расширения сферы социально-полезной деятельности ботанических садов путем возрождения старых традиций всестороннего использования их здравоохранительного потенциала.

Ключевые слова:

Полярно-альпийский ботанический сад-институт, образовательная деятельность, экотерапия, терапевтическое садоводство, специализированные программы, нейро- и психопатологии.



Просветительство и образование представляют собой одну из приоритетных задач и давних традиций ботанических садов, корни которой уходят далеко в античную историю. По существу, начальным стимулом

интродукции растений – основного и хронологически первого направления их деятельности, было стремление показать обществу многообразие мира растений и высокую гармонию растительных форм, и только во вторую очередь – использовать их в практических целях.

Композиции растений служили при этом не столько предметом, сколько средством преподавания. Еще Платон и Аристотель читали лекции своим студентам во время прогулок по ботаническим садам при возглавляемых ими учебных учреждениях. Для каждого занятия использовались специализированные участки сада, аранжировка которых должна была вызывать у слушателей эмоции, необходимые для наилучшего восприятия конкретного материала, либо символически иллюстрировать излагаемую лектором идею [1]. Если первый принцип построения ландшафта апеллировал в большей степени к эмоциональной сфере слушателей, то второй – к их логическому мышлению.

Существенно, что именно второй, а не первый принцип, получил наибольшее распространение в конце Средних веков, когда в садово-парковом искусстве появились регулярные сады [2], а в научной сфере – признаки новой, отличной от аристотелевской, науки [3]. В это же время объединение учебных заведений (которые были тогда единственными научными центрами) с ботаническими садами превратилось в устойчивую традицию, причем принцип регулярности предоставлял широкие возможности для использования их в качестве иллюстрации получивших тогда распространение научных идей «...регулярный сад не был философски противопоставлен природе, как это обычно представляется. Напротив, регулярность сада мыслилась как отражение регулярности природы, ее подчинения законам ньютоновской механики и принципам декартовской разумности» [1].

Становление принципа регулярности в садово-парковом искусстве позднего Средневековья имело определенно натурфилософскую основу, однако последующее развитие и расцвет регулярных садов в XVII в. сопровождался ее угасанием. По существу, это заметно даже на вершине его воплощения – в Версальском парке, где логическое явно уступает эмоциональному: «гимн солнцу», по его собственным словам спланировал Андрэ Ленотр в 1654 г., но не математически выверенную

модель небесных сфер. В дальнейшем, с середины XVIII века, регулярность парковой архитектуры сменяется пейзажностью со свободной естественной планировкой [4], а натурфилософия – чистым искусством.

Необходимость применения научных подходов в садово-парковом искусстве вновь проявилась в связи с началом активного использования его плодов в медицине – в невропатологии и психиатрии.

Нельзя сказать, что применение определенных типов ландшафтов и садоводства в качестве метода лечения психоневрологических заболеваний является недавним изобретением. В Европе душевнобольных лечили садами уже в 17-18 вв., а первые сведения об этом методе происходят из древнего Египта. Началом терапевтического садоводства как самостоятельного направления натурмедицины все же принято считать начало XIX века (лечение психических расстройств у ветеранов Гражданской войны США). Поскольку лечебное, или терапевтическое, садоводство создавалось на основе садово-паркового искусства с использованием знаний о принципах функционирования человеческой психики и нервной системы, научная составляющая присутствовала в этой отрасли с первых этапов его становления. Однако до начала XX в. в развитии теоретических основ данной отрасли не было особой необходимости, т.к. садовые терапевты в основном имели дело с немногочисленными случаями психических отклонений. Массовый характер они приобрели в XX в., после двух мировых и других войн, и развития урбанизации, приводящей к дальнейшему нарушению связей человека с природой [5].

Современная садовая терапия – «это процесс использования растений и сада для улучшения благосостояния через воздействие на разум, тело и душу человека» [5]. Американская ассоциация садовой терапии (AATG) определяет садовую терапию (садоводческую терапию, гарденотерапию, horticultural therapy, therapeutic horticulture) как дисциплину, которая профессионально использует растения и садоводческие технологии для терапии и реабилитации. Садовая терапия в широком смысле включает в себя стимуляцию процессов социальной адаптации, реабилитации и корректировки поведения человека путем воздействия на него комплекса специфических факторов общения с растительным миром. В узком смысле – садовая терапия представляет собой метод лечения преимущественно нервных и психических заболеваний.

За рубежом садовая терапия широко применяется в домах для инвалидов и престарелых, детских домах, специализированных школах, психиатрических больницах, тюрьмах и реабилитационных центрах. На Западе, особенно в США, садовая терапия включена в перечень специальностей многих университетов. Очевидно, что рост популярности этого направления обуславливает необходимость развития ее научных основ и формирования новой семантической сферы, способной объединить понятия психологии, медицины и садово-паркового искусства.

В России это направление официально существует только в ботаническом саду Иркутского университета и в Санкт-Петербургском центре медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта, а профессия садового терапевта и соответствующая специальность пока отсутствуют.

В последние годы направление садовой терапии стало формироваться в Полярно-альпийском ботаническом саде-институте на основе традиционного учебно-просветительского направления. Долгие годы просветительская деятельность Сада ограничивалась популяризацией достижений интродукции и акклиматизации растений в форме экскурсий по оранжерее и питомникам открытого грунта, популярных лекций по садоводству и огородничеству. В дальнейшем тематика лекционно-экскурсионной работы расширилась благодаря организации музея истории ботанических исследований на Кольском Севере и Полярно-альпийского ботанического сада-института в 2001 г. В сущности, именно это событие, приуроченное к 70-летию юбилею ПАБСИ, послужило поводом задуматься о необходимости и возможностях расширения учебно-просветительского направления, о котором его основатель, профессор Н.А. Аврорин, писал в своем проекте создания ПАБСИ еще в 1931 г.: *«все части Сада должны служить двум основным целям: научно-исследовательской, с установкой на хозяйственное освоение, и неразрывно связанной с ней – культурно-просветительской»*. Много позднее, в 2002 г., та же идея прозвучала на Международной конференции "Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия растений" (Москва, 20-22 мая 2002 г.): *«Исходя из требований времени, ботанические сады России должны выделить работу по экологическому образованию населения в качестве приоритетного направления деятельности... разрабатывать образовательные программы для всех уровней населения, начиная от детей дошкольного возраста и заканчивая различными группами взрослых граждан»*, и была включена в «Стратегию Ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений».

Поскольку на практике трудно провести четкую границу между реабилитационными и образовательными программами, садовая терапия не вписывается в рамки чисто здравоохранительной деятельности, сближаясь со специальной педагогикой. Вследствие этого ее становление как самостоятельного научно-практического направления может происходить на основе как медицинской, так и педагогической наук. В ПАБСИ это направление сформировалось в рамках традиционной просветительской деятельности в ответ на растущие потребности общества в специализированных учебных программах, ориентированных на социально неадаптированную аудиторию. При этом особый акцент был сделан на разработку научных основ садовой терапии.

Мурманская область предоставляет достаточно широкие возможности для ее развития. Так как в одном из наиболее индустриально развитых и урбанизированных регионов Крайнего Севера, где 90% населения проживает в городах, наблюдается высокий уровень психических заболеваний, в том числе и у детей. Именно психические нарушения являются причиной инвалидности детей в 11 раз чаще, чем заболевания органов пищеварения, в 7 раз чаще, чем злокачественные новообразования, в 3-4 раза – чем заболевания органов дыхания, эндокринной системы, глаз, костно-мышечной системы. По данным регионального Комитета по здравоохранению, в настоящее время в Мурманской области проживает около десяти тысяч психически больных (1% от численности населения), причем заболеваемость расстройствами невротического характера неуклонно растет.

В связи с растущей потребностью населения региона в социально-значимых инновационных технологиях в 2002 г. Ученый совет ПАБСИ принял решение об организации научно-просветительского отдела, целью работы которого, наряду с развитием традиционных направлений, было формирование научных основ просветительской деятельности, в том числе для специализированных программ обучения и реабилитации. В связи с этим были установлены контакты и подписаны соглашения о совместной деятельности в области дополнительного эколого-биологического образования различных социальных слоев населения и развитии новых подходов к проблеме психосоциальной реабилитации людей с нарушением умственной и физической деятельности на основе всестороннего использования просветительского и рекреационного потенциалов ПАБСИ с Мурманским государственным педагогическим университетом и Мурманской областной психиатрической больницей.

Направление садовой терапии получило при этом дополнительный стимул к развитию и расширению до экологической терапии, по определению использующей, наряду с растительными, животные объекты. С этой целью в дополнение к действующим в ПАБСИ экспозициям живых растений в 2009 г. был организован виварий.

В своем развитии на базе ПАБСИ экологическая терапия с самого начала тесно взаимодействует с учебно-просветительской деятельностью. Некоторые из образовательных программ легко адаптируются к аудитории людей с ограниченными возможностями и после определенной доработки могут быть трансформированы в терапевтические.

В 2007 г. в ПАБСИ было разработано учебное пособие по теме «Природа просыпается» из блока уроков «Природа Кольского Севера» [6], основная цель которых – пробудить интерес младших школьников к северной природе, научить видеть связь между природой и человеком. При этом решаются задачи формирования понятий о признаках весны в природе Кольского Севера, развития логического мышления на основе выявления взаимосвязей в природе, развития эмоционально-чувственной сферы, создания условий для воспитания бережного отношения к природе своего края. На занятиях использовалось специально разработанное учебное пособие с разноуровневыми заданиями повторения пройденного материала и выявления знаний северных растений, наглядным материалом и домашними заданиями. В качестве дидактической основы при его разработке выступили целевая направленность (формирование ценностного отношения к природе своего края), функции в учебно-воспитательном процессе (мировоззренческая, образовательная, воспитывающая, развивающая). Данная программа была апробирована в курсе «Мир вокруг нас» в 3 классе школы № 2 г. Кировск и состояла из школьного урока и целевой прогулки по территории сада для закрепления полученных знаний. Впоследствии ее элементы после соответствующей корректировки были использованы в программе «Экотерапия».

Формируя представление ребенка о природе в целом, нельзя ограничиваться только его флористической составляющей. Программа «Удивительный мир лошадей» была разработана в 2008 г. для учащихся 10-16-летнего возраста при содействии Центра детского творчества «Хибины» отдела образования администрации г. Кировска и была предназначена для реализации на базе вивария ПАБСИ. Она основана на использовании широкого спектра положительных факторов,

влияющих на физическое и психоэмоциональное развитие, формирование личности учащегося в целом. Занятия по данной программе способствуют развитию нравственно-волевых качеств личности, формированию чувства ответственности, умению заботиться о подопечных и работать в команде. В программу включены занятия по основам экологических знаний, краеведению, этологии, основам коневодства, музыке, изобразительному искусству и фитнесу. При этом программа разработана таким образом, что может быть без затруднений трансформирована в программы иппо- и экотерапии для лиц, страдающих психическими заболеваниями.

Для здоровых детей дошкольного возраста в 2009 г. была разработана программа «В царстве растений», состоящая из 7 занятий на базе коллекций живых растений ПАБСИ. Целью программы является развитие познавательного интереса у детей к изучению растений нашей планеты. Для этого решаются задачи изучения многообразия растений, ознакомления с особенностями культивирования экзотических растений, формирования навыков ухода за растениями (рис. 1).



Рис. 1. Воспитанники детского сада с экологическим уклоном «Ивушка» на занятиях по программе «В царстве растений» в ПАБСИ

Кроме программы «В царстве растений», в 2009 г. в ПАБСИ были разработаны две программы реабилитации для больных с нарушением умственной и физической деятельности с использованием коллекционных фондов и других экспозиций ПАБСИ, использующих отдельные элементы или модули вышеуказанных учебных программ.

Программа «Гарденотерапия для детей и подростков» рассчитана на длительный период (от 3 до 6 месяцев) и состоит из 3 этапов. Цель программы – повысить наблюдательность, развить творческую активность, воображение, фантазию, привить навыки коллективной работы и взаимодействия со сверстниками, снизить выраженность неврологического дефекта путем тренировки физических и психических функций. На I этапе программы дети знакомятся с семенами различных видов растений (узнают разнообразие семян по форме, величине, цвету, скорости прорастания и т.д.), что позволяет развить наблюдательность, моторику посредством тактильных ощущений, навыки планирования предстоящей деятельности и расширить знания об окружающем мире. Этап II этап направлен на ознакомление с разнообразием растительного мира. Работа с растениями приучает детей бережному отношению к растениям, развивает наблюдательность, повышает чувство ответственности, внимание, организованность. III этап – закрепление изученного материала – связан с зарисовкой растений, монтировкой гербария, сбором семян, изготовлением поделок из растений; дети знакомятся с легендами о выращенных растениях и сами сочиняют рассказы о цветах. Программа прошла апробацию и согласование в ГОУСОСЗН «Апатитский Социальный приют для детей и подростков» в 2008 г.

Программа «Экотерапия» рассчитана на 10 дней летнего времени и состоит из 3 этапов. Целью программы является снижение выраженности неврологических дефектов путем тренировки физических и психических функций. I (вводный) этап – пассивной экотерапии – направлен на ознакомление с предметами обучения и психологической подготовки восприятия. II этап активной экотерапии направлен на активное участие в процессе ухода за растениями и животными. Он

способствует улучшению мышечной функции и наиболее продолжителен по времени. III (заключительный) этап релаксации непосредственно связан со снижением выраженности неврологического дефекта. Для реализации этой программы на территории ПАБСИ разработан проект «Сад терапии».

Программа «Экотерапия» была апробирована специалистами Мурманской областной психиатрической больницы на пациентах, страдающих интеллектуальной недостаточностью и хроническими психозами различной этиологии. По результатам врачебного контроля было отмечено, что каждое посещение Ботанического сада оставило у пациентов яркое впечатление, которое выражалось в повышении фона настроения, двигательной и речевой активности, снижении агрессивности. В беседах постоянно упоминались события, происходящие во время посещений, вспоминались сведения, почерпнутые во время экскурсий, выражалось желание повторных посещений и общения с растительным миром и животными. У пациентов, в прошлом проявлявших асоциальные и агрессивные тенденции, снизилось аффективное напряжение, улучшился рисунок общения, их контакты протекали на более спокойном фоне с оттенком большей доброжелательности в общении друг с другом. В целом в состоянии больных исследуемой группы отмечена явная положительная динамика.

По заключению экспертов МОПБ, результаты предварительного этапа исследований свидетельствуют о целесообразности более детального исследования динамики психофизиологических реакций пациентов после контакта с растениями и животными с диагностическим контролем психолога до и после курса экотерапии и необходимости методически разнообразить методы психосоциальной реабилитации больных.

В начале 2010 г. по предложению и при непосредственном содействии сотрудников Психоневрологического интерната и Центра социальной помощи семье и детям г. Кировска программа «Экотерапия» была скорректирована применительно к пациентам с различными нарушениями нервной системы (в том числе страдающим синдромами Дауна (снятие гиперподвижности суставов и мышечной гипотонии) и аутизма (нормализация сенсорной функции [7], повышение качества жизни и функциональной независимости аутиста) для проведения в зимнее время.

В настоящее время еженедельно проводятся занятия с несколькими группами пациентов под наблюдением медицинского персонала и психологов (рис. 2).



Рис. 2. Пациенты Кировского психоневрологического интерната на занятиях по реабилитационной программе «Экотерапия» в ПАБСИ

Несмотря на короткий период от начала занятий, персонал медико-социальных учреждений отмечает их устойчивый положительный эффект.

Стратегически важным для дальнейшего развития садовой терапии на базе Полярно-альпийского ботанического сада-института является разработка научных основ этого важного направления. Отчасти эта задача решается в процессе создания и модификации специализированных

учебных и реабилитационных программ, однако в последнее время все более становится очевидной необходимость в общей теории. Одним из подходов к ней является изучение особенностей пространственного и цветового восприятия людей, страдающих различными нарушениями нервной системы и психики. Базовая гипотеза этой работы связана с изменениями естественного расстояния до точки перехода от обратной к прямой перспективе в пространственном восприятии пациента, в результате чего для него субъективно искажаются как пропорции, так и цвет воспринимаемого объекта, что, в свою очередь, способствует нарушениям его связей с окружающей средой и обществом, в крайнем выражении приводящем к аутизму. Возможности корректировки этих нарушений связаны с регулярным созерцанием такого ландшафта, пространственное построение которого и цветовая гамма учитывали бы особенности восприятия пациента.

Садовая и экологическая терапия представляют собой актуальные медико-педагогические направления, особенно важные для населения нашего региона, испытывающего массивное воздействие неблагоприятных антропогенных и природных факторов Крайнего Севера. Их развитие представляет собой важный шаг на пути к всестороннему использованию инновационного потенциала Полярно-альпийского ботанического сада-института КНЦ РАН и других ботанических садов России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихачев Д.С. "Сады Лицея". О литературе Нового времени. Л.: Наука, 1984. С. 295-310. 2. Нессельштраус Ц.Г. История искусства зарубежных стран. Средние века, Возрождение. М.: Сварог и К, 2003. 672 с. 3. Сокольская О.Б. История садово-паркового искусства: уч-к для вузов. М.: ИНФРА-М, 2004. 350 с. 4. Палентреер С.Н. Садово-парковое и ландшафтное искусство. М.: Изд-во Мос. гос. ун-та леса, 2003. 308 с. 5. Сизых С.В., Кузеванов В.Я., Белозерская С.И., Песков В.П. Садовая терапия. Использование ресурсов ботанического сада для социальной адаптации и реабилитации: справочно-методическое пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2006. – 48 с. 6. Советова М.П., Гонтарь О.Б., Жиров В.К. Учебно-просветительская деятельность ПАБСИ сегодня и завтра // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в экстремальных условиях северного климата: сб-к докл. науч. конф., Апатиты; Кировск, 29-30 сентября 2008 г. Апатиты: К&М, 2008. С. 83-86. 7. Rogers SJ, Ozonoff S. Annotation: what do we know about sensory dysfunction in autism? A critical review of the empirical evidence // J Child Psychol. Psychiatry, 2005. № 46 (12). P. 1255–68.

Сведения об авторах

Жиров Владимир Константинович – чл.-корр. РАН, профессор, e-mail: V_zhirov_1952@mail.ru
Гонтарь Оксана Борисовна – к.б.н., ученый секретарь, e-mail: gontar_ob@mail.ru
Святковская Екатерина Александровна – научный сотрудник, e-mail: pabgikscras@mail.ru
Советова Маргарита Павловна – младший научный сотрудник, e-mail: pabgikscras@mail.ru
Мазуренко Ирина Николаевна – лаборант-исследователь, e-mail: pabgikscras@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНОВ СЕВЕРА

В.А. Цукерман, Е.С. Горячевская

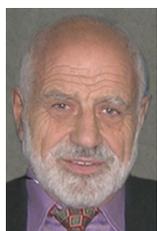
Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН

Аннотация

Рассмотрены основные проблемы и возможности, связанные с технологической модернизацией экономики Севера. Модель развития экономики должна быть основана не на политике заимствования зарубежных технологий, а опираться на собственное производство научных знаний и инноваций, активный экспорт технологий. Выполнена оценка уровня инновационного потенциала регионов как одного из инструментов, определяющего направления технологической модернизации, предложен комплекс мер для повышения ее уровня.

Ключевые слова:

технологическая модернизация, инновационное развитие, Север, инновационный потенциал, промышленность, инновационная система.



Повышение эффективности функционирования экономики Севера требует перехода на инновационный путь развития. Реализация мероприятий по активному внедрению инноваций зависит от множества факторов и условий их воздействия. Безусловно, серьезнейшей причиной, тормозящей инновационный процесс, является глобальный экономический кризис и его последствия. Вместе с тем, кризис можно рассматривать и как положительный фактор, особенно применительно к северной экономике, поскольку именно отсутствие масштабных инноваций приводит к ее неустойчивости и подверженности кризисным явлениям при негативных тенденциях мирового рынка сырья, например, углеводородного.

Проблема инновационно-технологического развития экономики особенно актуальна для регионов Севера, где она усугубляется специфическими особенностями, основные из которых:

- экстремальные природно-климатические условия, обуславливающие удорожание затрат;
- преимущественная ориентация хозяйственной деятельности на добычу и первичную переработку природных ресурсов.

На Севере сложилась «сырьевая» структура экономики. В связи с этим стратегической целью является системная модернизация, приводящая к изменению ее структуры [1]. Для этого необходимо минимизировать отрицательное воздействие природно-климатических условий Севера и использовать эксклюзивные ниши в системе глобального спроса, в том числе в следующих областях:

- инновационная энергетика, позволяющая перейти в большей степени к экспорту продукта, а не сырья;
- трансконтинентальный транзит продукции;
- информационные технологии, связанные с развитием экономики.

По мнению ряда ведущих экономистов, глобальный экономический кризис связан с исчерпанием потенциала роста, заложенного в прежнем лидирующем технологическом укладе. В этом плане сугубо догоняющая «инноватизация» будет попыткой включиться в почти завершенную гонку. Технологическая модернизация, позволяющая создавать новые центры глобального роста, с высокой вероятностью будет связана с элементами нового технологического уклада. Путь увеличения объемов заимствования зарубежных технологий нецелесообразен, поскольку провоцирует регионы на «догоняющий» путь развития по целым научным направлениям и секторам экономики.

Модель инновационно-технологического развития экономики Севера должна быть основана не на политике заимствования зарубежных технологий, а опираться на собственное производство научных знаний и инноваций, активную экспортную политику в отношении технологий и готовой промышленной продукции.

Экспертная оценка показала, что в регионах Севера порядка 50% промышленного производства относится к четвертому технологическому укладу, 4% – к 5-му и менее 1% – к 6-му. Полагаем, что вместо того, чтобы догонять развитые страны в технологиях 5-го уклада, необходимо сосредоточить

внимание на становлении ключевых направлений 6-го технологического уклада, где можно выйти в лидеры и найти там свои ниши. Это относится к таким направлениям, как добыча и переработка углеводородного сырья. Предприятия Севера в инвестиционный процесс нанотехнологий практически не включены, при этом в развитых странах в области нефтегазовой промышленности на первое место по важности использования выходит нанокатализ. Новые компоненты позволят обрабатывать сырую нефть намного эффективнее, быстрее и с меньшими затратами [2].

Технологическая модернизация не только позволяет уйти от сырьевой модели северной экономики, но и упрощает диверсификацию территорий, отраслей и страны в целом, а также создает дополнительный спрос на научный продукт, предъявляя повышенные требования к сфере образования и инфраструктуре. Кроме того, результаты функционирования бизнеса, построенного на инновациях, обеспечивают рост производительности труда, увеличение объемов производства, наполнение доходной части бюджетов всех уровней, а также снижают степень риска от конъюнктурных колебаний и повышают уровень конкурентоспособности экономики на мировом рынке.

В условиях глобализации мировой экономики важное значение имеет государственное регулирование экономики Севера для проведения структурных преобразований, эффективного использования производственных мощностей, внедрения научных разработок и новых технологий, ускоренной модернизации производства, решения социальных вопросов. Именно пространственно-климатические факторы, а также несовершенство рыночной инфраструктуры при значительной инерционности властных структур и локальных различиях потенциала территорий позволяют за счет совершенствования и активизации системы государственного и муниципального регулирования обеспечить поступательное социально-экономическое и инновационное развитие.

Основные трудности в реализации технологической модернизации связаны как с ограниченностью бюджетного и внебюджетного финансирования, так и с нехваткой собственных средств у организаций и предприятий, поскольку постоянный дефицит денежных средств не оставляет ресурсов для их инновационной деятельности. Это существенно влияет на уровень инновационной активности предприятий и организаций Севера (рис.).

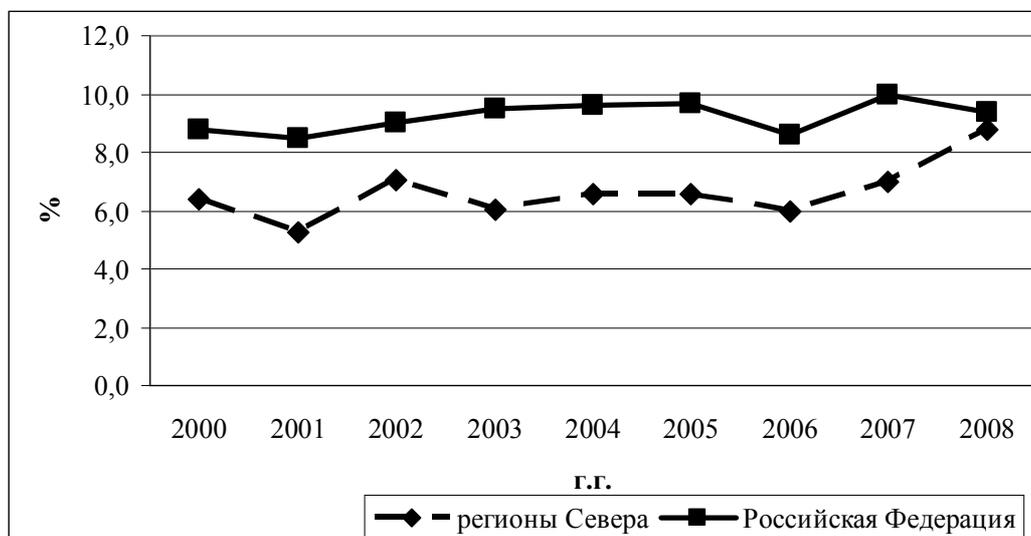


Рис. Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций, % [3]

В большинстве наукоемких отраслей Севера фактически отсутствуют основы даже для простого воспроизводства, что приводит к разрушению производственной инфраструктуры, лишает возможности создания и организации выпуска конкурентоспособной продукции.

Недостаточными на Севере являются масштабы и темпы распространения инноваций, как по числу создаваемых, так и использованных передовых технологий. Число использованных передовых производственных технологий в разы превышает число созданных. Эти показатели существенно уступают общероссийским (табл. 1).

Число созданных и использованных передовых производственных технологий
на 100 тыс. чел. населения [3]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Число созданных передовых производственных технологий на 100 тыс. чел. населения									
Регионы Севера	0.1	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4
Российская Федерация	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6
Число использованных передовых производственных технологий на 100 тыс. чел. населения									
Регионы Севера	23.3	47.8	58.8	67.4	73.7	91.9	71.1	85.3	97.4
Российская Федерация	47.9	54.9	64.4	74.2	83.4	98.8	118.3	127.0	130.1

Проведенный анализ показал, что состояние материально-технической и технологической базы промышленности Севера не позволяет ставить вопрос о модернизации экономики. Ее отсталость превращает технологический трансферт в мероприятие весьма рискованное с точки зрения получения экономического эффекта. По данным Росстата, износ основных фондов в регионах Севера составил 49.2%, удельный вес полностью изношенных фондов 12.4% [3]. В подобных условиях обновление основных фондов целесообразно осуществлять за счет создания принципиально новых производственных комплексов и ликвидации существующего производственного фонда. Это решение, безусловно, потребует значительных финансовых средств.

Для технологической модернизации экономики Севера требуется пересмотр системы управления инновационной стратегией и развитием. Остаются нерешенными ключевые проблемы взаимодействия органов государственной власти, научных и образовательных организаций, малого и среднего инновационного бизнеса и крупных промышленных компаний. Зачастую в регионах Севера нет понимания относительно разделения функций между федеральной и региональными властями в области создания региональных инновационных систем (РИС).

В современных условиях особенно необходимы серьезные кадровые изменения в государственном и муниципальном управлении. В каждом департаменте по инновационному развитию необходимо сформировать эффективно работающий творческий коллектив, состоящий из профессионалов, прежде всего дипломированных менеджеров.

Следует признать, что дефицит кадров для технологической модернизации экономики Севера из года в год увеличивается по всей иерархической цепи от квалифицированных рабочих до инженерно-технических работников и управленцев высшего звена [4].

Проблема подготовки специалистов для инновационного развития Севера усложняется следующими факторами:

- демографической ситуацией;
- практическим отсутствием государственных гарантий и компенсаций для привлечения специалистов на работу в районы Севера;
- деформацией структуры специальностей, по которым ведется подготовка специалистов;
- несоответствием уровня подготовки специалистов требованиям инновационной экономики;
- неэффективной системой заказа на обучение специалистов для работы в северных регионах.

Разбалансированность и разнонаправленность развития научной, образовательной и производственной сфер в совокупности с неразвитостью инновационной инфраструктуры сужают модернизационные и инновационные возможности реального сектора экономики регионов Севера, оставляя его без необходимого информационного и кадрового обеспечения, а также услуг в области исследований и разработок, внедренческих работ и инжиниринга необходимого качества и по доступным ценам.

Региональная социально-экономическая политика Севера должна включать в себя разработку и реализацию мер, стимулирующих приток новых кадров, в первую очередь из числа молодежи.

Проведенный анализ показывает, что крайне недостаточно специалистов по новым управленческим специальностям, таким как: «Управление инновациями», «Технологический менеджмент» и др.

Для ускорения технологической модернизации предлагается создать современные образовательные комплексы, включающие специализированные курсы, научные семинары и школы, рассчитанные на различные категории слушателей и сроки обучения, с развитыми интерактивными методами обучения, в том числе использования деловых игр, кейсов, тренингов, мастер-классов и др. К работе этих комплексов необходимо привлекать для проведения практических занятий специалистов-практиков, а к чтению

теоретических курсов – преподавателей высокой квалификации. На базе потенциала научных центров РАН следует создавать некоммерческие организации высшего и дополнительного профессионального образования в виде академических университетов, ориентированных на подготовку кадров для региональной науки и высокотехнологичных производств.

По мнению акад. Е.М. Примакова [5], следует создавать образовательные кластеры, основу которых составят национальные исследовательские университеты. В состав таких кластеров следует включить отраслевые вузы (филиалы), средние специальные, профессионально-технические и наиболее успешные общеобразовательные учебные заведения. Это позволит повысить качество подготовки всех категорий специалистов, устраним диспропорцию между реальными потребностями региональных рынков труда и сложившейся структурой выпуска специалистов, наконец, поможет преодолеть ряд негативных моментов, вызванных переходом к единому государственному экзамену.

«Давление» мирового товарного рынка и научно-технический прогресс ставят перед экономикой Севера жесткие условия для выживания. Базовые промышленные предприятия и высокотехнологичные «точки роста» нуждаются в протекционистских условиях со стороны органов федерального и регионального управления, реализации комплексных мер поддержки и технологической модернизации.

Повышение роли регионов Севера в проведении эффективной государственной инновационной политики во многом диктуется особенностями формирования современной опорной инфраструктуры национальной инновационной системы, базирующейся на становлении территориальных зон инновационного развития, в рамках которых концентрируются мобильные высококвалифицированные кадры, обеспечиваются привлекательные для бизнеса условия инновационной деятельности, доступность рынков информации и финансов, высокая плотность контактов и коммуникационная близость центров принятия решений.

Учитывая высокий уровень территориальной дифференциации экономики, государственная инновационная политика должна формироваться на основе стратегических планов развития регионов. Для каждого региона Севера требуется индивидуальный подход к технологической модернизации, обусловленной его специфическими особенностями и стратегическим развитием территории. Основным инструментом, с помощью которого выявляются направления этого развития, является оценка уровня инновационного потенциала. В работе приведены результаты исследования инновационного потенциала, проведенные по методике, основанной на кластеризации регионов и рассмотрении трех групп показателей РИС [6]. Для расчета были выбраны показатели, которые можно рассчитать по данным официальной статистики.

Для оценки ресурсов региона использовались следующие показатели:

- численность персонала, занятого исследованиями и разработками, в расчете на 1 тыс. чел., занятых в экономике;
- доля населения, имеющего высшее и среднее профессиональное образование, в общей численности занятых.

Для оценки затрат использовались показатели:

- внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на 1 тыс. руб. валового регионального продукта (ВРП);
- число созданных передовых производственных технологий;
- число использованных передовых производственных технологий.

В качестве результирующих показателей оценки уровня инновационного потенциала использовались показатели:

- удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций;
- объем инновационных товаров (работ, услуг) от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг.

На основании оценочных показателей были определены интервальные значения, на основе которых проводилось ранжирование регионов по трем группам.

Интегральная оценка уровня инновационного потенциала выполнена по методу балльных оценок. Вхождение региона в первую группу по конкретному оценочному показателю оценивалось в 3 балла, во вторую – 2, в третью – 1. При расчете интегрального показателя (среднего балла) все оценочные показатели принимались с одинаковым удельным весом, т.е. предполагалась равнозначность их воздействия на уровень инновационного потенциала региона.

В первую группу, объединяющую субъекты по развитию инновационного потенциала, соответствующего среднему для страны уровню, входит один северный регион – Магаданская область. Регион имеет высокий финансовый потенциал для инновационного развития, но одностороннюю его результативность, обусловленную моносырьевой специализацией. Реализация инновационного потенциала этого региона требует больших затрат финансовых ресурсов, разработки особых мер государственной поддержки инновационной деятельности и может быть осуществлена в короткие сроки.

Во вторую группу выделены регионы, с инновационным потенциалом ниже среднероссийского уровня (республика Коми, Камчатский край, Мурманская область, Ханты-Мансийский АО – Югра), но располагающие определенным природно-ресурсным потенциалом. При необходимых значительных финансовых затратах активизация инновационного потенциала данных регионов потребует меньших ресурсов и времени, чем для регионов третьей группы, с очень низким инновационным потенциалом или его отсутствием. В эту группу входят 4 региона (республика Саха (Якутия), Архангельская область, Чукотский АО, Ямало-Ненецкий АО).

Таким образом, необходимым потенциалом для инновационного развития в ближайшей перспективе обладают северные регионы первой и второй групп. При этом в большинстве северных регионов имеются необходимые ресурсы для инновационного развития, такие как мощный научно-технический потенциал, природные ресурсы и т.д. Необходимо отметить, что экономика Севера в обозримой перспективе сохранит свою хозяйственную специализацию одного из главных поставщиков минерально-сырьевых ресурсов.

Для перехода экономики Севера на инновационный путь развития, когда рост промышленного производства определяется выпуском конкурентоспособной продукции, должна быть создана эффективная РИС и инфраструктура рынка инноваций.

К настоящему моменту в большинстве регионов Севера объектов инновационной инфраструктуры абсолютно недостаточно (табл. 2).

Таблица 2

Объекты инновационной инфраструктуры [7]

	Центры трансфера технологий	Органы координации инновационной деятельности	Технопарки	Бизнес-инкубаторы	Финансовые компании	Центры научно-технической информации
Республика Коми	1	2	1	1	2	3
Архангельская область	1	2	1	-	-	4
Мурманская область	4	2	1	1	-	4
Ханты-Мансийский АО	2	1	-	1	-	-
Ямало-Ненецкий АО	-	2	-	-	1	-
Республика Саха (Якутия)	1	1	2	1	-	4
Камчатский край	-	-	-	-	-	2
Магаданская область	-	-	-	-	-	2
Чукотский АО	-	-	-	-	-	-
<i>Всего</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>19</i>

Анализ состояния инфраструктуры инновационной деятельности позволяет сделать вывод о том, что существуют серьезные дисбалансы в ее создании и функционировании. На ближайшую перспективу является формирование такой инфраструктуры инновационной деятельности, которая позволяет обеспечить необходимый баланс ресурсов для инновационных предприятий [8].

Важнейший блок задач активизации инновационного развития России составляет формирование инновационного законодательства. Действующее законодательство не позволяет полноценно решать проблему коммерциализации технологий с непосредственным участием государственных научных организаций, не обеспечивая механизмов коммерческого трансфера и взаимодействия с предпринимательским сектором. Решение этой проблемы особенно важно для инновационно-технологического развития промышленности Севера.

В настоящее время в большинстве регионов Севера приняты местные законы об инновациях и инновационной деятельности. Стремление регионов к принятию данных законов свидетельствует о назревшей необходимости федерального регулирования инновационной политики. Анализ данных законов показывает, что многие из них имеют в большей степени декларативно-просветительский, нежели нормативно-правовой характер. По-существу, эти субъекты превысили свои полномочия, взяв на себя решение вопросов, которые однозначно должны быть определены на федеральном уровне. Однако, инициативу этих регионов можно понять, поскольку отсутствует федеральный закон.

Трактовка содержания инновационной политики в определениях местных законов необоснованно заужена, чаще всего сводится или к комплексу мер, или просто к деятельности. Между тем, именно инновационная политика должна детерминировать развитие инновационной системы, именно на их стыке необходимо синхронизировать нормы публичного и частного права [9]. Сейчас существует более 40 вариантов «местечковых» политик. В нынешнем виде они малоэффективны. Это связано с отсутствием федеральных актов «Об инновациях и инновационной деятельности», «О государственной поддержке инновационной деятельности в Российской Федерации», и, следовательно, законодательно закрепленных основных терминов инновационной политики. В этом плане авторами подготовлен энциклопедический словарь [10], где проведена систематизация основного терминологического и понятийного аппарата в сфере управления инновационной экономикой. Эта работа оказалась исключительно востребованной. В словаре наряду с краткими определениями терминов представлены развернутые статьи по наиболее сложным вопросам понятийного аппарата. В энциклопедическом словаре не только обозначены термины и их определения в сфере инновационной экономики, но и показаны сходства и различия в определениях, сложившихся как в трактовке отечественных источников, так и зарубежных.

Представляется необходимым определить в законопроекте конкретную модель инновационного развития Российской Федерации, основной вектор развития инновационной системы, показать основные формы государственной поддержки инновационной деятельности в целях развития инновационной системы, а также основной вектор развития инновационной системы России, роль органов государственной власти – федерального правительства и ведущих экономических министерств в развитии инновационной системы.

Необходимо также уточнить в соответствии с международным законодательством и понятие «инновационная деятельность». В существующем определении отмечается, что инновационная деятельность предусматривает применение структурных, финансово-экономических, кадровых, информационных и иных инноваций (нововведений). Подобной классификации инноваций в международной практике не существует. В этой связи представляется целесообразным ввести понятия продуктовой, процессной, маркетинговой и организационной инновации. Данная классификация позволила промышленно развитым странам с достаточной точностью измерять инновационные процессы, вычислять инновационные предприятия, и, соответственно, формировать эффективную инновационную политику и определять соответствующие меры государственного стимулирования.

Следует ускорить принятие Федерального закона «Об инновациях и инновационной деятельности», который должен регулировать отношения, связанные с инновационным развитием, в том числе при формировании федерально-региональной инновационной политики, стимулировать развитие новых институтов, таких как инновационная инфраструктура, институты развития, госкорпорации. В область регулирования закона должно входить стимулирование развития частных инновационных предприятий. Закон должен регулировать те правоотношения, которые возникают при осуществлении государственных мер поддержки инновационных процессов в экономике, устанавливая принципы государственной политики, в том числе в плане развития кооперации госсектора науки с промышленностью [9].

Для Севера исключительно актуальны следующие основные направления правового регулирования:

- определение налоговых стимулов в законодательстве;
- создание информационно-аналитической системы, позволяющей судить о результатах научных исследований и прикладных разработок;
- формирование целевых программ и их финансирование за счет различных источников и системы грантов, предназначенных для доведения результатов интеллектуальной деятельности до стадии освоения;
- определение правил игры по использованию бюджетных средств, особенно в схемах софинансирования с частным сектором и проектах частно-государственного партнерства.

Для повышения уровня инновационного потенциала и активизации инновационной деятельности требуется реализация комплекса мер, осуществляемых на уровне органов государственного управления регионов Севера, в нижеследующих направлениях.

1. Реализация дополнительных финансовых механизмов адресной поддержки предприятий, в том числе в виде:

- предоставления гарантий по кредитам, привлекаемым для реализации приоритетных проектов модернизации и развития производства;
- оплаты бюджетом части расходов по содержанию объектов, используемых организациями инновационной инфраструктуры;
- создания технопарков в сфере высоких технологий и оказание государственной поддержки их созданию и функционированию в рамках государственной программы «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий».

2. Развитие венчурной деятельности:

- создание законодательной базы для венчурного инвестирования отечественными пенсионными фондами, страховыми компаниями и банками;
- популяризация венчурной деятельности в предпринимательской среде посредством продвижения «историй успеха»;
- снижение процентных ставок.

3. Развитие информационной, экспертно-консалтинговой и образовательной инфраструктуры инновационной деятельности:

- создание эффективной системы инновационного мониторинга, позволяющей формировать целостную систему сведений о научно-инновационном потенциале и инновационной активности отраслей и промышленных предприятий на основании современных показателей и индикаторов состояния инновационной деятельности;
- поддержка приграничного сотрудничества;
- создание и поддержка федерально-региональной базы данных по научно-исследовательским разработкам;
- создание специализированных баз данных по услугам сопровождения инновационной деятельности;
- укрепление связи образования с экономикой путем создания интегрированных научно-образовательных структур;
- создание системы многоуровневого непрерывного образования в инновационной сфере и связанного с ним процесса формирования инновационной культуры в научном сообществе и предпринимательском секторе;
- формирование инновационного партнерства государства, науки, образования и гражданского общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Независимый экспертный доклад «Модернизация России как построение нового государства». Режим доступа: URL: <http://www.apn.ru/publications/article22100.htm> (дата доступа: 19.08.2010). 2. *Глазьев С.Ю.* Возможности и ограничения социально-экономического развития России в условиях структурных изменений в мировой экономике: науч. док. М.: ГОУВПО «Государственный университет управления» Изд. дом ГОУВПО «ГУУ», 2008. 91 с. 3. Регионы России: социально-экономические показатели 2009. Стат. сб. Росстат. М., 2009. 990 с. 4. *Цукерман В.А.* Проблемы и перспективы подготовки кадров для инвестиционного развития регионов Севера // Северная инновационная стратегия России. Социальное развитие северных регионов: Материалы Пятого Северного социально-экологического конгресса. М.: Изд-во Галерея, 2010. С. 136-140. 5. *Примаков Е.М.* Некоторые проблемы инновационного развития России // Инновации, 2009. № 10. С. 48-49. 6. Инновационный путь развития для новой России / отв. ред. В.П. Горегляд; Центр социально-экономических проблем федерализма Института экономики РАН. М.: Наука, 2005. 343 с. 7. Портал информационной поддержки инноваций и бизнеса. Режим доступа: URL: <http://www.innovbusiness.ru/organizations/> (дата доступа: 30.08.2010). 8. *Цукерман В.А., Горячевская Е.С.* Развитие инфраструктуры поддержки инновационной деятельности // Матер. XV Междунар. науч.-практич. конф. «Актуальные вопросы развития инновационной деятельности», г. Алушта, 17-21 мая 2010 г. Симферополь: Минэконом АРК, 2010. С. 130-135. 9. *Полова Е.В.* О концепции федерального закона «О государственной поддержке инновационной деятельности в Российской Федерации» // Инновации, 2010. № 2. С. 3-9. 10. *Цукерман В.А.* Промышленная, инвестиционная и инновационная политика: Энциклопедический словарь. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2009. 181 с.

Сведения об авторах

Цукерман Вячеслав Александрович – к.т.н., доцент, заведующий отделом, e-mail: tsukerman@iep.kolasc.net.ru
Горячевская Елена Сергеевна – научный сотрудник, e-mail: noskova_lena@mail.ru

XXVIII Конференция молодых ученых, посвященная 100-летию со дня рождения Михаила Михайловича Камшилова

ММБИ КНЦ РАН, г. Мурманск, 13 мая 2010 г.

В работе конференции приняли участие 86 чел. Заслушаны и обсуждены 32 доклада молодых ученых, аспирантов и студентов Мурманского морского биологического института, Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Московского государственного университета, Мурманского государственного технического университета, Южного научного центра РАН.

В докладах были представлены результаты комплексных экспедиционных и экспериментальных исследований последних лет Баренцева, Белого, Азовского, Каспийского морей, арх. Шпицберген, губ и заливов побережий. Целью работ было определить состояние экосистем под влиянием естественных и антропогенных факторов. Широко обсуждались вопросы экологии, физиологии и биохимии отдельных представителей флоры и фауны (от микроорганизмов до морских млекопитающих). Особый интерес был проявлен к работам по использованию ГИС-технологий и созданию баз данных. Широкою дискуссии вызвали доклады, посвященные экспериментам и моделированию нефтяных разливов.

Отмечен высокий научный уровень большинства докладов, наглядное изложение и глубокое знание освещаемых вопросов. В перспективе молодым ученым рекомендовано двигаться в направлении межлабораторных исследований, комплексных экспериментальных работ, океанологических инноваций, использования методов спутникового мониторинга.

Апатитский десант в Архангельск

Весной 2003 года в г. Апатиты в Институте химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева (ИХТРЭМС) КНЦ РАН была проведена I Международная конференция «Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов», приуроченная к 50-летию образования Отдела технологии строительных материалов ИХТРЭМС. О весомом вкладе этого Отдела в развитие строительной отрасли нашего региона на страницах журнала «Север строительный» № 5 за 2008 г. писали Гришин Н.Н., Крашенинников О.Н. в статье «Флагман строительной науки Мурманской области».

Поскольку уже первая конференция такой направленности была оценена достаточно высоко, было принято решение проводить ее периодически (два раза в пятилетие) научными центрами РАН, работающими в федеративных округах, входящих в Баренц-регион. После II и III конференций, состоявшихся в республиках Карелия (Петрозаводск, 2005 г.) и Коми (Сыктывкар, 2007 г.), очередь дошла и до Архангельского научного центра УрО РАН, где на базе Института экологических проблем Севера с 6 по 10 июня текущего года и проведена очередная IV Конференция «Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов».

Активное участие в подготовке конференции приняли представители ИХТРЭМС, являющиеся членами ее оргкомитета: зам. директора по научной работе, чл.-корр. РАН Николаев А.И. и зав. лабораторией бетонов д.т.н. Крашенинников О.Н. На конференцию были представлены 78 докладов от 32 научных организаций, преимущественно Баренц-региона, а также Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Ростова-на-Дону, Екатеринбурга, Нальчика, Кыргызстана, Великобритании.

Кольский научный центра РАН на конференции был представлен командой из 12 чел. В работе принимали участие: директор Института проблем промышленной экологии Севера д.т.н. В.А. Маслобоев, ведущий научный сотрудник Геологического института к.г.-м.н. Ю.Н. Нерадовский; ИХТРЭМС представляли: зам. директора по научной работе, чл.-корр. РАН А.И. Николаев, зав. лабораториями: д.х.н. Н.Н. Гришин., д.т.н. В.И. Захаров, д.т.н. О.Н. Крашенинников, к.т.н. О.В. Суворова, ст. научные сотрудники: к.т.н.: Т.П. Белогурова, В.В. Лашук, А.А. Пак, В.В. Тюкавкина, а также аспирант МГТУ А.Е. Руденко На пленарном заседании конференции сотрудниками КНЦ РАН были сделаны 2 доклада: В.А. Маслобоев, А.П. Зосин «Природопользование на минерально-

сырьевых предприятиях: эколого-экономические подходы» и Ю.Л. Войтеховский, Ю.Н. Нерадовский, Г.Н. Гришин, А.Ш. Гершенкоп, Т.Н. Мухина «Кейвские кианитовые и ставролитовые сланцы – высокоглиноземистое комплексное сырье (Кольский п-ов)». Работа научных секций велась по 5 направлениям:

- природные ресурсы Баренцева региона: состояние и перспективы освоения;
- проблемы переработки природного и техногенного сырья, экологические аспекты недропользования;
- проблемы строительного материаловедения и технологии строительных материалов из местного сырья; • Химия и технология технических материалов из природного сырья и отходов промышленности;
- социально-экономическое развитие северных территорий.

По результатам работы конференции выпущены материалы, где, в том числе опубликованы 44 доклада сотрудников КНЦ РАН. Эти труды и решение конференции размещены на сайте ИЭПС Архангельского НЦ УрО РАН <http://www.iepn.ru>, решение конференции продублировано на сайте КНЦ РАН <http://www.kolasc.net.ru/russian/news/ksc8.pdf>

В решении конференции отмечено: «учитывая важность проблемы рационального природопользования на макрорегиональном уровне, считать целесообразным проведение очередной V Научной конференции «Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов» в первой половине 2013 г. на базе КНЦ РАН с участием Архангельского, Карельского и Коми научных центров РАН». Так что будем надеяться на скорую встречу вновь на Кольской земле.

План на III-IV квартал 2010 г.

Юбилейная конференция «Состояние и перспективы развития геофизических исследований в высоких широтах»

ПГИ КНЦ РАН, г. Апатиты, 16-17 сентября 2010 г.

Всероссийская научная конференция с международным участием «Проблемы сохранения биоразнообразия в северных регионах»

ПАБСИ, г. Апатиты, 3 октября 2010 г.

II Всероссийская научная конференция с международным участием «Экологические проблемы Северных регионов и пути их решения»

ИППЭС КНЦ РАН, г. Апатиты, 4-8 октября 2010 г.

VI Всероссийская научная школа «Математические исследования в естественных науках»

ГИ КНЦ РАН, г. Апатиты, 24-27 октября 2010 г.

X Международная научная конференция «Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики»

ММБИ г. Мурманск, 27-30 октября 2010 г.

Неоархейский эндробит-гранулитовый комплекс района Пулозеро – Полнек-Тундра Центрально-Кольского блока: этапы и термодинамические режимы развития (Кольский полуостров) / Л.С. Петровская, Ф.П. Митрофанов, Т.Б. Баянова, В.П. Петров, М.Н. Петровский.
Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 78 с.

Изложены результаты геолого-петрологических и изотопно-геохимических исследований пород и минералов архейского эндробит-гранулитового комплекса района Пулозеро – Полнек – Тундра Центрально-Кольского блока. Полученные данные позволили установить последовательность эндогенных процессов, термодинамические условия и длительность развития эндробит-гранулитового комплекса в интервале 2.72-1.81 млрд лет. В гнейсах Кольской серии определены три этапа метаморфизма: I – ранний гранулитовый (2.72 млрд лет); II – наложенный амфиболитовый (2.57 млрд лет); III – регрессивный низкотемпературный амфиболитовый (2.54 млрд лет). Ранний гранулитов метаморфизм (I) и наложенный амфиболитовый (II) в гнейсах Кольской серии разделены этапами эндробитообразования (2.66 млрд лет) и образованием куммингтонит-биотитовых ортогнейсов по эндробитам (2.64 млрд лет). Развитие ультраметаморфизма в гнейсах Кольской серии характеризуется образованием жильных анатектит-гранитов микроклин-плагноклазового состава с гранатом и силлиманитом (2.55 млрд лет). Завершение тектоно-магматической активности в данном районе фиксируется внедрением жильных лейкогранитов (около 2.50 млрд лет), секущих гнейсы Кольской серии, эндробиты и кумминг-тонит-биотитовые ортогнейсы. Воздействие процессов палеопротерозоя на эндробит-гранулитовый комплекс с изменением изотопных Sm-Nd и Rb-Sr систем устанавливается в периоды около 2.50 и 1.81 млрд лет назад.

Книга рассчитана на специалистов в области геологии, петрологии и изотопной геохронологии, а также будет полезна студентам геологических специальностей вузов.

Научные и инженерные аспекты безопасного хранения и захоронения радиационно опасных материалов на Европейском Севере России / Н.Н. Мельников, В.П. Конухин, В.А. Наумов, П.В. Амосов, С.А. Гусак, А.В. Наумов, А.О. Олов, Ю.Г. Смирнов, Е.В. Караваева, Н.В. Новожилова, С.Г. Климин.

Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 305 с.

Представлены анализ концептуальных подходов и принципов формирования системы обращения с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами на Европейском Севере России, а также оценка развития общей ситуации в области обращения с ОЯТ и РАО в рассматриваемом регионе. Дано научное обоснование выбора конструктивно-компоновочных решений объектов подземной изоляции ядерных и радиоактивных материалов с учетом их ядерной, радиационной и тепловой безопасности. Оценены радиационные последствия аварий на подземных объектах хранения ОЯТ, в том числе вызванных диверсионными актами. Приставлены результаты исследований переноса радионуклидов в геологической среде и экологической безопасности подземного объекта захоронения радиационно-опасных материалов при различных сценариях его эволюции. Рассмотрены вопросы создания многобарьерной инженерной защиты на подземных объектах хранения и захоронения РОМ. Даны рекомендации по технологиям строительства подземных хранилищ и могильников ОЯТ и РАО.

Монография предназначена для специалистов и представителей общественности как российских, так и зарубежных, заинтересованных в решении проблем ядерной и радиационной безопасности на Европейском Севере России.

Мечкина Е.И. Фольклорные традиции в культуре саамской семьи.

Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 54 с.

Издание предназначено для специалистов-филологов, преподавателей и широкого круга читателей, для всех тех, кто интересуется культурой саамов Кольского Севера. В издание вошли пословицы, поговорки, приметы и устоявшиеся выражения, употребляемые в одной саамской семье

на протяжении XX в., ведущей традиционную трудовую деятельность и сохранившую многое из вековых культурных традиций своего народа. Это первое издание саамской паремиологии на двух языках. Русский перевод выполнен дословно с объяснением смысла тех выражений, значение которых может быть сложным для восприятия в связи с особой спецификой северной жизни.

Абрамов Н.Н., Елимахов Ю.А. Геофизический мониторинг при строительстве и эксплуатации объектов горнопромышленного комплекса и гидроэнергетики.

Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 177 с.

Изложены материалы, обобщающие опыт работ по геофизическому мониторингу при строительстве и эксплуатации объектов горнопромышленного комплекса и гидроэнергетики. Основные аспекты работы сосредоточены на разработке методического обеспечения и особенностях применения комплекса геофизических методов при контроле состояния большепролетных подземных комплексов в скальных породах, намывных и насыпных фунтовых гидротехнических сооружений, плотин и дамб. Показана высокая эффективность применения метода сейсмической томографии при контроле сооружений из скальных и грунтовых материалов, при решении разнообразных технологических задач как в процессе строительства, так и при эксплуатации различных объектов.

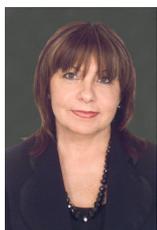
Монография может быть рекомендована инженерам, научно-техническим работникам в области строительных работ.

Экологическое состояние наземных и водных экосистем в районе Кольской АЭС / В.А. Маслобоев, Т.Т. Горбачева, Г.Л. Евдокимова, Л.А. Казаков, Г.Д. Катаев, В.Н. Переверзев, А.А. Похилько, Н.Е. Раткин.

Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 227 с.

Дана экологическая оценка современного состояния воздушного бассейна, поверхностных вод (на примере оз. Имандра), включая их санитарно-микробиологическую характеристику, почвенного покрова, лесных экосистем, разнообразия флоры и фауны в радиусе 15 км от Кольской АЭС. Выполнен сравнительный анализ экологического состояния наземных экосистем в районе воздействия КАЭС и фоновых участков, находящихся вне зоны интенсивного промышленного воздействия. Охарактеризованы редкие, эндемичные и исчезающие виды растений и животных, занесенных в Красную книгу Мурманской области, и места их концентрации. Подготовлены и приведены тематические электронные карты: почвенная, лесотаксационная, мест концентрации охраняемых видов растений и животных, точки отбора санитарно-микробиологических проб воды; приведен аннотированный список видов растений территории исследования.

Для специалистов в области экологии, географии, энергетики, охраны окружающей среды.



ВЕРБИНЕНКО Елена Александровна

к.э.н. (1993), ст.н.с. (1995), доцент (1999). В отделе экономических исследований КНЦ РАН с 1977 г.

Область научных интересов – особенности становления и развития финансовых региональных рынков. Исследуя денежный рынок, выявила современные особенности регулирования процессов организации региональных финансов. Определила основные факторы, влияющие на развитие финансового рынка, и индикаторы, отражающие его состояние. Обосновала дерегуляцию межтерриториальных денежных потоков на региональном уровне. Разработала методологические основы организации денежного рынка в Мурманском регионе, основанные на зависимости объемов собственных финансовых ресурсов хозяйствующих субъектов и кредиторской задолженности. Автор более 40 научных работ. Входит в состав Диссертационного и Ученого советов ИЭП, координационного Совета по кадровому обеспечению Мурманской обл., Совета ректоров вузов Мурманской обл., Совета по образованию при администрации г. Апатиты. Директор, зав. кафедрой финансов и банковского дела филиала СПбГИЭУ (г. Апатиты). Депутат Апатитского городского совета.

За достижения в научной, образовательной и общественной деятельности награждена почетной грамотой РАН (1999), Почетной грамотой Мурманской областной Думы (2000), Благодарственным письмом главы г. Апатиты (2008).



КОНСТАНТИНОВА Надежда Алексеевна

д.б.н. (1998), зав. лабораторией флоры и растительности Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина (1998). В Кольском научном центре РАН с 1973 г.

Ведущий специалист России и мира в области систематики, фитогеографии, филогении и охраны печеночников. Вносит огромный вклад в познание печеночников севера Голарктики. Под ее руководством составлены такие обобщающие работы как критический список печеночников бывшего СССР, печеночников Российской Арктики, заповедников России и чек-лист печеночников России. Организатор, руководитель и участник многочисленных экспедиций по Мурманской области, заповедным территориям Кавказа, центральной России, Урала, южной Сибири. Инициатор и руководитель комплексных экспедиций по изучению флоры, растительности и продукционных особенностей арктических экосистем на арх. Шпицберген. Большое внимание уделяет охране природы. Участвовала в разработке Концепции создания сети охраняемых природных территорий Мурманской области (2002), является редактором Красной книги Мурманской области (2003), автором разделов Красной книги Восточной Фенноскандии (1998), Красной книги Ненецкого автономного округа (2006), Красной книги Чукотки (2008), Красной книги Краснодарского края (2008),

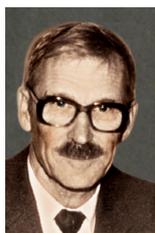


Юбилеи



Юбилеи

Красной книги Российской Федерации (2007). Успешно развивает новое приоритетное направление в ботанической науке – применение молекулярных исследований для решения проблем систематики и вопросов эволюции печеночников. Благодаря ее усилиям в институте успешно развиваются такие направления, как бриология, лишенология, геносистематика. Более четверти века является куратором Гербария мохообразных сада-института (КРАВГ). За это время объем гербария вырос в 15 раз и сейчас составляет более 35 тыс. образцов из Мурманской области, различных районов Евразии и Америки. Является талантливым популяризатором науки, автором научно-популярных книг и брошюр о растениях и ценных ботанических территориях Мурманской области. Руководитель проектов по программам РФФИ, ГНТП «Биоразнообразие», а также ряда международных фондов, в частности, Географического общества США, Международного научного фонда, TESIS-INTEREG. Автор более 180 научных работ, в т.ч. 10 монографий, многочисленных публикаций в российских и зарубежных рецензируемых журналах. Входит в состав совета Русского ботанического общества, Международного и Британского бриологических обществ, экспертного совета по сохранению видов Международного и Европейского обществ охраны природы, координационного совета по составлению мирового списка печеночников («Global checklist of hornworts and liverworts»), экспертных советов по Красной книге России и СНГ, а также редколлегии российского научного журнала «Arctoa». Член Ученого совета института и Лапландского заповедника, многие годы участвует в Общем собрании ученых КНЦ и Общем собрании РАН. В честь Н.А. Константиновой назван вид печеночника – *Jungermannia konstantinovae* Bakalin et Vilnet, описанный ее учениками.



НЕРАДОВСКИЙ Юрий Николаевич

к.г.-м.н. (1976), вед.н.с. (2008). В Геологическом институте КНЦ РАН с 1968 г.

Специалист в области исследования минералогии и генезиса медно-никелевых и платинометалльных месторождений. Направления деятельности – минералогия рудных месторождений, технологическая минералогия. Главной темой на 2003-2005 гг. является исследование и типизация вкрапленных руд в различных платиноносных комплексах магматических пород северо-восточной части Балтийского щита. Проблема решается с помощью изотопно-геохимических и рудно-микроскопических методов исследований. Основные объекты исследований – Мончегорский плутон, Федорово-Панская интрузия и Ондомский массив. В научных исследованиях придерживается традиционных методов минералогии, разработанных А.Г. Бегехтиным, Д.П. Григорьевым, П. Рамдором и др. Автор более 120 работ. Доцент АФ МГТУ.

NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

N.N. Melnikov, A.I. Kalashnik

INNOVATIVE GEORADAR TECHNOLOGIES OF STUDYING SUBSURFACE STRUCTURE AND CONDITIONS OF NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS

The methodical approaches to carry out modern hi-tech and informative nondestructive georadar definitions for the purposes of suboutline sounding (profiling) of mining and geological environments, studying of subsurface structures and conditions of natural-technical systems are stated in the paper. Results of georadar surveys on the experimental sites of the Khibiny and Kovdor mining areas, on the Spitsbergen Island, and also in the transitive zone «land - reservoir» are given. The investigations carried out with use of innovative georadar technologies have convincingly demonstrated, that georadar definitions for the purposes of suboutline sounding (profiling) of rock mass (natural-technical systems) sites are the most modern, hi-tech and informative means of nondestructive measurements, which allows receiving results in real time and with data binding to GPS. Georadar definitions are highly informative both for natural soil and rock masses, and for artificial soil constructions, dams, bases (foundations) and they allow to carry out an estimation of an initial (original) condition and structure, and also monitoring of deformation processes development, fracturing development, structure changes and other natural-technical systems.

Keywords: innovations, georadar technologies, natural-technical systems, subsurface sounding, structure studying, monitoring.

A.A. Kozyrev, V.I. Panin, I.E. Semenova

A CASE STUDY OF GEODYNAMICAL RISKS MANAGEMENT AT THE Khibiny APATITE MINES

The technique of critical states of geological environment areas diagnostics is presented. It is based on the analysis of mining and geological information, instrumental measurements in rock mass and finite-element method modeling. The technique allows to estimate the changes of rock mass stress state and to choose the technology of providing mining safety.

Keywords: Geodynamical risk; classification of geodynamical events; mining safety; expert estimation; numerical modeling; stress strain state; prediction and prevention of rockbursts.

N.O. Sorokhtin, N.E. Kozlov, E.V. Martynov, N.E. Kozlova

LATE ARCHAEOAN KOMATIITES: THE ISSUE OF THE MANTLE EVOLUTION AND METALLOGENIC ASPECT

Studies of greenstone belts associations of the Late Achaean have allowed to divide all ancient continental formations into three basic groups – proto northern and proto southern, extended in sub-latitudinal direction. High-altitude micro continents were formed in similar conditions of relatively smaller overheating of the mantle, rather than near equatorial one. Greenstone belts of that time naturally vary in space in structure and relative occurrence of volcanic rock according to parameters of changes of the temperature conditions of the Earth mantle. Data on geochemistry of the basic metavolcanite ancient convergent zones confirm the geodynamic regulations about that the southern rock associations of the Late Achaean age were formed in conditions of higher temperature of the mantle. Komatiite magmas generated in conditions of a greater overheating of the Earth mantle, were enriched with some siderophylic and chalcophylic elements, which determined a greater amount and a wider genetic variety of the types of deposits of gold, nickel and elements of platinum group associated with them.

Keywords: greenstone belts, komatiites, geochemistry, distinction trends, early Precambrian mantle, metallogeny.

V.A. Dauvalter, M.V. Dauvalter

THE CONDITION OF UNDERGROUND WATER IN THE MONCHEGORSK DISTRICT

Monitoring investigations of the Monchegorsk industrial area were carried out in the immediate proximity to the "Severonickel" Co to estimate the impact of air emissions from smelters of the Company on the formation of chemical composition of underground waters. Underground waters of Monchegorsk district are characterized by the lowest protection against pollution according to the classification by V.M. Goldberg. Concentrations of many polluting elements and substances in the underground waters exceeds the ones registered in the water of the Lake Moncheozero, used as drinking water source of Monchegorsk.

Keywords: underground waters, pollution, mineralization, basic ions, trace elements.

G.A. Evdokimova, A.Sh. Gershenkop, N.P. Mozgova, V.A. Myazin, N.V. Fokina
PURIFICATION OF SOILS AND WASTE WATER FROM OIL PRODUCTS USING COMBINED METHODS IN CONDITIONS OF THE NORTH

A method of purification of soils of the northwest part of Russia from various oil products: gas condensate, diesel oil, petrol, has been found. Purification of agricultural soil from light hydrocarbons is done during one vegetation period. During the three months of vegetation period gas condensate was completely removed from the soil, diesel oil was almost completely removed (over 90%). The content of oil products in the forest soil decreases slower than in agricultural soils. Residual amounts of heavy hydrocarbons were traced still one and a half year later. For bioremediation of soils there were recommended plants, that are highly resistant to the oil product contamination: *Phalaroides arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Leymus arenarius*.

There has been developed and patented the combined method of treatment of waste water, contaminated with hydrocarbons, based on inorganic coagulants and local oil-oxidizing bacteria.

Keywords: oil products, soils, waste water, bioremediation.

M.N. Palatnikov, O.B. Shcherbina, I.V. Biryukova, N.V. Sidorov, V.T. Kalinnikov
A STUDY OF PECULIARITIES OF GROWTH DOMAIN STRUCTURE OF SINGLE CRYSTALS OF LiNbO₃:Gd DEPENDING ON THE GROWING REGIMES

Using a highly efficient and flexible image Thixomet^R analyzer, the domain structures of single crystals grown under various conditions (both steady- and strongly unsteady-state) have been studied, resulting in the following recommendations for growth regimes:

a) for alloyed lithium niobate crystals with a regularly inhomogeneous impurity distribution and, consequently, regular domain structure, with a period along the crystal growth axis essentially increasing with the melt level decrease and controlled by the ratio of the crystal stretching and rotation rates;

b) for alloyed lithium niobate single crystals with a regular domain structure with the period along the crystal growth axis remaining unchanged as the melt level lowers;

c) for alloyed lithium niobate single crystals with no regular domain structure and with a fairly homogeneous impurity distribution along the crystal growth direction.

Keywords: lithium niobate crystals, regular domain structure, crystal growth.

L.G. Isaeva, Y.R. Khimich
THE STUDIES OF APHYLLOPHOROID FUNGI IN THE MURMANSK REGION

Based on the published material and data obtained in the field conditions the analysis of the species composition study of aphylloroid fungi is presented. There are at present over 300 species of aphylloroid fungi in the Murmansk region, which belong to 50 families and 128 genera. The indicator fungi were found in old-growth spruce-dominated and pine-dominated forests. Rare species data are also provided.

Keywords: aphylloroid fungi, biodiversity, Murmansk region.

A.I. Nikolayev, G.Y. Ivanyuk, S.V. Krivovichev, V.N. Yakovenchuk, Ya.A. Pakhomovsky, L.G. Gerasimova, M.V. Maslova, Ye.A. Selivanova, D.V. Spiridonova, N.G. Konoplyova
NANOPOROUS TITANOSILICATES: CRYSTAL CHEMISTRY, CONDITIONS OF LOCALIZATION IN ALKALINE INTRUSIONS, AND POSSIBILITY OF SYNTHESIS

Nanoporous Ti-silicates with ion-exchange properties that absorb radioactive isotopes from aqueous solutions are widely used in different fields of industry. Of them, the main micro- and nanoporous titanosilicates (ETS-4, IONSIV IE-911, etc.) are synthetic analogues of zorite and sitinakite discovered in the Khibiny and Lovozero intrusions. These are mainly intended for selective extraction of radionuclides Cs-137 and Sr-90 from cold aqueous solutions. Besides, Ti-silicates can also be applied in extraction and concentration of heavy and rare elements, in membrane technologies, in production of components for optoelectronics and biosynthesis catalysts, in generation of mineral-organic, and nanomaterials, new types of lithium accumulators, etc. For the first trend of application, the most promising are zorite-chivruaiite, sitinakite, ivanyukite and other hetero-skeletal titanosilicates; lomonosovite, lamprophyllite, astrophyllite and other heterophyllosilicates are preferable for nanomaterials technology; and for electronics and catalysis - Li-bearing lintisite-punkaruaiite type titanosilicates.

The paper presents data on localities, morphology, and crystal structure of lomonosovite, mirmanite, zorite, chivruaiite, sitinakite, ivanyukite group minerals (Na-T-ivanyukite, Na-C-ivanyukite, K-ivanyukite, and Cu-ivanyukite), and lintisite-punkaruaiite group minerals. These minerals are prototypes of the functional materials already generated or under development.

The majority of the nanoporous hetero-skeletal silicates have been discovered within the world's largest alkaline massif, Khibiny, on the Kola Peninsula. A great part of the Khibiny rare minerals are formed due to the redistribution of rare elements from the rock-forming and accessory minerals of nepheline syenite and foidolite into hydrothermolites and metasomatic rocks produced by the ring-shaped foidolite intrusion.

The largest thickness of foidolite intrusion in the area of large apatite deposits causes longer and more intensive metasomatic and hydrothermal processes, simplest mineral composition of rocks, simplest chemical composition of rock-forming minerals, highest diversity of secondary minerals and longest list of nanoporous titanosilicates.

In order to increase the efficiency of investigations oriented to the development synthesis technologies for new functional materials based on their natural counterparts, the Kola Science Centre, RAS, established the Research Centre for Natural and Synthetic Nano- and Microporous substances (CNM, KSC RAS) in February, 2010. The activity of the Centre is mainly oriented to the development of the geological technique of the targeted search for new minerals, to search and study unknown naturally occurring compounds, to identify their industrially useful properties, to synthesize their analogues, and to develop a production technology for potential functional materials from the wastes of the mining industry on the Kola Peninsula (concerning mainly, Apatit, JSC).

Keywords: nanoporous titanosilicates, lomonosovite, murmanite, zorite, chivruaiite, sitinakite, ivanyukite, lintisite, punkaruivite.

SOCIAL AND HUMAN SCIENCES

R.I. Tripolski

THE HIGHER EDUCATION: TRANSFORMATION PROBLEMS

The structure of institutes of the higher education still existing today in Russia has been created for the solution of economic, scientific and cultural development of the USSR. Now it needs a thorough transformation. The principles of such transformation based on the cluster approach are discussed in the paper. "Optimum" and "radical" variants of transformation of higher vocational education institutions of the Murmansk region are suggested.

Keywords: transformation, the cluster approach, the Murmansk region, "road map".

M.A. Tarakanov

THE NORTH AS A GROUP OF CONCEPTIONS WITH DIFFERENT SPATIAL LOCALIZATION

The evolution of spatial localization of the conceptions of "the High North" and "the North" is considered. It is shown that each of the conceptions regarding the research goal, the subject and the problem of normative-law regulation presents a group of conceptions with different spatial localization. In this case application of the problem-oriented approach increases the results of the legislative activities, and makes it possible to carry out a qualitative analysis of consequences of the initiated bills on the northern issues.

Keywords: spatial localization, conception groups, problem-oriented approach, normative-law regulation, the High North, the North.

A.M. Vasiliev, Y.F. Kuranov

SOCIO-ECONOMIC IMPORTANCE OF THE DEVELOPMENT OF COASTAL FISHERIES IN THE MURMANSK REGION

The paper states that in order to improve the socio-economic efficiency of the development of fisheries in the European North of Russia to increase coastal demersal and pelagic fish, develop long and purse seine fishing methods. This is connected both with world trends, the development of marine fisheries and the fact that the Oceanic Fisheries cannot act as the main link to increase production of fish products with high added value.

The paper stipulates the areas for improvement of the Fisheries Act, the regulations and the coastal fisheries, in order to:

- improve the economic efficiency of processing of catches;
- redistribute natural rent between production and processing;
- improve the supply of high quality with fish products.

Keywords: fisheries, socio-economic importance, Barents Sea, coastal fishing problems.

V.K. Zhiron, A.A. Shestakov

GOOD PROPORTIONS AND AESTHETIC PREFERENCES IN LANDSCAPE-GARDENING DESIGNING

The paper discusses the preliminary results of research of attractiveness of proportions. It is found that a person perceives insignificant deviations of the *shape* of observed entities from some (social) standard as something pleasant. However, large-scale deviations, as a rule, induce a negative emotional reaction.

Keywords: shape ratio, preference pattern, choice function, variant choice, level of adaptation.

V.V. Didyk

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RUSSIAN NORTHERN TOWNS
AND MANAGERIAL TECHNIQUES OF ITS ACHIEVEMENT**

The paper considers and analyzes the significance and current preconditions for sustainable development of Russian northern towns. The information base for the analysis are both results of the questionnaire survey of towns leaders – participants of the Russian “Union of Towns of Circumpolar North”, as well as statistic indicators on socio-economic development of the towns. The analysis showed that so far in the Russian urban settlements, including northern municipalities, no necessary institutional precondition for a broad movement for adoption and realization of sustainable development strategies according to the principles of the “Local Agenda 21” have been created. The paper proves the necessity of strategic management methods use by the bodies of local government alongside with the state governmental support for achievement of sustainable development goals by the urban settlements.

Keywords: sustainable development, Russian northern towns, socio-economic conditions, strategic management.

V.K. Zhiron, O.B. Gontar, E.A. Sviatkovskaya, M.P. Sovetova, I.N. Mazurenko

**NEW DIRECTIONS OF EDUCATIONAL ACTIVITY IN THE POLAR ALPINE BOTANICAL
GARDEN-INSTITUTE**

The educational activity of the Polar Alpine Botanical Garden-Institute (PABGI) has been significantly improved in the last decade. In addition to usually provided lectures and excursions, two Educational Research Centers, the Museum for Botanical Research History in the Murmansk region, and a Summer Camp for students practice were established at the Garden. The last achievement of this activity is related to the ecological and horticultural therapy. Today the rehabilitation programs for people with mental and neurological pathologies have been already worked out and are used at the PABGI. This direction of the PABGI activity development corresponds to the increase of the society interest in traditional medicine methods.

Keywords: Polar Alpine Botanical Garden & Institute, Education activity, Ecological therapy, Horticultural therapy, Rehabilitation programs, Neurological and Mental pathologies.

V.A. Zuckerman, E.S. Goryachevskaya

TECHNOLOGICAL MODERNIZATION OF ECONOMY OF NORTHERN REGIONS

Basic challenges and possibilities connected to the technological modernization of the North economy are considered. It was shown that the model of economy development should be based on domestic production of scientific knowledge and innovations, active exports of technologies and final products. Ways of improving the system of state management of carrying out structural transformations were suggested.

Evaluation of the innovation potential level of regions as one of the instruments determining technological modernization directions was carried out, and a set of measures for increasing its level was suggested.

Keywords: technological upgrading, innovative development, the North, innovation potential, industry, innovation system.

NEW BOOKS

Neoarchaean enderbite-granulite complex of the Pulozero – Polnek-Tundra region, Central-Kola block: stages and thermodynamic regime of evolution (Kola Peninsula) / L.S. Petrovskaya, F.P. Mitrofanov. T.B. Bayanova, V.P. Petrov, M.N. Petrovsky. Apatity: Print. Kola Science Centre RAS, 2010. 78 p.

The book presents data obtained in the course of a comprehensive geological, petrological, and isotope geochemical research of the rocks and minerals from the enderbite-granulite complex of the Pulozero – Polnek-Tundra region (Central-Kola block) to provide a basis for reconstructing the sequence of endogenous processes, P-T conditions, and evolutionary duration of the enderbite-granulite complex in the interval of 2.72 - 1.81 Ga. The following three stages of metamorphism have been established in the Kola Group gneisses: I – early granulitic (2.72 Ga); II – superimposed amphibolitic (2.57 Ga); III – retrograde low-temperature amphibolitic (2.54 Ga). The early granulitic (I) and superimposed amphibolitic (II) metamorphic events in the Kola Group gneisses are separated by the enderbite formation (2.66 Ga) and later transformation of the enderbites into cummingtonite-biotite orthogneisses (2.64 Ga). Ultrametamorphism in the Kola Group gneisses was accompanied by injections of anatectic veins of microcline-plagioclase granite with garnet and sillimanite (2.55 Ga). The tectonomagmatic activity in this region culminated by the injection of veined leucogranites (ca. 2.50 Ga) that cut the Kola Group gneisses, enderbites, and cummingtonite-biotite orthogneisses. The Sm-Nd and Rb-Sr research data show that the enderbite-granulite complex was affected by Palaeoproterozoic events that disturbed the isotope systems ca. 2.50 and 1.81 billion years ago.

For specialists in geology, petrology and isotope-geochronology, as well as high school students of the geological faculties.

Scientific and engineering aspects for safe storage and disposal of radiation-hazardous materials in European North of Russia / N.N. Melnikov, V.P. Konukhin, V.A. Naumov, P.V. Amosov, S.A. Gusak, A.V. Naumov, A.O. Orlov, Yu.G. Smirnov, E.V. Karavaeva, N.V. Novozhilova, S.G. Kumin. Apatity: Print. Kola Science Centre RAS, 2010. 305 p.

The analysis has been presented of conceptual approaches and principles of spent nuclear fuel and radioactive wastes handling system formation in the European North of Russia as well as assessment of general situation in the field of SNF and RW management in the considered region.

The scientific justification is given to chosen lay-out design solutions for facilities of underground isolation of nuclear and radioactive materials taking into account their nuclear, radiation and thermal safety. The radiation accident consequences in underground storage facilities of SNF have been assessed including initiated by subversive activities. The study results are presented of radionuclide transfer in geological environment and ecological safety of underground facility of radiation-hazardous disposal with various scenarios of its evolution.

There have been considered the issues of multi-barrier engineering defense in underground facilities of RHM storage and disposal.

The recommendations are given as for construction technologies of underground facilities and disposal sites of SNF and RW.

The monograph is dedicated for specialists and members of the public, both Russian and foreign, who are interested in finding solution to nuclear and radiation safety issues in the European North of Russia.

Abramov N.N., Yepimakhov Yu.A. Geophysical monitoring in construction and exploitation of mining and hydraulic power industry facilities. Apatity: Print. Kola Science Centre RAS, 2010. 177 p.

The monograph presents materials summarizing the work experience of geophysical monitoring in construction and exploitation of mining and hydraulic power industry facilities. The basic aspects of the book are focused on methodological development and peculiarities of geophysical methods complex use in control over a span underground facilities state in the rock mass, hydraulic and filled-up ground waterworks, dams and levees. High efficiency of seismic tomography method has been shown in control over facilities made of rock mass and ground materials in solution various technological tasks both during the construction process and exploitation different facilities.

The monograph can be recommended to engineers, research workers in the field construction.

Ecological state of land and water ecosystems around the Kola NPS / V.A. Masloboev, T.T. Gorbacheva, G.A. Evdokimova, L.A. Kazakov, G.D. Kataev, V.N. Pereverzev, A.A. Pohilko, N.E. Ratkin. Apatity: Print. Kola Science Centre RAS, 2010. 227 p.

The authors have carried out an ecological assessment of the current state of the air, surface water (an example of lake Imandra), including their sanitary-microbiological characteristic, of the soil cover, forest ecosystems, diversity of flora and fauna within a radius of 15 km from the Kola NPS. A comparative analysis has been performed of the ecological state of land ecosystems in the impact area of KNPS and background areas, which are outside the zone of intensive industrial impact. Rare, endemic and endangered plant and animal species, included in the Red Book of the Murmansk region and places of their concentration. Thematic electronic maps have been prepared and presented: maps of soil, forest resource management, of concentration places of protected plant and animal species, sanitary-microbiological water sampling points: presented is an annotated listing of plant species of the territory under investigation.

For specialists in ecology, geography, electric power industry, environment protection.