

*Материалы III конференции Ассоциации научных обществ Мурманской области и VI научной сессии Геологического института КНЦ РАН, посвящённых Дню российской науки*

*Апатиты, 9-10 февраля 2015 г.*



*Геологический институт КНЦ РАН  
Комиссия по истории РМО  
Кольское отделение РМО*



*Материалы  
III конференции Ассоциации научных обществ  
Мурманской области и VI научной сессии  
Геологического института КНЦ РАН,  
посвящённых Дню российской науки  
Апатиты, 9-10 февраля 2015 г.*

*Апатиты, 2015*

УДК 502+54+57+691+919.9 (470.21)

ISBN 978-5-902643-29-6

Материалы III конференции Ассоциации научных обществ Мурманской области и VI научной сессии Геологического института КНЦ РАН, посвящённых Дню российской науки. Апатиты, 9-10 февраля 2015 г. / Ред. Ю.Л. Войтеховский. – Апатиты: Изд-во К & М, 2015. – 96 с.

В сборнике представлены доклады, прочитанные на двух конференциях в Геологическом институте КНЦ РАН ко Дню российской науки 9 и 10 февраля 2015 г. Разнообразные по тематике, они показывают огромный диапазон проблем, изучаемых учёными Кольского НЦ РАН и университетов Мурманской обл. – членами Ассоциации научных обществ. Представляет интерес для научных работников и студентов естественнонаучных специальностей.

Рекомендовано к печати учёным советом Геологического института КНЦ РАН и советом Кольского отделения РМО

Фото: Ю.Л. Войтеховский, Н.А Мансурова

Компьютерный дизайн: Л.Д. Чистякова, Н.А. Мансурова

Электронная версия: <http://geoksc.apatity.ru/publications/conferences>

© Коллектив авторов, 2015

© Кольское отделение РМО, 2015

© Комиссия по истории РМО, 2015

© Геологический институт КНЦ РАН, 2015

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

9 февраля 2015 г. в Геологическом институте КНЦ РАН, г. Апатиты прошла III конференция Ассоциации научных обществ Мурманской обл., посвящённая Дню российской науки. В ней приняли участие представители 17 обществ: Кольского отделения Российского минералогического общества (КО РМО), Мурманского отделения Русского ботанического общества (МО РБО), Мурманского отделения Российского геологического общества (МО РосГео), Мурманского отделения Русского географического общества (МО РГО), Российского химического общества (РХО, без отделения в МО), Мурманского отделения Общероссийского углеродного общества (МО ОУО), Кольского центра охраны дикой природы (КЦОДП), Хибинского отделения Гидробиологического общества (ХО ГБО), Всероссийского териологического общества (ВТО, без отделения в МО), Мурманского отделения Всероссийского общества охраны природы (МО ВООП), Мурманского отделения Центра экологической политики и культуры (МО ЦЭПК), Санкт-Петербургского микологического общества (СПб МикО, без отделения в МО), Российского орнитологического общества (РОО, без отделения в МО), Союза охраны птиц России (СОПР, без отделения в МО), Ассоциации заповедников и национальных парков СЗ России (АЗНПСЗР), Мурманского отделения Русского философского общества (МО РФО), Мурманского отделения Российского общества политологов (МО РОП). В конференции не участвовало лишь одно научное общество с отделением в Мурманской области – Общероссийская общественная организация Российская академия естественных наук (ООО РАЕН). Названные научные общества сегодня имеют статус общественных организаций и лишены финансовой поддержки государства. Это делает их общественную миссию ещё более благородной.

От каждого научного общества был заслушан доклад, в котором коротко освещена история создания общества и его Мурманского / Кольского отделения и более подробно – основные направления деятельности и результаты. В целом доклады имели очень широкую научную тематику, включая минералогию, геологию и горное дело, географию, химию, биологию (в том числе микробиологию, гидробиологию, ботанику, микологию, териологию, орнитологию, почвоведение), экологию (в том числе промышленную и охрану редких видов), философию и политологию. В этом проявляется специфика региона – наличие Кольского НЦ РАН с институтами разных профилей и университетов в гг. Апатиты и Мурманск. Профессиональная деятельность обществ отчасти перекрывается с исследованиями по программам институтов РАН. Одна из самых важных задач сегодня, ввиду нескончаемой перестройки РАН и университетов – просветительская и популяризаторская работа среди населения. Во всё более сложном мире, при неоспоримом праве личности на выбор жизненного пути, научные общества должны помочь современнику сделать выбор в пользу научного мировоззрения. Конферен-

ция завершилась активной дискуссией, на которой обсуждены перспективы сотрудничества и дальнейшей деятельности научных обществ Мурманской обл. Рядом участников высказано сожаление о недостаточном взаимодействии региональных властей и научной общественности в охране природы Мурманской обл. По итогам конференции приняты следующие решения.

1. Содействовать организации новых отделений российских научных обществ и их вступлению в Ассоциацию научных обществ Мурманской обл.
2. Закрепить традицию проведения конференции Ассоциации ко Дню российской науки. Выполнение её решений считать желательным для всех членов Ассоциации.
3. Издавать труды конференций Ассоциации, поскольку они фиксируют важные акценты и тенденции в отношениях общественных организаций и государства.
4. Считать формирование научного мировоззрения общества объединяющей целью Ассоциации. При этом каждое общество реализует свою программу.
5. Поощрять членство в нескольких обществах и исследования, стирающие границы между науками. Считать конференции, чтения лекций в библиотеках, университетах и школах, публикации в периодических и популярных изданиях основными формами деятельности.
6. Отметить негативные тенденции в охране природы Мурманской области, в частности, игнорирование властью экспертного мнения и предложений от общественных организаций при создании особо охраняемых природных территорий и проведении других природоохранных мероприятий.
7. Ходатайствовать перед администрацией г. Апатиты о создании под эгидой Главы города регулярного научного лектория. Обеспечить его работу силами Ассоциации и институтов Кольского НЦ РАН.

Во исполнение п. 3 издан этот сборник. В него также включены отдельные доклады, прозвучавшие 10 февраля 2015 г. на VI научной сессии Геологического института КНЦ РАН, посвящённой Дню российской науки. Их основная часть войдёт в Труды XII всероссийской Ферсмановской научной сессии этого года. Во исполнение п. 7 Главы г. Апатиты направлено письмо с предложением о создании научно-популярного общественного лектория силами членов Ассоциации научных обществ Мурманской обл.

Директор Геологического института КНЦ РАН  
председатель Кольского отделения и  
Комиссии по истории РМО, д.г.-м.н., проф.

Ю.Л. Войтеховский

## Уважаемые коллеги!

Поздравляю вас с Днём российской науки! В современном мире наука имеет принципиальное значение для успешного развития страны. Научные исследования лежат в основе передовых технологий, обеспечивают прогрессивный экономический рост и социальное благополучие.

История отечественной науки богата именами выдающихся исследователей, прорывными научными открытиями, высокотехнологичными разработками. Россия всегда по праву гордилась талантливыми учёными, которые существенно раздвинули горизонты познания и внесли значимый вклад в развитие мировой научной мысли.

Нынешнее поколение российских исследователей продолжает замечательные традиции своих предшественников. Сегодня на молодых учёных возлагаются большие надежды. Государство поддерживает исследовательские проекты и реализует меры по развитию кадрового потенциала российской науки.

От деятельного участия молодёжи во многом зависит укрепление отечественной научно-исследовательской базы, наращивание технологического потенциала страны, формирование эффективной национальной инновационной системы.

Научная работа – сложное, но интересное дело. Поздравляю всех, кто выбрал путь учёного. Пусть впереди вас ждут новые свершения и успешные проекты!

Крепкого здоровья и благополучия вам и вашим близким!

Руководитель ФАНО России  
Москва, 9 февраля 2015 г.

М.М. Котюков

Уважаемые члены научных обществ Мурманской области!

От имени Северной торгово-промышленной палаты поздравляю вас с Днём российской науки и в связи с открытием III конференции Ассоциации научных обществ Мурманской области!

Фундаментальная и прикладная наука на Кольском полуострове имеет огромные достижения. Так или иначе, они составляют основу любой отрасли экономики. Отрадно видеть, что институты Кольского научного центра РАН продолжают свою работу, университеты и колледжи готовят специалистов по необходимым специальностям, а члены научных обществ сращивают области знания, разделённые условными границами, заостряя имеющиеся здесь противоречия.

Между тем, нельзя не видеть проблем текущего момента. Известна фраза о том, что присутствие науки обычно не заметно, зато сразу заметно её отсутствие. Время поставило перед экономикой, наукой и образованием России и, в частности, Мурманской области новые вызовы. Уверен, что вместе мы сможем ответить на них достойно.

Вице-президент СТПП  
Мурманск, 9 февраля 2015 г.

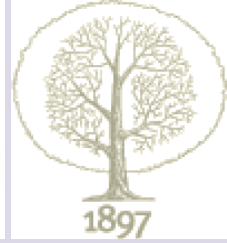
А.Э. Ильин



**III КОНФЕРЕНЦИЯ АССОЦИАЦИИ НАУЧНЫХ  
ОБЩЕСТВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**VI НАУЧНАЯ СЕССИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА КНЦ РАН**

**9-10 ФЕВРАЛЯ 2015 г.**

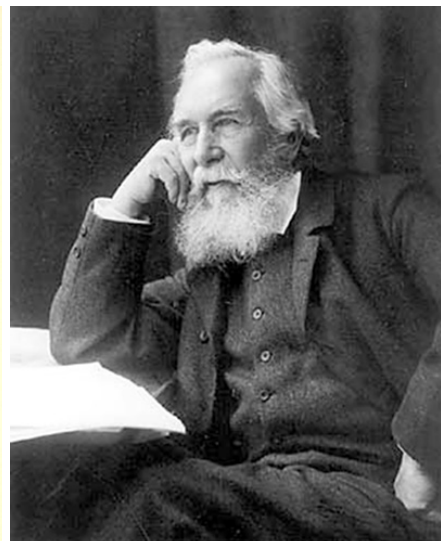
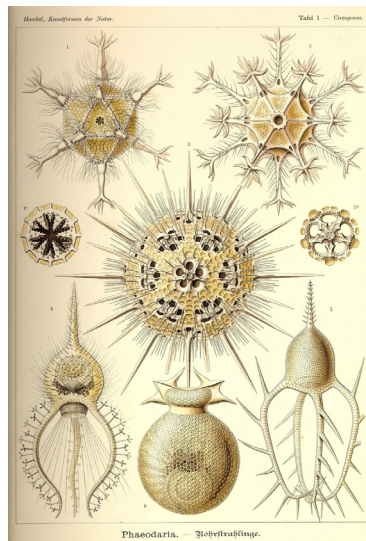
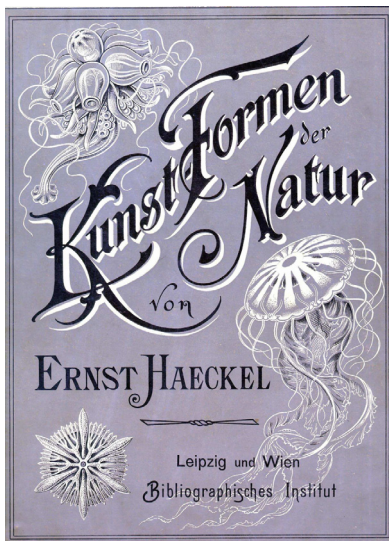


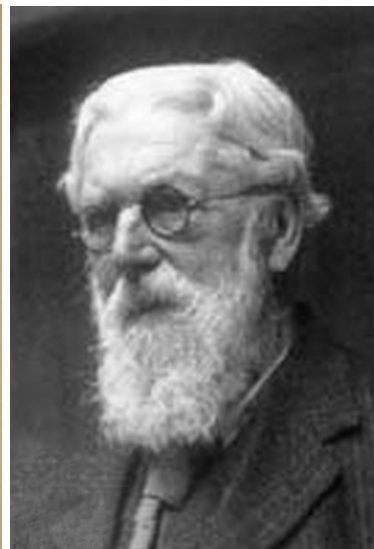
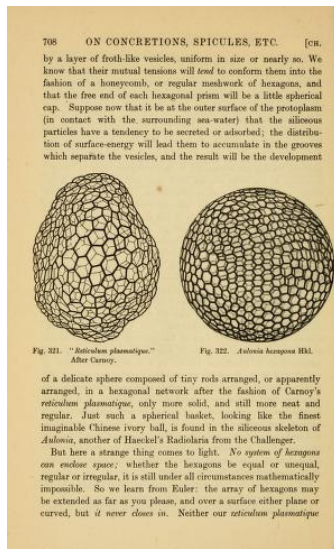
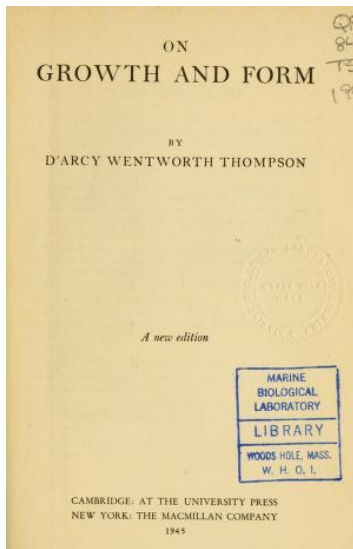
## ФУЛЛЕРЕН КАК УНИВЕРСАЛИЯ ПРИРОДЫ, ВОПЛОЩЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И КРАСОТЫ

Войтеховский Ю.Л.

Геологический институт КНЦ РАН, Кольское отделение Российского минералогического общества, Мурманские отделения Российского геологического, Общероссийского углеродного и Российского философского обществ, [woyt@geoksc.apatity.ru](mailto:woyt@geoksc.apatity.ru), г. Апатиты.

Природа не знает резких границ, воздвигнутых естественными науками для изучения её сложных систем и процессов. История показывает, что анализ и синтез – по Р. Декарту, взаимно дополнительные методологии исследования – вовсе не равноправны. Анализировать, разлагать и раскладывать целое на части легче, чем соединять их в новое целое. Научные общества выполняют важную роль, соединяя разрозненные дисциплины в единое знание. Этому способствуют идеи и структуры, пронизывающие мироздание и выражающие принципы всеобщего взаимодействия и минимакса. Пример – структура фуллерена как выпуклой полиэдрической оболочки, на которой разрешены лишь 5- и 6-угольные грани. Платоник скажет, что эта универсалия была в мире, пока не реализовалась в приведенных далее примерах. Автор, исповедующий материализм, считает, что на разных иерархических уровнях природа нашла и закрепила эту целесообразную (на нашем языке – красивую, что то же самое) структуру, всякий раз для достижения иных целей.

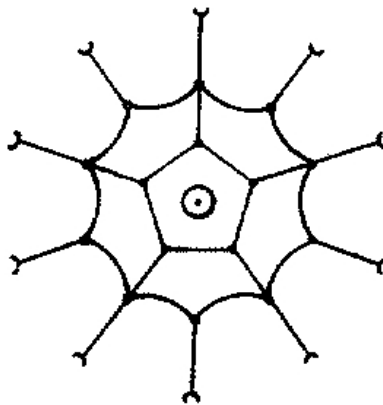
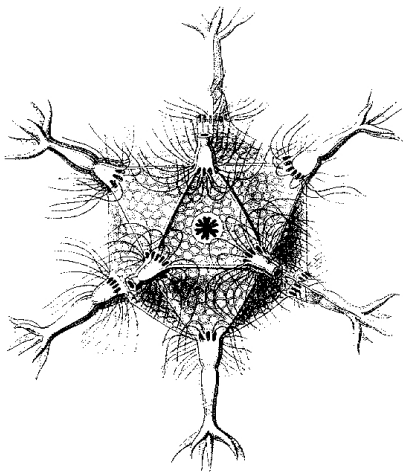




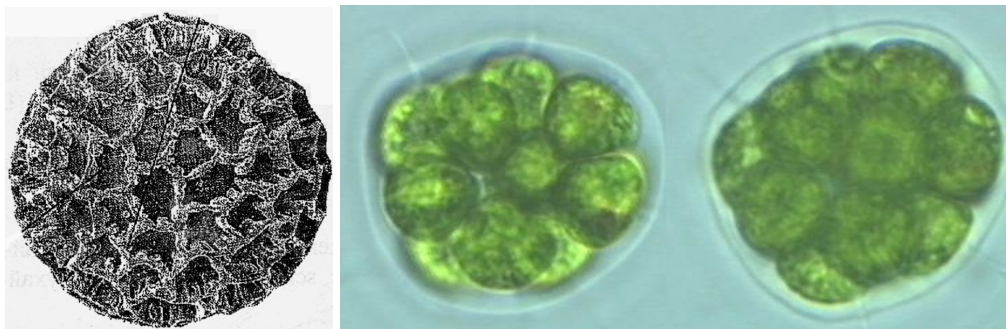
По-видимому, Э. Геккель (1834-1919) был первым, кто увидел в микроскоп в илах, поднятых со дна Атлантического океана, и изобразил в атласах, поразивших современников, ажурные скелеты радиолярий [1, 2]. Среди них были и те, которые позднее будут названы фуллеренами.

Д'Арси Томпсон (1860-1948) в своей энциклопедической, фундаментальной монографии [3] воспроизвёл рисунки Э. Геккеля и добавил свои, впервые обратив внимание на разнообразные трансформации, исполняемые природой в ходе эволюции. Случайно ли, в поисках ли оптимальных конструкций?

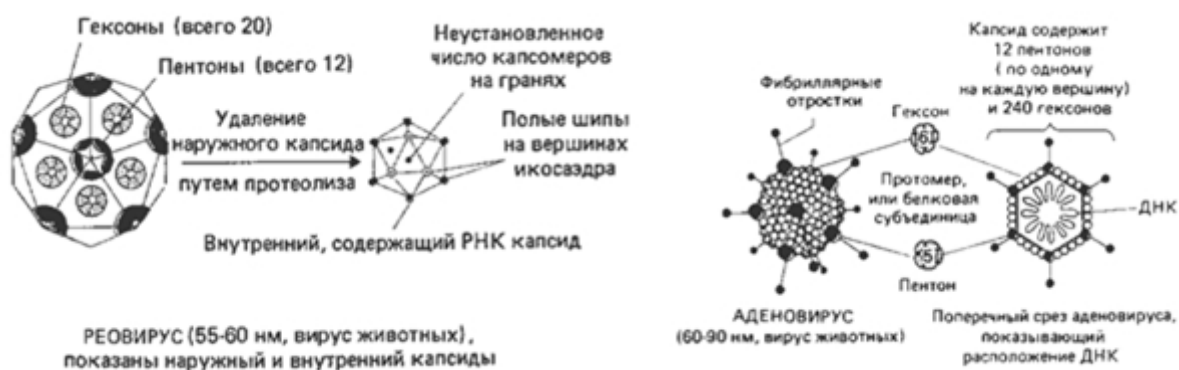
Среди российских учёных первым занялся изучением радиолярий математик Д.Д. Мордухай-Болтовской (1876-1952) [4-6]. Об этом его якобы попросил сын – морской биолог, пытавшийся понять замысел природы, повторившей эту структуру во многих сходных, в том числе дуальных, вариантах. В последнем случае имеются в виду скелеты *Circogonia icosahedra* и *Circogonia dodecahedra* в форме дуальных платоновых полиэдров (рис.). О том, что дуальность следует считать теснейшим сходством, говорит автодуальность тетраэдра.



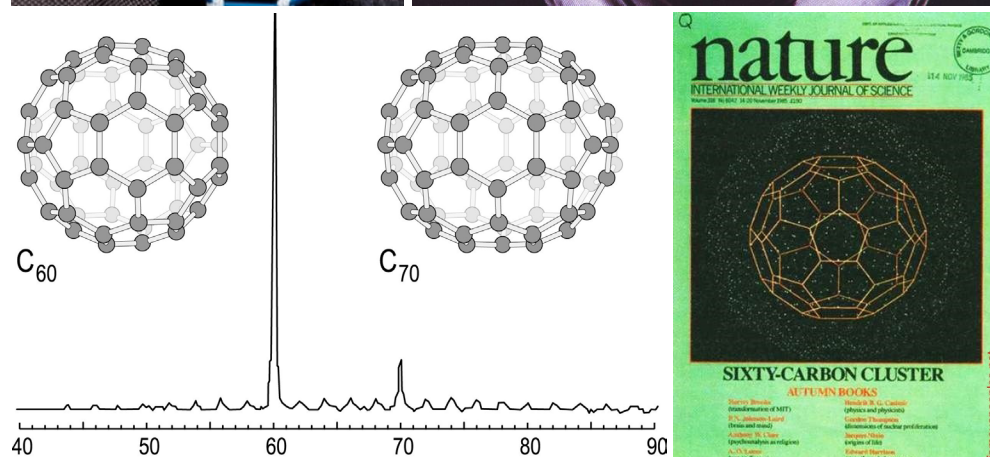
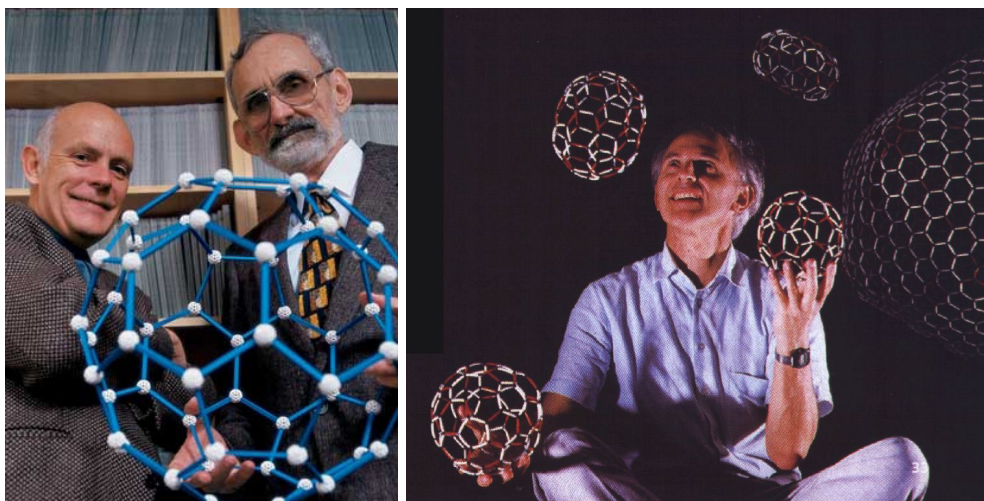
Фуллереновые структуры встречаются и среди растений. Так, пыльца цветкового растения *Ruellia grandiflora* покрыта перегородками, делящими сферическую поверхность на 5- и 6-угольные (по числу соседей) полигоны. Колониальная зелёная водоросль *Pandorina morum* (Müll.) Bory формирует 16-клеточные ценобии, в комбинаторном приближении принадлежащие к фуллеренам двух типов с точечными группами симметрии  $-43m$  и  $222$  (рис.) [7-8].



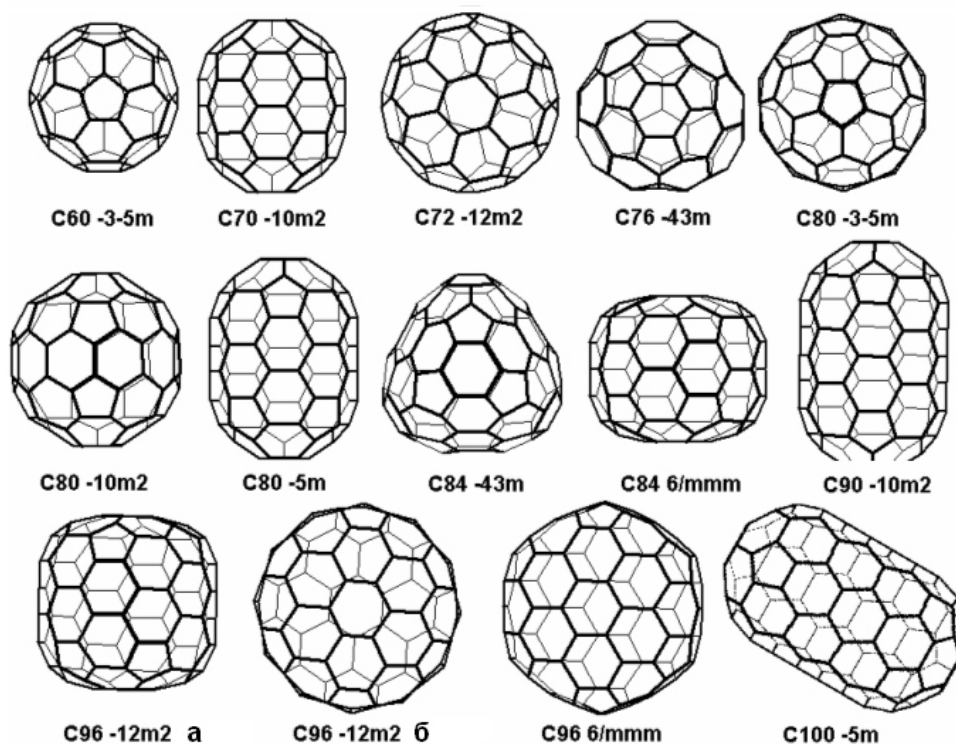
Электронно-микроскопические исследования позволили выделить класс икосаэдрических вирусов, строящих икосаэдрические вирионы из белковых глобул (рис.) [9, 10]. Но икосаэдр дуален додекаэдру – простейшему фуллерену. Следовательно, математическая систематика фуллеренов с икосаэдрической ( $-3-5m$  и  $235$ ) симметрией по сути является и морфологической систематикой икосаэдрических вирусов. Это важно, поскольку признано, что «важными и удобными критериями классификации вирусов являются морфологические свойства вирионов» [11].



Ровно 30 лет назад за экспериментальный синтез и расшифровку структур полиэдрических молекул  $C_{60}$  и  $C_{70}$  Нобелевскую премию по химии получили Р. Керл, Г. Крото и Р. Смолли [12]. Эти молекулы породили класс суперароматических соединений и их производных (эндоэдралов, экзоэдралов, металлокарбонов, нанотрубок и др.), используемых для синтеза материалов с уникальными свойствами. Они были названы фуллеренами (исначально ричардбакминстерфуллеренами) в честь американского архитектора Р.Б. Фуллера, осознавшего (после Д.Д. Мордухай-Болтовского) оптимальность такой конструкции в строительстве.

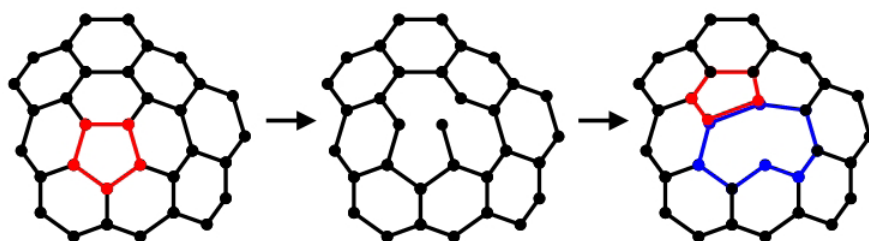


Автор (вместе с Д.Г. Степенчиковым) систематически изучал многообразие фуллеренов  $C_{20} - C_{60}$  с целью прогноза потенциально стабильных форм на основе критериев Г. Крото: отсутствие контактирующих пентагонов и максимальная точечная группа симметрии [13-16]. Сообщаемые в

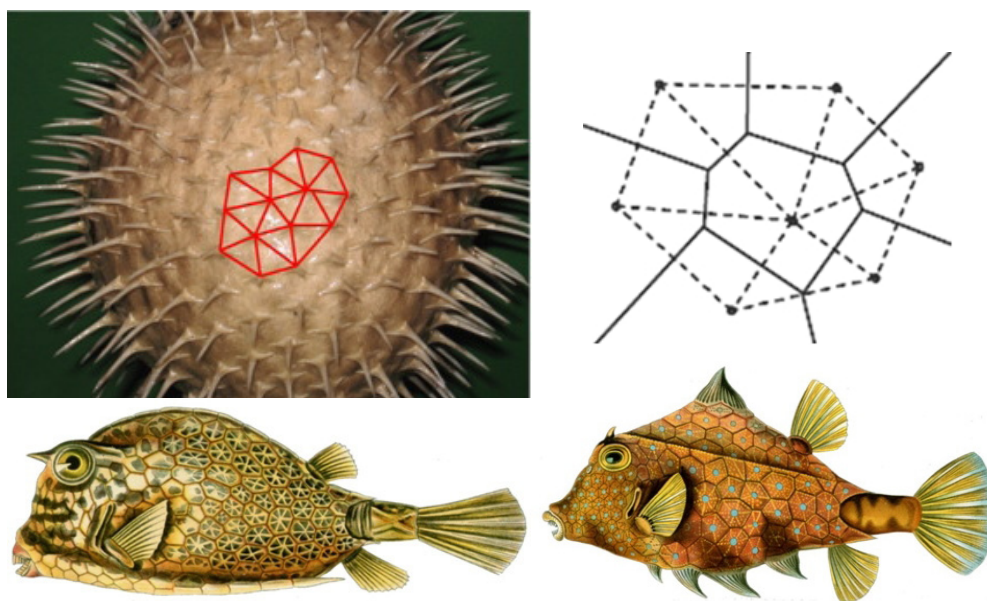


печати стабильные структуры отвечают полученному результату (рис.) за некоторыми исключениями, вызванными их стабилизацией допирующими атомами.

Новый аспект темы возник в связи с моделированием алгоритмов изменения фуллеренов для их приведения к требуемому (например, наиболее симметричному и стабильному) виду. Наиболее известный в этой области SW-алгоритм (Стоуна-Валеса) породил огромную литературу. Д.Г. Степенчиковым предложен алгоритм иного типа – с созданием искусственного дефекта (рис., см. статью в этом томе). Подтекст состоит в том, что в эволюции скелетов радиолярий к оптимальным структурам [17-19] природа, возможно, использовала те же алгоритмы.

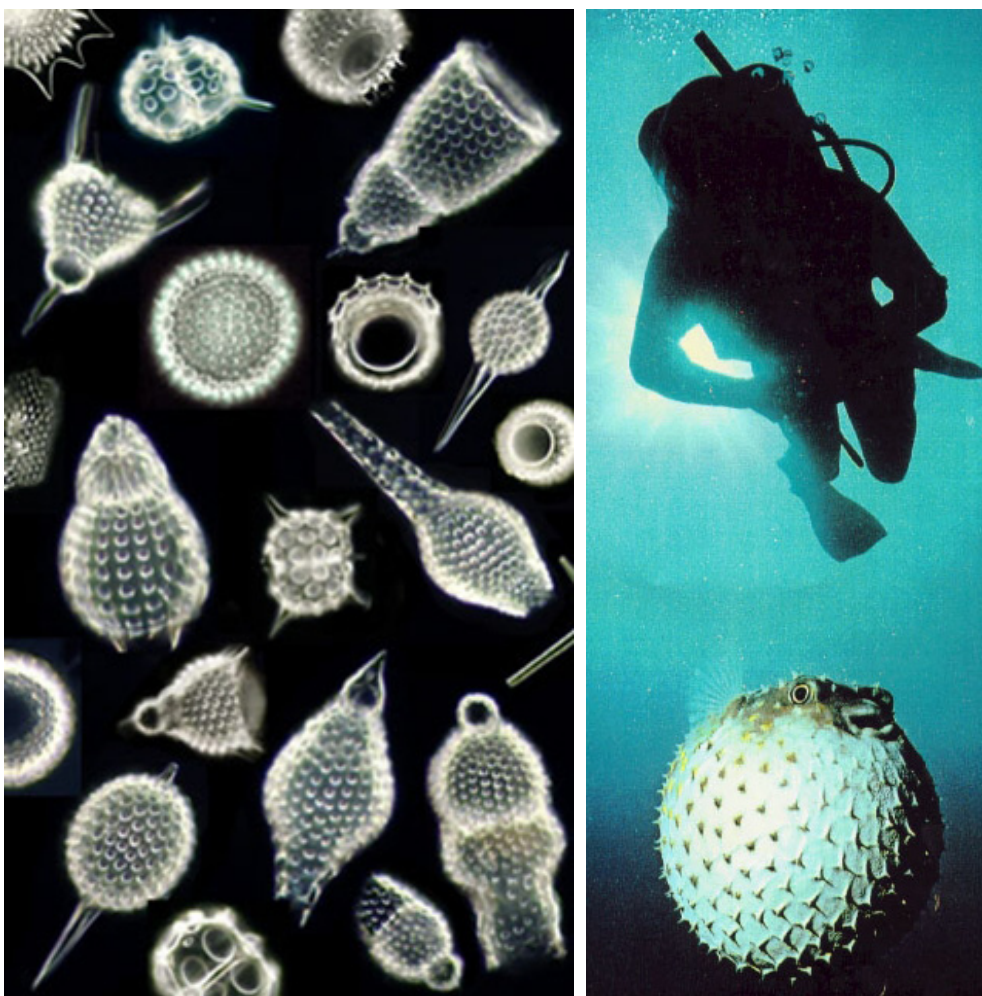


Природа замаскировала (квази) фуллереновые мотивы даже в макроскопических объектах. Так, если на поверхности *Diodon holocanthus* принять основания игл за точки и построить её дуальное разбиение по Вороному-Дирихле (рис.), то получим ... покрытие костяными полигональными пластинами плавающих рядом в тропических морях *Acanthostracion quadricornis* и *Tetrosomus gibbosus* (рис.) [20]. Как и для радиолярий, эту дуальность следует признать признаком максимальной близости указанных видов.

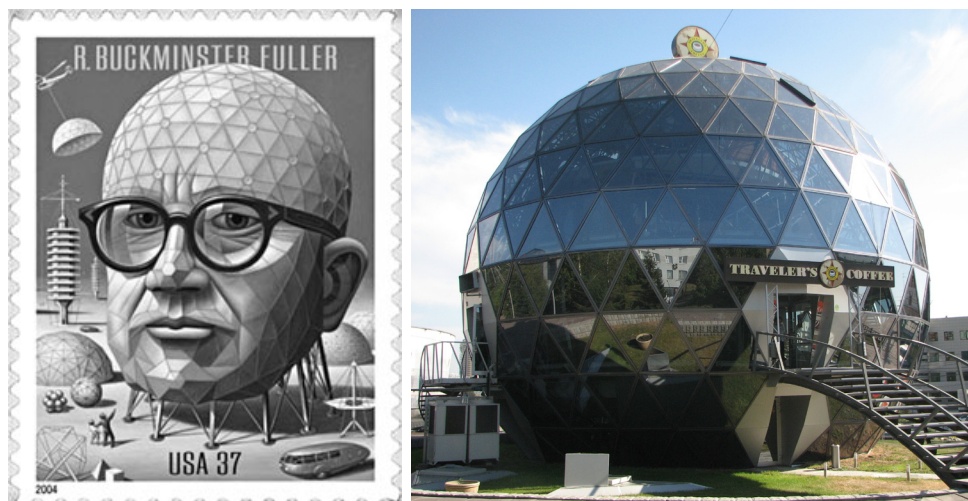


Примеры фуллереновых структур в природе этим не исчерпываются, особенно если позволить себе приставку «квази» и / или ослабить в изложении степень доказательности. Но идея автора уже ясна – в природе есть

сквозные (от нано- до макро-) структуры, «ловушки эволюции», оптимальные сразу по целому ряду параметров.



Человек – продукт эволюции и всё ещё часть природы. Поэтому совсем не удивительно, что в архитектурных творениях он использует те же идеи, что и радиолярия, черпая их из общего информационного банка планеты (рис.: марка в честь Р.Б. Фуллера с намёком на его крытый выставочный павильон в г. Чикаго, кафе в г. Новосибирске). Их поиск и осмысление – захватывающий процесс на стыках наук.



## Список литературы

1. Heckel E. Die Radiolarien (Rhizopoda radiata). Bd. 1. Text, Bd. 2. Atlas. Berlin, 1862.
2. Геккель Э. Красота форм в морских глубинах. Атлас радиолярий 1862 г. СПб.: Изд-во Вернера Регена, 2009.
3. Thompson D.W. On growth and form. Cambridge: University Press, 1917.
4. Мордухай-Болтовской Д.Д. Геометрия радиолярий // Уч. зап. Ростов.-на-Дону ун-та. 1936. Вып. 8. С. 1-91.
5. Мордухай-Болтовской Д.Д. Скелеты радиолярий с точки зрения сопротивления материалов // Уч. зап. НИИ математики и физики при Ростов.-на-Дону ун-те. 1937. Т. 1. С. 74-75.
6. Мордухай-Болтовской Д.Д. Геометрия радиолярий. М.: Кн. дом «Либроком», 2012.
7. Войтеховский Ю.Л. О морфологическом разнообразии колоний *Pandorina morum* (Müll.) Bory (Volvocaceae) // Журнал общей биологии. 2001. Т. 62, № 5. С. 425-429.
8. Войтеховский Ю.Л., Тимофеева М.Г., Степенщиков Д.Г. Принцип Кюри и морфологическое разнообразие колоний *Pandorina morum* (Müll.) Bory (Volvocaceae) // Журнал общей биологии. 2006. Т. 67, № 3. С. 206-211.
9. Рис Э., Стернберг М. От клеток к атомам: иллюстрированное введение в молекулярную биологию М.: Мир, 1988.
10. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию. От клеток к атомам. М.: Мир, 2002.
11. Лурия С., Дарнелл Дж., Балтимор Б., Кэмпбелл Э. Общая вирусология. М.: Мир, 1981.
12. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E.  $C_{60}$ : Buckminsterfullerene // Nature. 1985. N 318. P 162-163.
13. Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г. Фуллерены  $C_{20} - C_{60}$ : каталог комбинаторных типов и точечных групп симметрии. Апатиты: Изд-во К & М, 2002.
14. Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г. Фуллерены  $C_{20} - C_{60}$ : комбинаторные типы и точечные группы симметрии // Кристаллография. 2002. Т. 47, № 5. С. 785-787.
15. Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г. Фуллерены  $C_{20} - C_{60}$ : комбинаторные типы, симметрия, стабильность // Зап. ВМО. 2002. № 2. С. 30-37.
16. Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г. Фуллерены  $C_{62} - C_{100}$ : каталог комбинаторных типов и точечных групп симметрии. Апатиты: Изд-во К & М, 2003.
17. Петрушевская М.Г. Радиоляриевый анализ. Л.: Наука, 1986.
18. Афанасьева М.С., Амон Э.О. Радиолярии. М.: Палеонтологический институт РАН, 2006.
19. Афанасьева М.С., Амон Э.О. Биостратиграфия и палеобиогеография радиолярий девона России. М.: Палеонтологический институт РАН, 2012.
20. Войтеховский Ю.Л. Геометрические мотивы в морфологии рыб *Tetraodontiformes* // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70, № 3. С. 257-261.

## О СИММЕТРИИ ФУЛЛЕРЕНОВ

Степенщиков Д.Г., Войтеховский Ю.Л.



Геологический институт КНЦ РАН, Кольское отделение  
Российского минералогического общества, г. Апатиты,  
[step@geoksc.apatity.ru](mailto:step@geoksc.apatity.ru).



Ранее авторами опубликован ряд работ, касающихся компьютерного перечисления комбинаторных типов фуллеренов, а именно: всех изомеров  $C_{20-60}$ , всех  $C_{62-70}$  без контактирующих троек пентагонов и всех  $C_{72-100}$  с изолированными пентагонами [2-4]. Ограничения для последних двух классов обоснованы критерием Крото, согласно которому наиболее стабильны фуллерены с изолированными пентагонами (IPR fullerene) [1]. Поскольку в многообразии  $C_{62-70}$  только один изомер  $C_{70}$  имеет изолированные пентагоны, это правило ослаблено с допущением двоек смежных пентагонов. Все фуллерены охарактеризованы точечными группами симметрии (т.г.с.) и порядками групп автоморфизмов (п.г.а.). Сегодня стало возможным (с помощью свободно распространяемых программ) получение полных многообразий фуллеренов в указанных диапазонах. В этой работе мы приводим данные по числу фуллеренов  $C_{20-150}$  (табл.) и их симметричные характеристики, полученные с помощью авторских программ.

Из таблицы видны некоторые закономерности в распределении групп симметрии по классам фуллеренов  $C_n$ . Так, группы  $C1$  (1),  $C2$  (2),  $C_s$  ( $m$ ) и  $C_{2v}$  ( $mm2$ ) наблюдаются для всех групп фуллеренов  $C_{2n}$ , начиная с  $n = 18, 16, 20$  и  $18$ , соответственно, а группы  $S_2$  (1),  $C_{2h}$  (2/m) и  $D_2$  (222) – для всех групп фуллеренов  $C_{4n}$ , начиная с  $n = 18, 12$  и  $7$ , соответственно. У других групп симметрии такие закономерности наблюдаются в более сложном виде или начинают проявляться на больших фуллеренах в нижней части таблицы.

Покажем метод, позволяющий утверждать наличие на фуллерене тех или иных элементов симметрии. В его основу положен способ доказательства существования фуллеренов с любым числом атомов-вершин [5], суть которого в следующем: выбираются две половинки-крышки фуллерена, между которыми можно вставить любое число поясов из гексагонов, увеличивая число вершин. В данном случае можно подобрать такие пары крышек, которые будут в совокупности определять тот или иной элемент симметрии. Нами были выбраны крышки, граница которых образует шестерёнку с шестью зубцами. Общий вид крышки и схема вставки пояса из шести гексагонов даны на рис. 1. Полный вывод всех крышек с учётом условия, что хотя бы один из зубцов на границе крышки должен быть пентагоном (иначе с крышки можно снять внешний пояс гексагонов, состоящий из зубцов), даёт 342 разновидности с числом вершин (граней) от 36 (13) до 106 (48). Каждое

Таблица. Порядки групп автоморфизмов и точечные группы симметрии фуллеренов  $C_{62-150}$ .

п.г.а.	1	2		3		4			6			8		10			12			20			24			60	120	Всего
		$C_2$	$C_s$	$S_2$	$C_3$	$C_{2v}$	$C_{2h}$	$D_2$	$S_4$	$D_3$	$C_{3v}$	$C_{3h}$	$S_6$	$D_{2h}$	$D_{2d}$	$D_5$	$D_{3d}$	$D_6$	$T$	$D_{5h}$	$D_{5d}$	$T_d$	$D_{6h}$	$D_{6d}$	$T_h$			
20																									1	1	1	
24																							1					1
26																												1
28											1															1		2
30									2																			3
32		2									1	1																6
34		3	2									1																6
36	2	4	2						1	2																1		15
38	7	5							2																			17
40	8	14	7						1	2	3															2	1	40
42	23	11	6						4																			45
44	42	22	7						3	6	1	2																89
46	69	22	19						2	4																		116
48	117	52	16						3	1	5															2		199
50	195	37	25						2	6																		271
52	307	78	26						3	3	1	9																437
54	470	62	38						8																			580
56	700	135	49						1	3	13	2	10													1		924
58	1037	98	58						4	6																		1205







Рис. 1. Схема вставки пояса гексагонов между крышками.

добавление пояса из шести гексагонов увеличивает число вершин фуллерена на 12. Далее для удобства будем оперировать с числом граней фуллеренов.

Покажем, что для любого  $C_{2n}$ , начиная с  $n = 27$ , найдётся хотя бы один фуллерен, на котором присутствует хотя бы одна ось симметрии

2-го порядка. Для этого выберем из всего многообразия 6 пар таких крышек, которые в совокупности порождают 6 бесконечных непересекающихся по  $n$  серий фуллеренов и обеспечивают присутствие этой оси. Все они даны на рис. 2. Крайняя левая крышка является общей парой для 6 остальных, и образует с ними при стыковке фуллерены с числом граней  $F = 29, 30, 31, 32, 33$  и  $34$ . Вставка дополнительных поясов между крышками приводит к бесконечным сериям фуллеренов с  $F = 29+6k, 30+6k, 31+6k, 32+6k, 33+6k$  и  $34+6k$ , покрывающих все множество фуллеренов  $C_{2n}$ , начиная с  $n = 27$ . Ось 2-го порядка будет проходить через центры крышек.

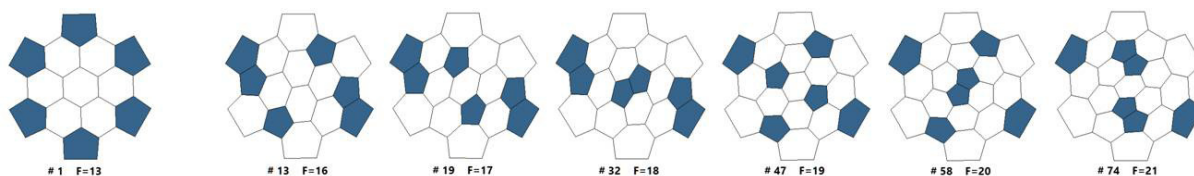


Рис. 2. Крышки, порождающие фуллерены, на которых присутствует ось симметрии 2-го порядка.

Аналогично покажем, что для любого  $C_{2n}$ , начиная с  $n = 27$ , найдётся хотя бы один фуллерен, на котором присутствует хотя бы одна плоскость симметрии. Выберем 6 пар соответствующих крышек (рис. 3). Крайняя левая крышка остаётся прежней и общей для всех остальных пар. То же можно сказать и про крышки для  $F = 19$  и  $20$ , так как в их группе симметрии  $mm2$  присутствуют ось 2-го порядка и плоскость. Последняя будет совпадать с одной из плоскостей симметрии крайней левой крышки.

Покажем существование фуллеренов  $C_{4n}$ , начиная с  $n = 17$ , на которых есть центр инверсии. На рис. 4. показаны 6 крышек, каждая из которых образует пару с энантиоморфной крышкой, причём число поясов между ними

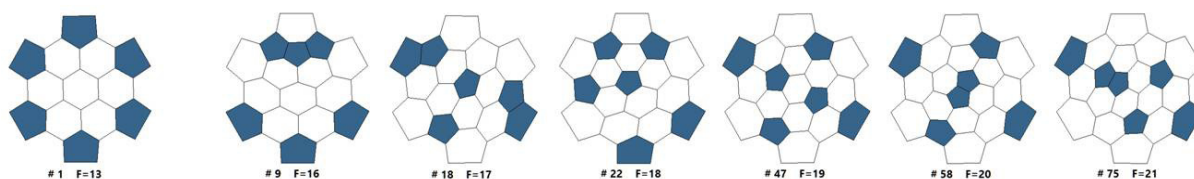


Рис. 3. Крышки, порождающие фуллерены, на которых присутствует плоскость симметрии.

должно быть нечётным, чтобы зубцы шестерёнок всегда находились в одном положении друг относительно друга. Таким образом получаем серии с  $F = 36+2k, 38+2k, 40+2k, 42+2k, 44+2k$  и  $46+2k$ . Заметим, что в таблице в столбце для  $S_2$  нет фуллеренов  $C_{68}$ , соответствующих  $F = 36$  и имеющих группу симметрии  $\bar{1}$ . Это объясняется тем, что соответствующая крышка (№ 7 на рис. 4) с её энантиоморфной парой образует фуллерен с повышенной группой симметрии  $2/m$ , содержащей центр инверсии.

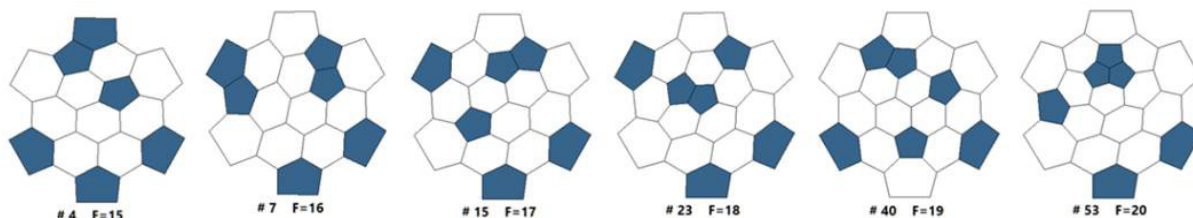


Рис. 4. Крышки, порождающие фуллерены, на которых присутствует центр инверсии.

Последний случай показывает, что пара крышек не определяет симметрию всего фуллерена. Поэтому в статье говорится о существовании фуллеренов не с данной симметрией, а с данным элементом симметрии, который может входить и в более высокую группу. Даже наличие нескольких поясов гексагонов, проложенных между крышками, может приводить к группе симметрии фуллерена выше той, которая определяется симметриями обеих крышек. Вероятно, существует некоторое число поясов, начиная с которого эти случаи перестают наблюдаться. Но этот вопрос находится в стадии исследования.

#### Список литературы

1. Kroto H.W. The stability of the fullerenes  $C_n$ , with  $n = 24, 28, 32, 36, 50, 60$  and  $70$  // Nature. N 329. P. 529-531.
2. Voytekhovskiy Y.L., Stepenshchikov D.G.  $C_{20}$  to  $C_{60}$  fullerenes: combinatorial types and symmetries // Acta Cryst. 2001. A57. P. 736-738.
3. Voytekhovskiy Y.L., Stepenshchikov D.G. On the spectrum of fullerenes // Acta Cryst. 2002. A58. P. 295-298.
4. Voytekhovskiy Y.L., Stepenshchikov D.G.  $C_{72}$  to  $C_{100}$  fullerenes: combinatorial types and symmetries // Acta Cryst. 2003. A59. P. 283-285.
5. Voytekhovskiy Y.L., Stepenshchikov D.G. A theorem on the fullerenes with no adjacent pentagons // Acta Cryst. 2004. A60. P. 278-280.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАКРЫТИЯ РУДНИКОВ В БАРЕНЦ-РЕГИОНЕ

Конухин В.П., Смирнов Ю.Г., Орлов А.О.

Горный институт КНЦ РАН, Мурманское отделение  
РосГео, г. Апатиты, vladimir@goi.kolasc.net.ru



Баренц-регион представляет собой один из важнейших в мире источников минерального сырья. В то же время следует отметить, что некоторые подземные рудники и карьеры выведены из эксплуатации или подлежат закрытию в ближайшее десятилетие. В рыночных условиях могут выводиться из эксплуатации и рудники, запасы минерального сырья которых не исчерпаны, но неблагоприятная экономическая конъюнктура не позволяет им обеспечивать рентабельную работу. Пример такого вынужденного закрытия горно-добывающего предприятия в Северо-Западном регионе России – подземный рудник «Умбозеро». К моменту его вывода из эксплуатации в 2004 г. извлечено не более 30 % рудных запасов, но серьёзные ошибки в выборе технологий горных работ и непродуманные реформы в стране привели к тому, что высокая себестоимость закрыла выход продукции рудника на российский и мировой рынок РЗЭ. В 2004 г. рудник «Умбозеро» выведен из эксплуатации без каких-либо мероприятий по реабилитации его территории и восстановления ландшафта, как это принято в мировой практике.

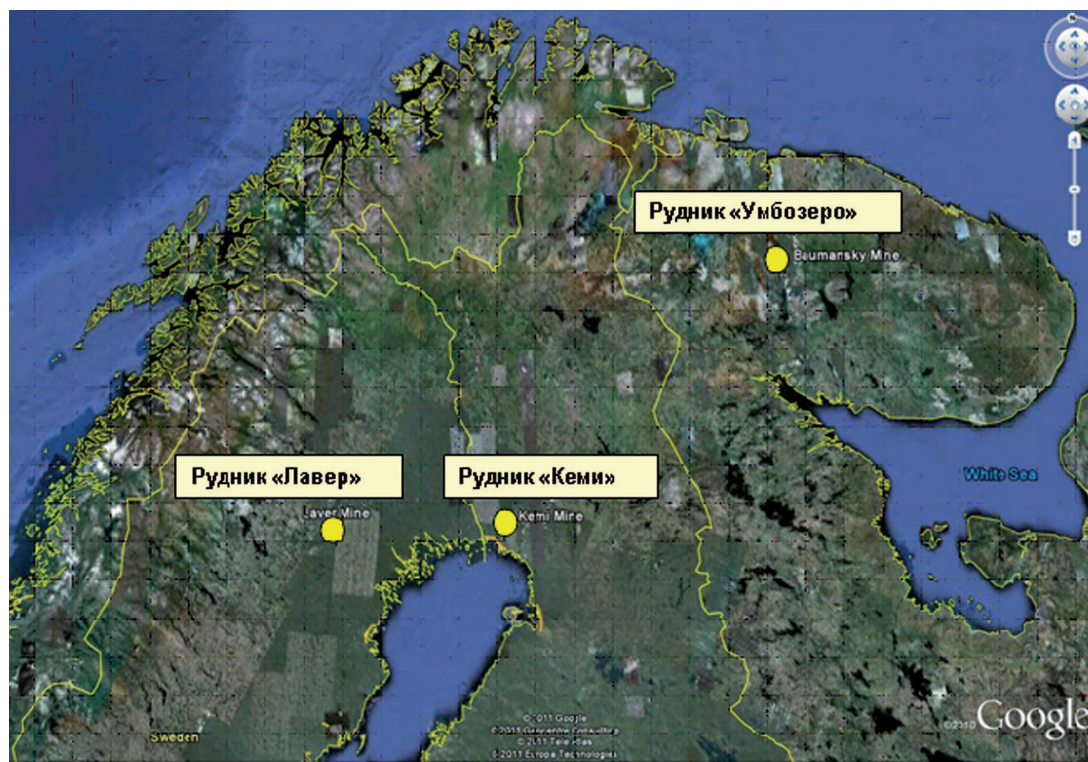
Следует особо подчеркнуть, что в России отсутствует чёткая нормативная база, определяющая порядок вывода рудников из эксплуатации при исчерпании запасов или прекращении деятельности по конъюнктурным соображениям. Не определена и ответственность собственников горных предприятий, федеральных и региональных органов власти за формирование источников финансирования на закрытие рудников, реабилитацию территорий и восстановление ландшафтов. Воздействия на окружающую среду различных этапов жизненного цикла рудника существенно различаются по характеру и величине. Этап разведки и оценки запасов оказывает минимальное воздействие. При подготовке к разработке месторождения вскрышные породы при открытых горных работах и пустые породы от проходки подземных выработок складываются в окрестностях рудника. При создании его инфраструктуры воздействие на окружающую среду в значительной мере определяется и отведением больших зон для отстойников обогатительных фабрик.

Отвод поверхностных и подземных вод также оказывает влияние на состояние окружающей среды и ландшафта. Основной экологический ущерб связан с третьим этапом деятельности рудника, а именно с разработкой месторождения и переработкой минерального сырья. При этом общее воздействие на окружающую среду и влияние на изменение ландшафта зависит от объёмов добычи руды. В итоге процесс закрытия рудника определяется двумя основными факторами: его техническим состоянием на момент вывода из эксплуатации и накопленным экологическим ущербом.

Международный проект «Экологическая и геодинамическая безопасность при закрытии рудников в Баренц-регионе (EnviMine)» направлен на решение комплексных проблем безопасности, связанных с окончанием работы горнорудных предприятий и их закрытием. Проект выполнялся специалистами России (В.П. Конухин, А.А. Козырев, А.О. Орлов, Ю.Г. Смирнов, В.Г. Зайцев), Финляндии (У. Вяйсянен, Х. Хирвасниemi, П. Йоханссон, Я. Кивиломполо, П. Коури, Ю. Купила, К. Пиетикайнен, Й. Пихлая) и Швеции (Л. Алакангас). В качестве конкретных объектов исследований приняты финский рудник «Кеми», разработка запасов которого завершается, и выведенные из эксплуатации рудники «Умбозеро» в России и «Лавер» в Швеции. Конкретной задачей проекта была разработка методологии экологически безопасного закрытия рудников в специфических условиях Баренц-региона, а также подготовка информации для специалистов и общественных организаций. Рассмотрим объекты исследований.

### **Финляндия – рудник «Кеми»**

В качестве объекта исследований в Финляндии принят рудник «Кеми» в северной части страны (рис. 1). Это единственный действующий хромовый рудник в Европейском Союзе. Запасы руды составляют около 37 млн. т, минеральные запасы – 87 млн. т. Подземная добыча ежегодно составляет 1.2 млн. т руды и 0.5 млн. т пустой породы, которая используется для засыпки закрываемых стволов шахты. Некоторая часть пустой породы пригодна для использования в строительных целях. Рудник «Кеми» запущен в 1968 г. Карьер эксплуатировался с 1968 по 2004 гг. Подземная разработка началась



*Рис. 1. Расположение рудников «Кеми» в Финляндии, «Умбозеро» в России и «Лавер» в Швеции.*



*Рис. 2. Аэрофотоснимок рудника «Кеми», Финляндия.*

в 2003 г. Рудник «Кеми» выбран для проекта как действующий рудник с имеющейся обширной базой данных и возможностью получения дополнительной информации [1].

Рудник «Кеми» (рис. 2) в настоящее время действует, отличается хорошими экологическими характеристиками и технико-экономическими показателями. Небольшие экологические проблемы вызывает окисленная руда. В хромовой руде и пустой породе нет легко растворимых минералов. Рудник работает согласно стандарту ISO 14001 по сертифицированной системе контроля экологической оценки. Система контроля включает мониторинг грунтовых и поверхностных вод, выбросов вредных примесей и пыли.

### **Россия – рудник «Умбозеро»**

Объект исследований в России – рудник «Умбозеро» в центральной части Мурманской обл. (рис. 1). Мурманская обл. – один из наиболее крупных и экономически развитых регионов Европейского Севера России, расположена на Северо-Западе Европейской части России. На севере область омывается Баренцевым морем, на востоке и юге – Белым морем; на западе граничит с Норвегией и Финляндией, на юге – с Республикой Карелия РФ. Рудник «Умбозеро» расположен на западном склоне Ловозёрского массива (рис. 3) и представлен комплексом пологопадающих пластообразных залежей. Рудные залежи, на которых проводились горные работы, расположены на расстоянии 50-60 м друг от друга по вертикали. В период работы рудника шахтные и оборотные воды обогатительной фабрики, а также дренажные воды хвостохранилища из отстойника сбрасывались в оз. Умбозеро [2].

В 2004 г. сброс в Умбозеро составил 4.95 млн. м<sup>3</sup>, в том числе: недостаточно очищенных шахтных вод 4.9 млн. м<sup>3</sup>, нормативно чистых 0.041 млн. м<sup>3</sup> и недостаточно очищенных 0.008 млн. м<sup>3</sup> производственных сточных вод.



*Рис. 3. Действующий рудник «Умбозеро» на склоне Ловозёрского массива.*

В последние годы в Умбозере отмечалось увеличение содержания Мп, превышающее ПДК в отдельные сезоны. Умбозеро – крупнейший водоём Кольского п-ова по площади и объёму, рыбохозяйственный водоём высшей категории. Загрязнение озера происходит сточными водами рудника «Умбозеро» и, через систему рек и озёр, карьерными водами рудника «Восточный» ОАО «Апатит». В августе 2009 г. произошло полное самозатопление подземных выработок рудника «Умбозеро» шахтными водами. В настоящее время они выходят из вскрывающей штольни самотеком.

В ходе полевых работ периодически проводился отбор проб воды из источников на территории промплощадки рудника и за её пределами, отбор проб хвостов из хвостохранилища обогатительной фабрики, выполнялась съёмка георадаром поверхности над рудной залежью подземного рудника и поверхности хвостохранилища. Пробы воды брались из вскрывающей горной выработки, ближайших ручьёв, на хвостохранилище и в его отстойнике, а также в губе Песочной и губе Северной на оз. Умбозеро. Исследование проб снега осуществлялось в зимний период на промплощадке рудника и прилегающей территории. Методология аналитических исследований апробирована при проведении предыдущих исследований, связанных с оценкой подземных вод для водоснабжения г. Апатиты [2, 3]. Современное состояние промышленной площадки закрытого рудника «Умбозеро» представлено на рис. 4.

### **Швеция – рудник «Лавер»**

В качестве объекта исследований здесь принят подземный медный рудник «Лавер» в северной части Швеции (рис.1). Месторождение в течение 10

лет разрабатывала компания «Boliden Mineral AB», в 1946 г. рудник закрыт. Месторождение содержало более 1.5 млн. т Cu со средним содержанием 1.51 %. Основные горные породы – граниты. Производство оставило 1.2 млн. т хвостов и небольшое количество пустой породы [4]. Площадь хвостохранилища к югу от карьера 12.2 га. Основные минералы в хвостах: пирротин, халькопирит кварц, плагиоклаз, биотит и мусковит. Сегодня хвостохранилище покрыто травой и деревьями. Деревья представлены сосной, елью и ивой, которые «переселились» с прилегающих лесов.

В качестве основной задачи исследований на руднике «Лавер» принята оценка эффективности функционирования отстойника и процессов сульфидного окисления в хвостохранилище, а также изучение их влияния на прилегающие водные ресурсы. По результатам до начала восстановительных работ можно оценить риски и эффективность используемых процессов. Выявлено, что из хвостов металлы вымываются в дренажные воды, где происходит их окисление. Лишь 5-10 % металлов, связанных с рудой, выветриваются из хвостохранилища и обнаружены в ручье. Таким образом, большая часть металлов осталась в хвостах при вторичном минеральном осаждении.

## Выводы

Методология исследований процесса закрытия рудников включала разработку концептуальной модели территории, представляющую собой графическое и описательное представление взаимосвязей между источниками



*Рис. 4. Современное состояние промышленной площадки рудника «Умбозеро».*

загрязнения окружающей среды, маршрутами воздействия (первично загрязняемыми средами, транспортирующими и накапливающими химические вещества) [5].

Концептуальная модель территории является основой для формирования предварительных сценариев, характеризующих параметры воздействия потенциально опасных химических веществ. Эти сценарии использовались для формулировки конкретных задач и корректировались с учётом данных, полученных в ходе измерений.

Риски загрязнения грунтовых, поверхностных вод, поверхностных отложений и грунтов и атмосферы могут быть снижены при использовании результатов проекта не только для исследуемых объектов и прилегающих к ним территорий, но и всего Евро-Арктического Баренц-региона.

Полученная информация [6] может быть полезной при проектировании новых горнодобывающих предприятий и создании методологии безопасного закрытия рудников. База данных может быть использована в качестве учебного материала для студентов и лиц, связанных с экологическими проблемами горнодобывающих предприятий.

Международный проект «Экологическая и геодинамическая безопасность при закрытии рудников в Баренц-регионе (EnviMine)» позволил решить комплексные проблемы безопасности, связанные с окончанием работы горнорудных предприятий СЗ России, эффективно использовать зарубежный опыт на основании информации о процедурах закрытия финского рудника «Кеми» и шведского «Лавёр».

#### Список литературы

1. Mroueh U.-M., Vahanne P., Wahlström M. et al. Mine closure handbook. Espoo: GTK, 2008. 169 p.
2. Конухин В.П., Козырев А.А., Орлов А.О. и др. Результаты исследований альтернативных источников водоснабжения населения // Отдельный выпуск Горного информ.-аналитич. бюллетеня. 2009. № 5. С. 174-182.
3. Конухин В.П., Козырев А.А., Орлов А.О. и др. Исследование подземных источников воды для г. Апатиты // Экология и промышленность России. 2010. № 4. С. 52-54.
4. Ljungberg J., Öhlander B. The geochemical dynamics of oxidising mine tailings at Laver, northern Sweden // J. Geochem. Exploration. 2001. V. 74. P. 57-72.
5. Конухин В.П., Козырев А.А., Орлов А.О. и др. Международный проект EnviMine «Обеспечение экологической и геодинамической безопасности при закрытии рудников в Баренц-регионе» // Арктика: экология и экономика. 2013. № 7. С. 76-83.
6. Конухин В.П., Козырев А.А., Орлов А.О. и др. Экологическая и геодинамическая безопасность при закрытии рудников в Баренц-регионе. Рудник «Умбозеро». Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2014. 192 с.



## ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В САЙДА-ГУБЕ

Конухин В.П., Смирнов Ю.Г., Орлов А.О.

Горный институт КНЦ РАН, Мурманское отделение  
РосГео, г. Апатиты, vladimir@goi.kolasc.net.ru



В качестве важнейших этапов в решении проблемы ядерного наследия «холодной» войны на Европейском севере России следует отметить подписание в 2002 г. на саммите в г. Кананаскисе главами государств Группы Восьми инициативы «Глобальное партнерство против распространения оружия и материалов массового уничтожения», а также Соглашение между Федеральным Министерством экономики и технологий ФРГ и Министерством по атомной энергии РФ «Об оказании содействия в ликвидации сокращаемого РФ ядерного оружия путём утилизации атомных подводных лодок, выведенных из состава ВМФ России» от 9 октября 2003 г.

Правительство ФРГ приняло на себя обязательство о финансировании строительства инфраструктуры для подготовки к долговременному хранению реакторных отсеков 120 утилизируемых АПЛ на судоремонтном заводе «Нерпа» и Пункта долговременного хранения реакторных отсеков АПЛ (ПДХ РО АПЛ) в Сайда-Губе. В 2007 г. принято дополнительное решение разместить на той же площадке Центр кондиционирования и долговременного хранения всех накопленных в регионе и образующихся при утилизации АПЛ, надводных кораблей и судов атомного технологического обслуживания радиоактивных отходов (ЦКДХ РАО).

Руководство этим проектом с 2004 г. осуществляли: с германской стороны – заказчик-инвестор проекта компания «Energiewerke Nord GmbH», с российской стороны – Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Научное инженерно-геологическое и инженерное сопровождение строительства на объектах Сайда-Губы за исключением морских гидротехнических сооружений и причала были поручены Горному институту КНЦ РАН [1].

ПДХ РО АПЛ и ЦКДХ РАО расположены на севере Кольского п-ова в 7 км от г. Снежногорска и 100 км от г. Мурманска на берегу Баренцева моря в заливе Сайда-губа. Площадка находится в зоне действия приливно-отливных морских вод. Скорость ветра на побережье Кольского залива в среднем составляет 7-8 м/с, влажность воздуха более 80 %. В целом для района характерна относительно мягкая зима и короткое прохладное лето.

ПДХ РО представляет собой ряд параллельных железобетонных площадок хранения, оборудованных судовозными рельсовыми путями, и предназначен для открытого хранения 120 реакторных отсеков. Размеры площадки определены из максимальных габаритных размеров РО АПЛ. Общий вид площадки в период строительства с размещёнными на ней реакторными от-



*Рис. 1. Общий вид площадки ЦКДХ РАО в период строительства.*

секами дан на рис. 1. Железобетонная стапельная плита для хранения реакторных отсеков – одно из наиболее ответственных сооружений, размещается на скальном или насыпном основании, на которое уложена щебёночная подушка, закреплённая бетонной стяжкой. Каждая плита под отсек бетонируется непрерывной заливкой, имеет температурные швы и дренажные канавки. Сверху стапельная плита покрывается защитным слоем бетона и гидроизоляционным полимерным покрытием.

ЦКДХ РАО представляет собой серию зданий, оснащённую самой современной техникой, в том числе основной корпус объекта с кессонами кондиционирования, производственно-лабораторными и энергетическими сооружениями, цехом разделки реакторных блоков, отсеками хранения и вспомогательными помещениями. Фундаментная стапельная плита ЦКДХ РАО оснащена рельсовыми судовозными путями.

Основные показатели объекта: количество твердых радиоактивных отходов (ТРО) в кондиционированном виде, размещаемых на долговременное хранение – 100000 м<sup>3</sup>, ожидаемая суммарная активность размещаемых на хранение ТРО –  $3 \times 10^{16}$  Бк, проектный период эксплуатации объекта, в том числе: в режиме кондиционирования и загрузки помещений – 30 лет, в режиме заполненного хранилища – 70 лет, годовая производительность: цеха кондиционирования РАО – 1380 м<sup>3</sup>/год, цеха разделки радиационно-опасных объектов – 5 ед./год.

В ЦКДХ РАО будет осуществляться приём транспортных упаковок с ТРО от предприятий-поставщиков, сортировка содержимого первичных упаковок, сортировка и переработка металлических отходов, имеющих радиоактивное загрязнение, формирование упаковок хранения сортированных

и переработанных ТРО, переработка вторичных РАО, длительное хранение упаковок ТРО. Металлические отходы, которые в результате переработки могут быть выведены из-под регулирующего контроля, будут передаваться на переплавку в специализированные предприятия с целью и повторного использования. Общий вид ЦКДХ РАО в период строительства представлен на рис. 2.

В результате многолетних научно-исследовательских работ, выполненных Горным институтом КНЦ РАН на объектах Сайда-Губы, решены следующие задачи:

- исследования по выбору площадки для размещения Пункта длительного хранения реакторных отсеков утилизируемых АПЛ и Центра кондиционирования и длительного хранения РАО на Европейском севере России;

- оценка сейсмической активности и особенностей геологического строения территории строительства ПДХ РО АПЛ и ЦКДХ РАО в Сайда-Губе;

- гидрологические и геомеханические исследования на площадке строительства ЦКДХ РАО;

- сейсмотомографический контроль уплотнения замещенных грунтов в основании ПДХ РО АПЛ и ЦКДХ РАО;

- исследование характеристик заполнителя бетона при строительстве ПДХ РО АПЛ;



*Рис. 2. Общий вид ЦКДХ РАО.*

– оперативный контроль прочностных свойств бетона в конструкциях ПДХ РО АПЛ и ЦКДХ РАО.

Программы исследований по каждому из этапов принимались по согласованию с представителями заказчика-инвестора, российского заказчика, а также генеральных проектировщиков – ПФ «Союзпроектверфь» ЦТСС и ФГУП «ВНИПИЭТ». Результаты исследований докладывались на ежемесячных технических совещаниях на площадке строительства. Такой подход обеспечил оперативное управление качеством строительства на объектах Сайда-Губы. Остановимся на двух примерах решения перечисленных задач: исследование характеристик заполнителя бетона на основе местных материалов; оперативный контроль прочностных свойств бетона в конструкциях возводимых сооружений.

Необходимо подчеркнуть жесткие требования к заполнителям бетона, вызванные экстремальными климатическими условиями региона, воздействием приливно-отливных морских вод и влажной воздушной атмосферой, насыщенной морскими солями и, главное, высокой ответственностью объектов. Использование техногенного сырья всегда сопряжено с целым рядом трудностей. Продукция из горнопромышленных отходов часто характеризуется непостоянством гранулометрического, химического и минерального состава. Это положение касается и щебня Оленегорского ГОКа [2].

Как показали исследования, этот щебень отличается большим разнообразием пород и минералов и состоит, в основном, из метаморфических пород (различных гнейсов, кристаллических сланцев, слабрудных железистых кварцитов). Петрографическая разборка щебня выполнялась визуально и с помощью изучения прозрачных и полированных петрографических шлифов на стереомикроскопе Axioplan 2 Zeiss. Минералого-петрографический состав щебня дан в табл. 1. Химический анализ щебня выполнен с использованием проб, измельчённых до 50 мкм. Основные компоненты: 62.5 %  $\text{SiO}_2$ , 13 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$   $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ , 10.3 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Из общего содержания железа 70 % приходится на одну петрографическую разновидность щебня – железистые кварциты. Второстепенными компонентами являются:  $\text{MgO}$  – 2.78 %,  $\text{CaO}$  – 4.5 %.

Сделан вывод, что щебень фракции 5-20 мм соответствует требованиям ГОСТов, хотя и зафиксировано некоторое расхождение по зерновому составу и содержанию зёрен пластинчатых и игловатых форм. Обращено внимание на некоторую изменчивость характеристик щебня, получаемого из вскрышных пород горно-обогатительного комбината, хотя эти колебания и находились в пределах допустимых границ и не вызывали ухудшения качества бетона.

Для оценки качества готовых железобетонных конструкций необходим всесторонний анализ факторов, влияющих на их эксплуатационные характеристики: состав и прочность бетона, морозостойкость, водонепроницаемость... При всём многообразии контролируемых параметров в качестве

определяющего фактора оператором проекта принято соответствие фактической прочности бетона проектным значениям. Такой подход отвечает требованиям действующих нормативных документов.

Таблица 1. Минералого-петрографический состав щебня, мас. %.

№ п./п.	Породы и минералы	Содержание в пробе
1	Гнейсы окварцованные	21.7
2	Гнейсы микроклиновые	9.4
3	Гранитогнейсы лейкократовые	5.2
4	Диабазы и другие метабазиты	15.0
5	Кристаллические амфибол-гранатовые сланцы	5.7
6	Железистые кварциты магнетитовые, слабородные	37.2
7	Пегматиты	4.0
8	Кварц крупнокристаллический, раскрытые зёрна	1.2
9	Магнетит мелкокристаллический, раскрытые зёрна	0.1
10	Силикаты мелкокристаллические, раскрытые зёрна (кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены, биотит и др.)	0.5
11	Итого	100.0

Контроль качества бетонных конструкций производился неразрушающим методом с использованием электронных склерометров DIGI – SCHMDT 2000 и Silver SCHMIDT (Швейцария). Диапазон измерений прибора 10-70 МПа. Действие основано на принципе упругого отскока (DIGI – SCHMDT 2000) и ударного импульса (Silver SCHMIDT). Неразрушающий контроль прочности бетона склерометром Шмидта и его аналогами включён в нормативные документы многих стран: EN 12504/ 2, ENV 296, ASTM C 805, BS 1881, DIN 1048 и осуществлялся в соответствии с государственными стандартами [3].

Промышленные испытания по определению прочности бетона на стальной плите и других железобетонных конструкциях строящихся радиационно опасных объектов производились после набора бетоном нормативной прочности. Предварительно выполнены сравнительные испытания прочности бетона на сжатие с использованием лабораторного гидравлического пресса и электронных склерометров Шмидта. Результаты свидетельствуют о высокой сходимости значений прочности образцов бетона на сжатие, полученных разрушающим и неразрушающим способами. Измерения прочности бетона проводились на горизонтальных и боковых поверхностях несущих конструкций стальной плиты, плит передвижения реакторных отсеков и других строительных сооружений. Анализ результатов показывает, что отклонение в показателях на боковой и горизонтальной поверхностях железобетонных плит составляет 1-5%.

Расположение и количество площадок принималось согласно программе исследований с учётом более полного охвата поверхности контролируемых плит (10-12 на плиту). В соответствии с нормативными документами измерения проводились при температуре не ниже  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , исходя из того, что к моменту замораживания конструкции находились не менее одной недели при положительной температуре. Величина среднеквадратичных отклонений прочности по проведённым замерам составляла  $0.8-1.3\text{ МПа}$ , коэффициент вариации не превышал  $8.0\%$ . Применялся неразрушающий метод контроля с использованием электронных склерометров Шмидта швейцарской фирмы «PROCEQ». Общий вид электронных склерометров DIGI- SCHMIDT-2000 и Silver SCHMIDT показан на рис. 3.



Рис. 3. Общий вид измерительных приборов DIGI – SCHMDT 2000 и Silver SCHMIDT.

Работы по определению прочностных характеристик бетона строительных конструкций неразрушающим методом с использованием электронных склерометров DIGI – SCHMDT 2000 и Silver SCHMIDT свидетельствуют о высокой эффективности данного способа для оперативного контроля прочности бетона в готовых конструкциях без нарушения целостности [4, 5]. Для оценки реальных показателей прочности и морозостойкости бетона железобетонных несущих конструкций внутри плиты произведён отбор проб выбуриванием кернов согласно ГОСТ 28570-90 «Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций» и ГОСТ 18105-86 «Правила контроля прочности».

Для выбуривания образцов-кернов из бетонных конструкций применялась специализированная электрическая буровая установка «ДИАМАНТ GDB 1600 WE» с режущим инструментом в виде кольцевого алмазного сверла фирмы BOSCH (Германия). Установка предназначена для выбуривания кернов в бетоне и железобетоне с промывкой водой с глубины до  $0.5\text{ м}$ , что соответствует середине высоты плиты. Диаметр выбуренного образца-керна  $106\text{ мм}$ . В лабораторных условиях из кернов изготовлены образцы-цилиндры с соотношением  $h/d = 1$  и проведены исследования по определению прочности и морозостойкости. Испытания проводились в соответствии с действующими нормативными документами и показали следующие результаты:

- по прочности бетонные образцы-kerne соответствуют проектной марке бетона;
- среднее значение потери прочности основных образцов после промежуточных 20 циклов замораживания-оттаивания 1.9 %, после 30 циклов 3.0 %, что не превышает допустимые 5.0 %.
- образцы-kerne бетона по морозостойкости соответствуют заданной марке F150.

Таким образом, по результатам периодического контроля и лабораторных исследований подтверждено соответствие характеристик бетона железобетонных конструкций рассмотренных радиационно опасных объектов проектным требованиям. Результаты инженерных исследований Горного института КНЦ РАН объектах Сайда-Губы сыграли существенную роль в обеспечении соответствия качества строительства российским и европейским стандартам.

#### Список литературы

1. Конухин В.П., Абрамов Н.Н., Книвель Н.Я. и др. Сайда-Губа. Инженерно-геологические и инженерные исследования при строительстве объектов кондиционирования и долговременного хранения радиоактивных отходов ВМФ. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2014. 289 с.
2. Конухин В.П., Смирнов Ю.Г., Орлов А.О. Контроль прочности бетона неразрушающим методом в период строительства хранилища реакторных отсеков // Бетон и железобетон. 2009. № 3. С. 28-30.
3. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. Поправка ИУС №5 1989.
4. Конухин В.П., Смирнов Ю.Г., Орлов А.О. Оперативный контроль прочностных свойств бетона неразрушающим методом при возведении ответственных железобетонных конструкций в условиях Арктики // Арктика: экология и экономика. 2012. № 4. С. 36-39.
5. Конухин, В.П., Орлов А.О., Смирнов Ю.Г. Контроль прочности бетона неразрушающим методом в период строительства хранилища реакторных отсеков // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 10. С. 76-78.



## ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СААМСКОГО РАЗЛОМА

Федотова Ю.В., Каспарьян Э.В.

Горный институт КНЦ РАН, Мурманское отделение  
РосГео, г. Апатиты, [fjulia@mail.ru](mailto:fjulia@mail.ru).



В основе современных моделей геодинамического состояния недр лежат представления о иерархически-блочном строении геологической среды, неотектонической природе современной активности геологических нарушений и естественном напряжённо-деформированном состоянии [1-7]. Согласно [8], геодинамическое районирование недр включает первоочередное выделение крупных разломов и определение степени их активности. При этом под геодинамически активными структурами понимаются разрывные нарушения, для которых в современный период наблюдаются существенные деформации и связанные с ними изменения (развитие малоамплитудных разрывов, флексур, послойных нарушений, раздувов и пережимов слоёв и пластов и т.д.) геологической среды.

Геодинамически активные структуры в геологической среде находятся в соподчиненном положении. Они ранжируются на структуры различного иерархического уровня (с I по VII), каждая находится в иерархической подчиненности от структур более крупного ранга. Наиболее активны структуры самых крупных масштабных рангов. Но максимальная концентрация напряжений чаще приурочена к структурам среднего или мелкого ранга, более молодым в ряду иерархической подчиненности.

При подземных горных работах наличие геодинамически активных структур в обрабатываемом месторождении приводят к рискам горных ударов, внезапных выбросов и обрушений кровли, других опасных событий геодинамической природы. При этом зоны сопряжения геодинамически активных структур представляют собой наиболее опасные участки недр с самыми высокими рисками опасных геодинамических процессов.

Инструментальные исследования напряжённого состояния пород в рудниках, обрабатывающих месторождения Хибин, показали интенсивные горизонтальные напряжения, в 3-20 раз превышающие величины напряжений, которые могут быть обусловлены весом налегающих пород [9, 10]. Подобные явления отмечены во многих районах мира [11]. Избыточные горизонтальные напряжения получили название тектонических напряжений. На смену представлениям о гравитационной природе напряжённого состояния массивов горных пород пришли представления о более общем виде полей напряжений – гравитационно-тектоническом. Сегодня гравитационно-тектонические поля напряжений общепризнанны. Действия гравитационных полей являются частными случаями.

Анализ первых результатов инструментальных измерений гравитационно-тектонических полей в различных точках мира позволил выдвинуть различные гипотезы о происхождении тектонических компонентов полей напряжений общего вида. Из них наиболее обоснованной и не противоречащей имеющейся геологической и тектонической информации является гипотеза, по которой избыточные напряжения связаны с тектоническими процессами поднятия блоков земной коры и экзогенными процессами их денудации [12]. Она логично связывается с основными положениями теории плит [13].

На основании этой гипотезы стало возможным объяснить специфические особенности деформирования и разрушения пород в горных выработках, прогнозировать горные удары и техногенные землетрясения. При этом исследователи основное внимание уделяли определению максимальной компоненты поля напряжений и направлению её действия по отношению к элементам залегания тел полезных ископаемых. Но она не даёт объяснения некоторым особенностям гравитационно-тектонических полей напряжений. В первую очередь это относится к объяснению избыточных напряжений, их резкой изменчивости в пространстве массива пород, узкой направленности компонентов полей напряжений – одностороннему действию максимальных напряжений и преимущественному горизонтальному направлению действия тектонических сил.

Последние данные о роли разломов в истории земной коры позволяют подойти к объяснению этих особенностей, если предположить, что подпитка массивов пород тектонической энергией производится постоянно и выражается в общих поднятиях, интенсивных во внутренних частях разломов, которые в рассматриваемый период времени активны. Некоторые исследователи [14] считают зону глубинного разлома структурой, в которой происходит поглощение и трансформация механической энергии во внутриразломном пространстве (рис. 1А). Другие [15] считают, что свойства разлома приводят к выдавливанию тела вверх за счёт пониженной эффективной плотности и повышенной деформируемости. При таком поднятии породного материала происходит перенос вверх по разрезу остаточных сжимающих горизонтальных напряжений, созданных в процессе уравнивания воздействия от веса колонки пород. Эти остаточные напряжения могут привести к горизонтальному раздвиганию бортов разлома и формированию в нём дополнительных деформаций горизонтального растяжения. Ю.Л. Ребецкий [14, 16] отмечает, что эти явления могут приводить к импульсным знакопеременным вертикальным движениям над разломом, которые фиксируются наземными высокоточными геодезическими измерениями.

Развивая эти идеи, можно прийти к заключению, что силы поднятия в теле разлома неизбежно должны уравновеситься весом определённого объёма пород в теле того же разлома. Тогда наступит состояние равновесия, при котором возникают силы давления на борта разлома. В свою очередь, силы

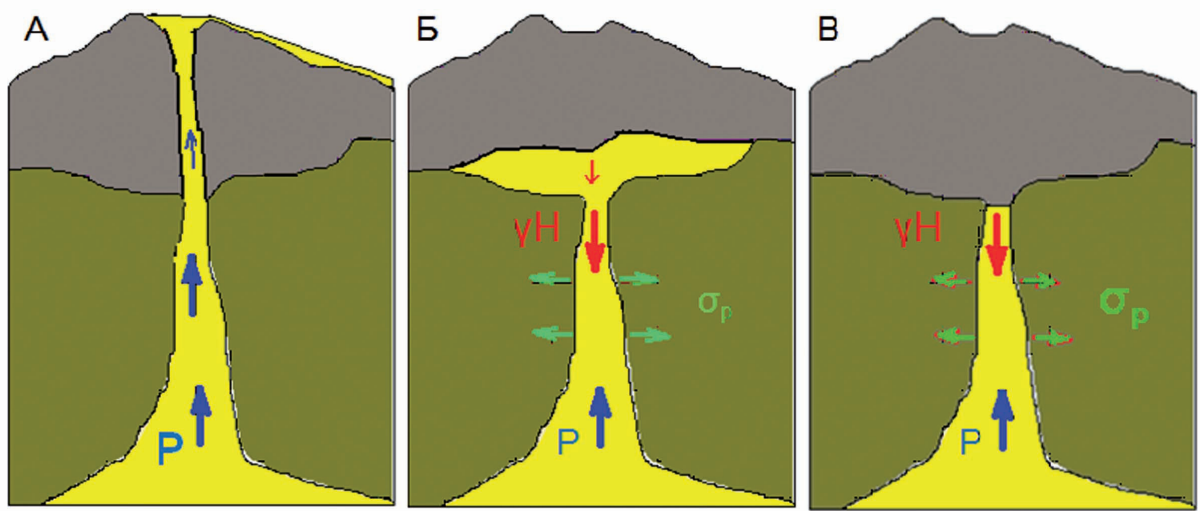


Рис. 1. Схема поднятий тела разлома при отсутствии противодействующих гравитационных сил (А) и при уравнивании сил поднятия гравитационными силами (Б, В).

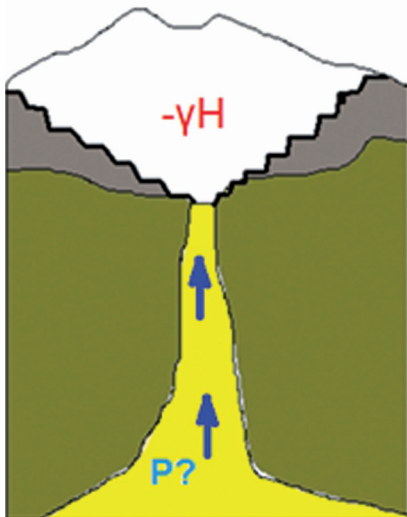


Рис. 2. Схема поднятий тела разлома при отсутствии противодействующих гравитационных сил.

давления на борта разлома будут вызывать в структурных блоках, разделяемых разломом, избыточные напряжения, нормальные к плоскости разлома. Таким образом, направление избыточных напряжений будет определяться ориентацией разлома в пространстве. Если падение активного разлома приближается к вертикальному (таких разломов – большинство), избыточные напряжения будут приблизительно горизонтальны и действовать только в направлении вкрест простирания разлома (рис. 1 Б, В). В направлении простирания разлома избыточные напряжения проявляться не будут.

С точки зрения генезиса массива и времени образования в условиях Хибинского массива, по-видимому, наиболее активными разломами являются радиальные. Потому и направление избыточных тектонических напряжений здесь преимущественно горизонтальное, в направлении простирания рудных тел. Подтверждением высказанного предположения о механизме образования избыточных напряжений в массивах пород являются результаты многочисленных натуральных и лабораторных исследований напряжённого состояния вблизи тектонических нарушений [17-19]. В крыльях разломных структур существуют локальные зоны концентрации напряжений, в которых величина напряжения может на порядок превышать напряжения за пределами зон. Параметры и конфигурация зон определяются морфологией тектонических нарушений, наиболее распространёно асимметричное распределение локальных зон повышенных напряжений [17].

В лежачем крыле зона максимальных напряжений непосредственно при-  
мыкает к борту нарушения. В висячем крыле она удалена от борта, посколь-  
ку здесь в большей степени сказывается влияние вертикальной компоненты  
гравитационного поля. Если влияние гравитационных сил на тело разлома  
исчезает (например, в результате денудации, таяния ледников или ведения  
горных работ), то материал разлома получает возможность перемещаться  
вверх, окружающие структурные блоки разгружаются от избыточных на-  
пряжений (рис. 2). Именно такая ситуация возникла на Объединённом Ки-  
ровском руднике (ОКР) АО «Апатит», когда в результате ведения горных

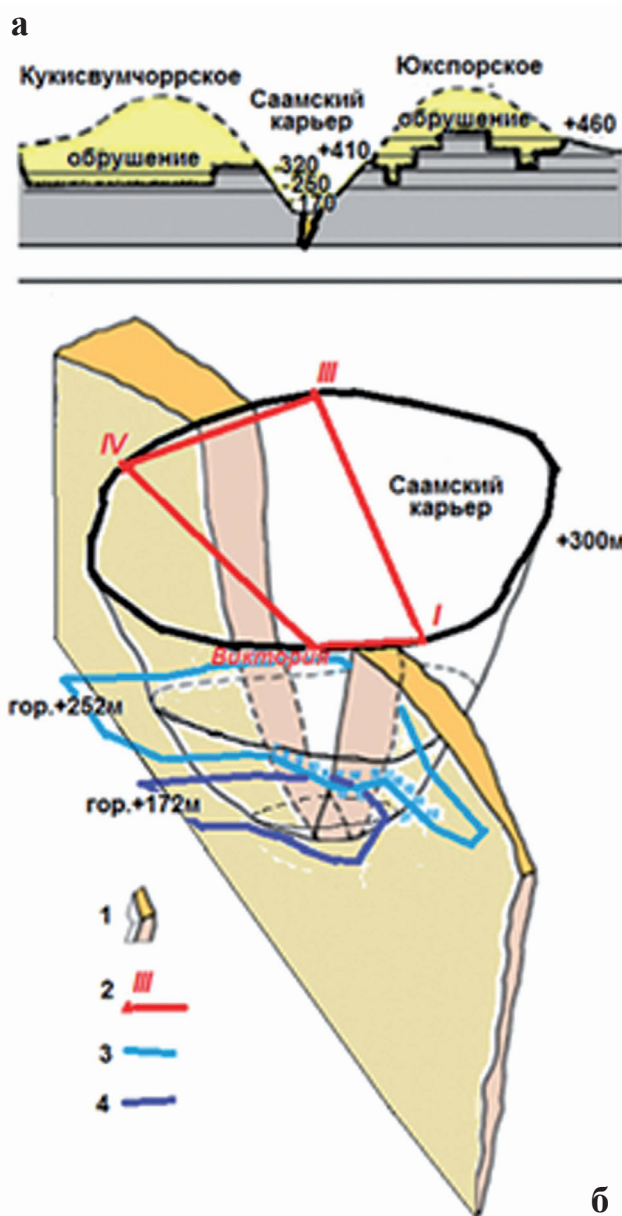


Рис. 3. Схема расположения Саамского карьера (а); нивелирных и свето-дальномерных полигонов в районе разлома (б). 1 – Саамский разлом; 2 – пункты наземного светодальномерного полигона в карьере; 3 – пункты нивелирного полигона на гор. +252 м; 4 – пункты нивелирного полигона на гор. +172 м.

работ в Саамском карьере при-  
поверхностная часть (около  
100 м) Саамского разлома была  
снята (рис. 3).

Саамский вертикальный  
разлом, радиальный по отно-  
шению к Хибинскому масси-  
ву, простирается вкrest общей  
структуры Кукисвумчоррского  
месторождения, проходит по  
руслу р. Лопарская (Саамка),  
пересекает Саамский карьер и  
уходит под четвертичные от-  
ложения в районе оз. Б. Вудь-  
явр. Глубина заложения около  
30 км, в рельефе прослежен  
на 10 км. Имеет разветвлённое  
строение и представлен дайкой  
мончикита мощностью 2 м, по  
которой развиты две мощные и  
сеть оперяющих трещин с ин-  
тенсивно шпреуштейнизиро-  
ванными породами [20].

Таким образом, он пред-  
ставляет собой неоднородную  
зону дробления, катаклаза и  
милонитизации мощностью от  
1 до 136 м, внутри которой на-  
ходятся многочисленные бло-  
ки, линзы и грубообломочные  
фрагменты окисленных вме-  
щающих пород. На отдельных  
участках разлом имеет вид  
сброса, взброса, сбросо-сдвига

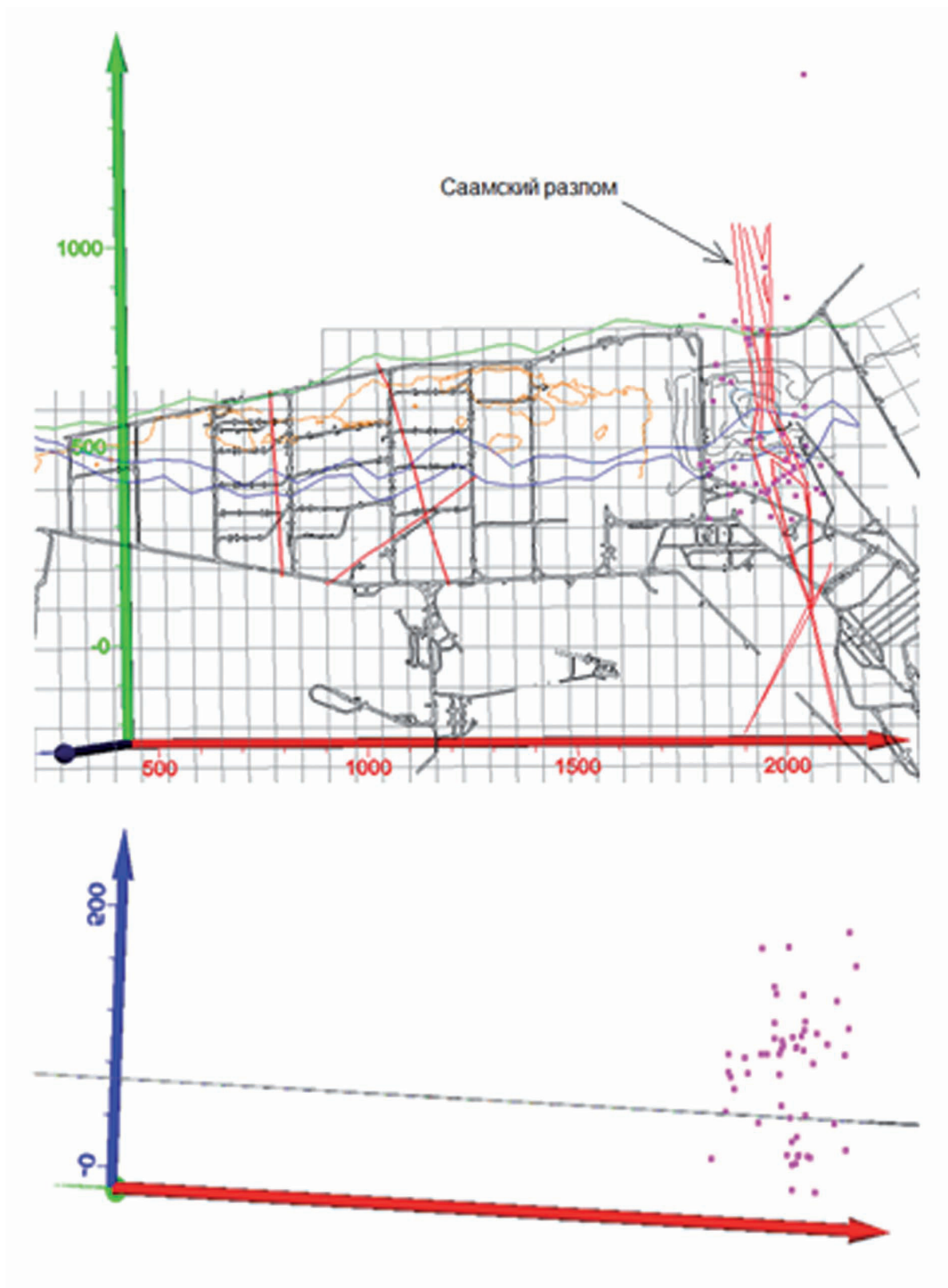


Рис. 4. Пример пространственного распределения сейсмических событий в Саамском разломе: а) план; б) разрез.

и взбросо-сдвига в зависимости от рельефа. Вертикальное смещение по дайке составляет 20 м. В карьере и подземных выработках Объединенного Кировского рудника разлом прослежен по падению более чем на 300 м [21]. По результатам многолетних геодезических наблюдений ГоИ КНЦ РАН (более 15 лет) выявлено устойчивое поднятие внутренней зоны разлома по отношению к вмещающему массиву пород при незначительных знакопеременных флуктуациях. Вертикальные смещения реперов и скорость поднятий увеличиваются по мере приближения к зоне разлома. Максимальные значения

дифференцированных смещений отмечены в центральной зоне разлома и породах, примыкающих к нему.

Накопленное за период 1991-2006 гг. относительное вертикальное перемещение внутренней части разлома на гор. + 252 м составило + 8 мм для западного участка профиля (вкрест разлома) и + 14 мм для восточного (рис. 3). По этим результатам впервые удалось определить кинематические параметры перемещений в зоне Саамского разлома. В частности, скорости поднятий материала заполнения оказались стабильными и равными для восточной и западной ветвей полигона 0.04 и 0.06 мм/мес., то есть 0.48 и 0.72 мм/год. Поднятия материала разлома зафиксированы и на нижележащем гор. + 172 м. Здесь скорости поднятий тоже стабильны – 0.02 мм/мес. или 0.24 мм/год. Меньшая скорость здесь, по-видимому, обусловлена влиянием веса пород разлома. Активность Саамского разлома также подтверждается результатами сейсмических наблюдений. На рис. 4 (а, б) приведены результаты анализа сейсмического каталога событий Центра геофизического мониторинга (ЦГМ) АО «Апатит» для Кукисвумчоррского крыла Объединенного Кировского рудника за годовой период.

В результате анализа получены несколько кластеров событий по всей площади наблюдений. События распределены неравномерно, что соответствует различной степени активности участков разлома для рассматриваемого временного периода. Такое поведение отражает процессы вдоль границ разлома и в пределах его заполнителя. В частности, зафиксировано облако событий в районе лежачего бока рудного тела ниже гор. + 92 м (отмечен линией на рис. 4б), тогда как вблизи разлома выше и ниже этого горизонта горных работ не ведётся. Активность этого участка разлома вызвана природными процессами, а именно притоком тектонической энергии.

Если предположение о роли активных разломов в формировании гравитационно-тектонического поля напряжений массивов пород принять во внимание, то при геодинамическом районировании месторождений полезных ископаемых [8] необходимо особое внимание уделять решению следующих задач:

Детально исследовать структурные неоднородности месторождения для выделения активных региональных разломов.

В пределах структурных блоков регионального уровня выполнять инструментальные измерения напряжённого состояния пород с уточнением их физико-механических свойств.

На основании обобщения результатов выполнять геодинамическое районирование массива с выделением геомеханических участков месторождения, однородных с точки зрения структурных неоднородностей, физико-механических свойств и напряжённого состояния пород.

Учёт влияния активных разломов на формирование гравитационно-тектонического поля напряжений позволяет сформулировать стратегию и тактику решения проблемы обеспечения безопасности горных работ в усло-

виях высоконапряжённых массивов и угрозы динамических проявлений горного давления. В частности, пора перейти от пассивного приспособления к высокой напряжённости пород (выбор оптимальных сечений и ориентации выработок, обоснование оптимального порядка отработки месторождений, выполнение локальных антиударных мероприятий и пр.) к активным методам её снятия на региональном уровне (на обширных участках месторождений – одного или группы очистных блоков или горизонта в целом). Это может быть достигнуто путём превентивного создания искусственных разуплотнённых зон в пределах активных разломов до развития горных работ и перевода значительных участков массива в неудароопасное состояние с существенной экономией средств на антиударные мероприятия при обеспечении необходимого уровня безопасности ведения горных работ.

Исследования выполнены по приоритетному направлению РФФИ «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами», грант № 14-17-00751 (научн. рук. проф. А.А. Козырев).

#### Список литературы

1. Садовский М.А., Писаренко В.Ф., Родионов В.Н. От сейсмологии к геомеханике. О модели геофизической среды // Вестник АН СССР. 1983. № 1.
2. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука, 1987.
3. Соболев Г.А. Исследование разрушений барьеров применительно к проблеме прогноза землетрясений. Физические основы прогнозирования разрушений горных пород при землетрясениях. М.: Наука, 1987.
4. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. Пространственно-временные характеристики современной динамики геофизической среды сейсмоактивных и асейсмичных областей. Дискретные свойства геофизической среды. М.: Наука, 1989.
5. Козырев А.А., Панин В.И., Иванов В.И. и др. Управление горным давлением в тектонически напряженных массивах. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996.
6. Козырев А.А., Панин В.И., Савченко С.Н. и др. Сейсмичность при горных работах. Апатиты, Изд-во КНЦ РАН, 2002.
7. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4.
8. Геодинамическое районирование недр. Методические указания. Министерство угольной промышленности СССР. Л., 1990.
9. Турчанинов И.А., Г.А. Марков. Влияние новейшей тектоники на напряженное состояние пород в Хибинских апатитовых рудниках // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1966. № 8.

10. Турчанинов И.А., Марков Г.А., Иванов В.И. и др. Тектонические напряжения и устойчивость горных выработок. Л.: Наука, 1978.
11. Марков Г.А. Тектонические напряжения и горное давление в рудниках Хибинского массива. Л.: Наука, 1977.
12. Hast N. The state of stresses in the upper part of the Earth's crust: a reply // Eng. Geol. 1969. N 4.
13. Марков Г.А. О модели формирования избыточных горизонтальных напряжений в горных породах под влиянием восходящих движений земной коры // Природа и методология определения тектонических напряжений в верхней части земной коры. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1982.
14. Кокс А., Харт Р. Тектоника плит. М.: Мир, 1989.
15. Ребецкий Ю.Л. Разлом – особое геофизическое тело в земной коре // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. М.: Изд-во ИФЗ РАН, 2009.
16. Летников Ф.А. Синергетика процессов в зонах глубинных разломов // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. М.: Изд-во ИФЗ РАН, 2009.
17. Кузьмин Ю.О., Жуков В.С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. М.: Изд-во гос. горного ун-та, 2004.
18. Методические рекомендации и наказы по повышению безопасности ведения горных работ в удароопасных условиях у тектонических нарушений на шахтах СУБРа / Сост. А.А. Аксёнов, Р.П. Потехин, В.С. Ломакин и др. Североуральск, 1994.
19. Ватолин Е.С., Черняков А.Б., Рубан А.Д. и др. Методы и средства контроля состояния и свойств горных пород в массиве. М.: Недра, 1989.
20. Вылегжанин В.Н., Егоров П.В., Мурашев В.И. Структурные модели горного массива в механизме геомеханических процессов. Новосибирск: Наука, 1990.
21. Гиммельфарб Б.М., Вировлянский Г.М., Шугин А.А. Хибинские апатитовые месторождения. Вопросы структуры, гидрогеологии и методики разведки. М.: Недра, 1965.
22. Онохин Ф.М. Особенности структуры Хибинского массива и апатито-нефелиновых месторождений. Л.: Наука, 1975.



## ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОСЛОЖНЯЮЩИЕ ПРОМЫШЛЕННУЮ РАЗРАБОТКУ ХИБИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА

Зорин А.В.

Горный институт КНЦ РАН, Мурманское отделение  
РосГео, г. Апатиты



Неблагоприятные воздействия природных условий Хибин на производство и производства на природную среду представляют огромный интерес. Как это всегда бывает при добыче и переработке полезных ископаемых, взаимодействие производства и природной среды Хибин расширялось и усложнялось по мере освоения новых месторождений, накопления отходов производства, применения всё более мощной техники. Вследствие отсутствия опыта и заблаговременного научного внимания неожиданно возникали неприятные проблемы. Так, проблемой снежных заносов железнодорожных путей стали заниматься лишь в 1933 г., через три года после открытия железной дороги. Снежными лавинами, угрожающими жилым и производственным объектам, стали заниматься в 1936 г. Для борьбы с выбросами грунтовых вод в подземных выработках потребовалась организация специального подразделения в 1937 г. Острое и непредвиденное положение возникло в



*Рис. 1. Вид на Центральный и Восточный карьеры.*



*Рис. 2. Изморозь на экскаваторе ЭКГ-8и.*

это время с техногенным загрязнением оз. Б. Вудъявр. Затем обнаружилась угроза водоснежных потоков на территории проектирующегося рудника Восточный (рис. 1), возникли сложности с заснеженностью руды, которую начали добывать в открытых карьерах[1].

Деятельность АО «Апатит», внешне выражающаяся в разрыхлении и перемещении крупных масс пород, вызывает ряд опасных явлений – крупных обрушений отвалов, селей и оползней, в том числе – каменных глетчеров. Если естественные неблагоприятные процессы и явления стабильны по характеру, режиму и силе, то опасность техногенных процессов возрастает по мере увеличения площади отвалов и возбуждения невиданных ранее форм движения слагающего их обломочного материала. Отрицательное воздействие производственной деятельности на природную среду в Хибинах выражается нарушением естественных ландшафтов отвалами и хвостохранилищами, а на ещё большей площади – в виде загрязнения воздуха и водоёмов отходами обогащения руды. Гололёдно-изморозевые явления (рис. 2) и заснеженность относятся к категории гляциоклиматических условий. Наряду с низкой температурой воздуха, сильными ветрами, туманами, они осложняют работу операторов, снижают производительность и надёжность техники.

Твёрдые осадки во всех видах – изморозь, гололёд, снег из атмосферы и принесённый метелями – оказывают наиболее существенное влияние на технологические процессы открытой добычи руды. Гололёдно-изморозевые образования на металлических поверхностях наиболее часты (до 4000 часов



*Рис. 3. Расчистка дороги на плато Расвумчорр.*

в год) на руднике Центральном вследствие особо высокой влажности воздуха на плато. Эти образования вызывают частые пробои электрического кабеля, мешают работе машин и механизмов. Снег воздействует на условия производства, не считая заносов автодорог (рис. 3), трояким способом: увеличивает дополнительные массы вещества, которые проходится вывезти из карьера, создаёт опасность схода лавин с бортов, изменяет физико-механические свойства заснеженных отвалов и их устойчивость. Особенно велико снегонакопление у краёв карьера за счёт метелевого переноса, достигающего в Хибинах величины 1000-1200 м<sup>3</sup> на погонный метр фронта метели [2].

Серьёзную помеху работе технологического оборудования в карьерах создают туманы, особенно на отметках более 600-700 м. При возрастании продолжительности туманов до 500-600 часов в месяц производительность автосамосвалов снижается на 55-57 %. В Хибинах преобладают орографические туманы, вызываемые охлаждением воздуха, натекающего на горный массив и поднимающегося по склонам вверх, а также туманы, создаваемые фронтальной облачностью. По показателям видимости туманы Хибин хуже туманов Арктики. Загазованность и запылённость карьеров (рис. 4) ухудшает видимость, а главное – вредны для здоровья людей.

Эти явления вызваны работой технологического оборудования с дизельными двигателями, буро-взрывными работами и погрузо-разгрузочными ра-

ботами. Повышенная загазованность и запылённость атмосферы карьеров наблюдается во время температурных инверсий (рис. 5), когда нижние слои воздуха застаиваются у земли вследствие их более низкой температуры и повышенной плотности. Инверсии в Хибинах наблюдаются до 40 % времени года.

Средние инверсионные градиенты составляют 1.5-3.00 / 100 м, максимальные достигают 7-80 / 100 м [3]. В карьерах, в силу замкнутости, инверсии более часты, продолжительны и устойчивы. Ущерб от загазованности и запылённости атмосферы карьеров выражается в потерях от простоя технологического оборудования и увеличение числа заболеваний персонала.

Обводнение рудников и карьеров происходит подземными водами, которые в толще горных массивов сосредоточены в трещинах. В верхней зоне толщиной 300-500 м они заполняются водой эпизодически во время снеготаяния и дождей, а ниже – постоянно. Поскольку подножья горных склонов и дно долин закрыты толщей рыхлых отложений, содержащих водоупорные горизонты, в ней и покрытых ею массах моренных пород подземные (трещинно-жильные) воды приобретают напорный характер. Водоносные трещины в коренных породах с нарастанием глубины встречаются реже, но каждая оказывается всё более водообильной.

Горное давление возрастает с глубиной и характеризуется полем напряжений, форма которого зависит от формы горного массива, его структуры,



*Рис. 4. Загазованность и запылённость карьера.*



*Рис. 5. Инверсия над долиной Умптек.*

распределения трещин и рудничных выработок. С возрастанием горного давления уменьшается устойчивость выработок: вокруг них развивается сеть трещин, происходят шелушение и стреляние пород на стенках и кровле, мощные выбросы породы в выработку – горные удары.

По количеству лавинных очагов на погонный километр дна долины (1.5-2) и повторяемости лавин (в среднем 1-2 из каждого очага за год, до 14 за год) Хибинны относятся к наиболее лавиноопасным районам России. Лавиноопасный сезон начинается в октябре и кончается в мае. Более 40 % лавин вызываются метелевым накоплением снега. Ежегодны мокрые весенние лавины. Скорости лавин в Хибинах достигают 50 м/с, сила удара о препятствие 110 т/м<sup>2</sup>, средние из максимальных объёмов лавин 10-15 тыс. м<sup>3</sup>, предельные до 0.5 млн. м<sup>3</sup>, толщина лавинных завалов 10-12 м [4]. Помимо лавин, в Хибинском горном массиве встречаются водоснежные потоки.

Согласно прогнозам техногенного потепления климата до 2025 г., в центральных районах Кольского п-ова ожидаются: повышение температуры января на 100, июля – на 50, рост суммы годовых осадков – на 600 мм. На основе этого можно сделать выводы о том, что могло бы происходить в Хибинах в 2025 г. Снега будет выпадать на 20 % меньше; снежная толща будет развиваться по типу уплотнения. Повысится устойчивость снежного покро-

ва на склонах в течение зимы; он будет сохраняться до периода весеннего снеготаяния. Это приведёт к возрастанию доли мокрых лавин при общем снижении повторяемости лавин. Выпадение снега при вторжениях циклонов, т.е. при высоких скоростях ветра, будет типичным, способствующим увеличению метелевого переноса снега. С другой стороны, он будет выпадать при более высокой температуре, что снизит возможности его метелевого переноса. Вероятно, метели станут более редкими, но интенсивность переноса снега будет выше. Увеличится повторяемость сильных снегопадов. Можно ожидать возрастания числа крупных лавин из свежевывавшего снега. Если более высокая температура зимы возобладает как фактор, уменьшающий объём метелевого переноса с наветренных склонов, на них может увеличиться повторяемость лавин и их появление на участках, которые сегодня безопасны вследствие малоснежности. Неожиданный сход крупных лавин из новых очагов может затруднить работу АО «Апатит». Главный вывод таков: предвидение снимает или существенно облегчает проблемы взаимодействия производства и природной среды.

#### Список литературы

1. Мягков С.М. Природные условия Хибинского учебного полигона. М.: Изд-во МГУ, 1986. 169 с.
2. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 528 с.
3. Зорин А.В. Аэрология карьеров. Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. 114 с.
4. Тушинский Г.К. (ред.) Лавиноопасные районы Советского Союза. М.: Изд. МГУ, 1970. 199 с.



## ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА



<sup>1</sup> Гришин Н.Н., <sup>2</sup> Войтеховский Ю.Л.,  
<sup>2</sup> Нерадовский Ю.Н.

<sup>1</sup> Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН, Мурманское отделение Российского химического (Менделеевского) общества, [grishin@chemy.kolasc.net.ru](mailto:grishin@chemy.kolasc.net.ru); <sup>2</sup> Геологический институт КНЦ РАН, Кольское отделение Российского минералогического общества, [woyt@geoksc.apatity.ru](mailto:woyt@geoksc.apatity.ru), [nerad@geoksc.apatity.ru](mailto:nerad@geoksc.apatity.ru), г. Апатиты.

Кольский п-ов располагает богатой гаммой полезных ископаемых, часто уникальных: Fe – 50 млрд. т. и V – около 17 млн. т. в титаномагнетитах, Ti – 6 млрд. т. в виде TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – около 19 млрд. т. в кианитах, и др. полезные ископаемые. Нами разработана технология получения из титаномагнетитов порошка металлического Fe, из которого выплавлен слиток (99 % Fe); титаноксидного концентрата (85 % TiO<sub>2</sub>) и ванадатного продукта с выходом по V 85 %. Таким образом, разработана нетрадиционная комплексная переработка титаномагнетитовых руд и концентратов, включая ильменитовый. Из кианитов получен полупродукт с Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 99 %. Проводятся исследования по получению из кианита металлургического глинозема для промышленного производства металлического Al. Из вермикулита получен керамивермикулит с температурой применения выше 1300 °С, что на 200 °С выше мирового уровня. Ведутся работы по получению керамивермикулита с температурой применения до 1500 °С в энергетике и высокотемпературной химии. Развиваемый подход состоит в:

- изучении окислительно-восстановительных процессов в системах, содержащих природные оксиды, на нано- и микроуровне путем их визуализации;
- проведение процессов под наблюдением до состояния, необходимого и достаточного для выделения в самостоятельные фазы целевых компонентов: Fe и полезных оксидов (Ti, Mg, Al, V и др.);
- быстрый (за доли секунды) перевод системы в состояние оптимальной реакционной способности плазменно-химическим методом:
- сопряжение окислительно-восстановительных процессов с генерированием восстановительного газа;
- максимальное использование энергетических возможностей технологического цикла и реализация его энергетического потенциала в производстве электроэнергии для собственного и внешнего потребления;
- использование в процессе неравновесной термодинамики как наиболее полно отражающей поведение реальных систем.

Существенно, что исходная химико-минералогическая система представлена в виде набора подсистем, различающихся по химическому составу

на микро- и наноуровне. Это отдельные зёрна минералов, границы между ними и межзёренная фаза. Имеющиеся различия усилены введением химически активных добавок, повышающих реакционную способность исходных компонентов на границе фаз.

Для наблюдения за превращениями исходных подсистем в процессах переработки минимизированы приёмы технологической минералогии с привлечением как оптической микроскопии с визуализацией исходных и полученных структур с разрешением 1-0.1 мкм, так и сканирующей микроскопии с микрозондовым химическим анализом с разрешением до 100 нм. Это позволило фиксировать стартовые движения подсистем на наноуровне и сопровождать превращения до требуемой степени преобразования микрофаз.

### Подбор контрастных свойств основных минералов на примере титаномагнетитов

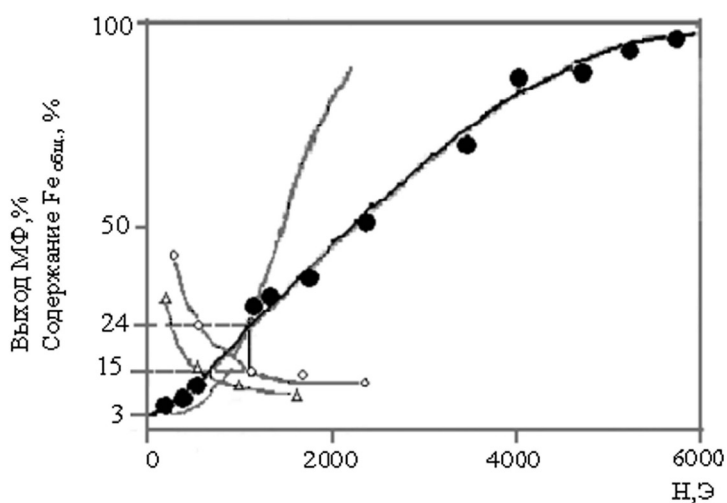


Рис. 1. Выход магнитной фракции оливинитов (МФ) в зависимости от напряжённости магнитного поля  $H$ . Скальные оливиниты Хабозёрского месторождения, кора выветривания Ковдорского месторождения,  $Fe_{общ}$  в магнитной фракции.

Эта часть касается также получения концентратов из руд Кольского полуострова (Гришин и др., 1998; Пузырёв и др., 2005). В первом случае предлагается предварительно анализировать S-образную кривую выхода конечного продукта в зависимости от напряжённости поля на магнитном сепараторе и на основании этой кривой априорно определять количество примесей в конечном продукте (Гришин и др., 2000, рис. 1). Целесообразно S-образную кривую строить на том аппарате, на котором будет производиться промышленное обогащение полупродукта.

Во втором случае наряду с магнитными свойствами компонентов руды используется разница их удельных весов (тяжелосредная сепарация). Это позволило наряду со слабомагнитным оливиновым концентратом получать немагнитные сунгулитовый и идингситовый продукты.

### Технология переработки природных титаномагнетитов

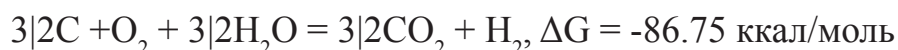
Технология ориентирована на переработку титаномагнетитов по нетрадиционной технологии, включающей прямое восстановление железистой компоненты с её выведением из системы хорошо освоенными промышленностью методами обогащения, заменяет доменный процесс и использует

дешёвые энергоносители. По материалоемкости она менее затратна, чем существующие в мировой практике DRI-технологии.

Недостатки разработки: не проведены промышленные испытания и проработка рынка, это требует значительных финансовых затрат. Риски: исходят от зарубежных фирм (главным образом Японии и Китая), занимающихся DRI-технологиями. Собственная сырьевая база и оригинальные технологии с меньшей материалоемкостью сводят их к нулю. Предложения для инвестора: Создание производства и передача его инвестору на договорных условиях. Льготный кредит на разработку и организацию производства. Форма интеллектуальной защиты: патент РФ 2385962, планируются дополнительные патенты с инвестором. Область коммерческого использования: всё производство Fe, ориентированное на нетрадиционное титаномагнетитовое сырьё с получением чистого Fe для спецсталей, всё производство Ti и титановой продукции, производство сталей с V в качестве лигатуры.

### **Сжигание водоугольного топлива и получение энергонасыщенного восстановительного газа**

При сжигании ВУТ в кислороде возможны два пути:



Второй вариант более предпочтительный при меньшей затрате углерода. Сжигание следует вести с недостатком кислорода для получения в газовой фазе CO, а не CO<sub>2</sub>. При пересчете условий проведения сжигания на повышенные температуры ситуация не изменится. При сжигании ВУТ в воздухе энергия сгорания будет расходоваться на нагревание инертных газов воздуха. Имеется возможность при сжигании ВУТ, подбирая конструкцию печи, создать требуемую энергонасыщенность газа. В ОТСМ экспериментально показано, что образующаяся при сжигании ВУТ зола лучше, чем стандартная подходит для получения снове бетонов различного назначения (Белогурова и др., 2013, Белогурова, Бастрыгина, 2014).

### **Газотранспортные реакции при переработке полезных ископаемых Мурманской обл.**

При восстановлении природных оксидов твёрдыми восстановителями процесс идёт за счёт миграции кислорода к восстановителю (Чуфаров и др., 1970). При восстановлении природных оксидов ведущую роль играют газотранспортные реакции. Мы использовали это положение при восстановлении природных руд и концентратов. Известно, что доменные процессы протекают за счёт газотранспортных реакций. Нами разрабатывается бездоменный процесс восстановления природных оксидов до металлического Fe, получен порошок с содержанием Fe 98 %, из которого выплавлен слиток с содержанием Fe 99.9 %. Несколько сложнее ситуация с переработкой

кианитов  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ , для которой мы использовали тот же подход. За счёт восстановления при высоких температурах  $\text{SiO}_2$  переводится в летучий  $\text{SiO}$ , который удаляется из системы за счёт газотранспортной реакции. В остатке получается обогащённый по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  продукт. Так получен продукт с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  99.2 % и почти полным отсутствием Si.

### Получение керамовермикулита с повышенной температурой применения

Наиболее отчётливо неравновесные процессы проявляются при образовании из природных компонентов диссипативных структур с заданными свойствами. При разработке керамовермикулитов с повышенными температурами применения в огнеупорной матрице на основе каолинитов можно создать условия для образования кордиерита. В обоих случаях система включает цепочки из  $\text{SiO}_4$  – тетраэдров, которые легко встраиваются в кордиеритовую структуру без сильных структурных преобразований.

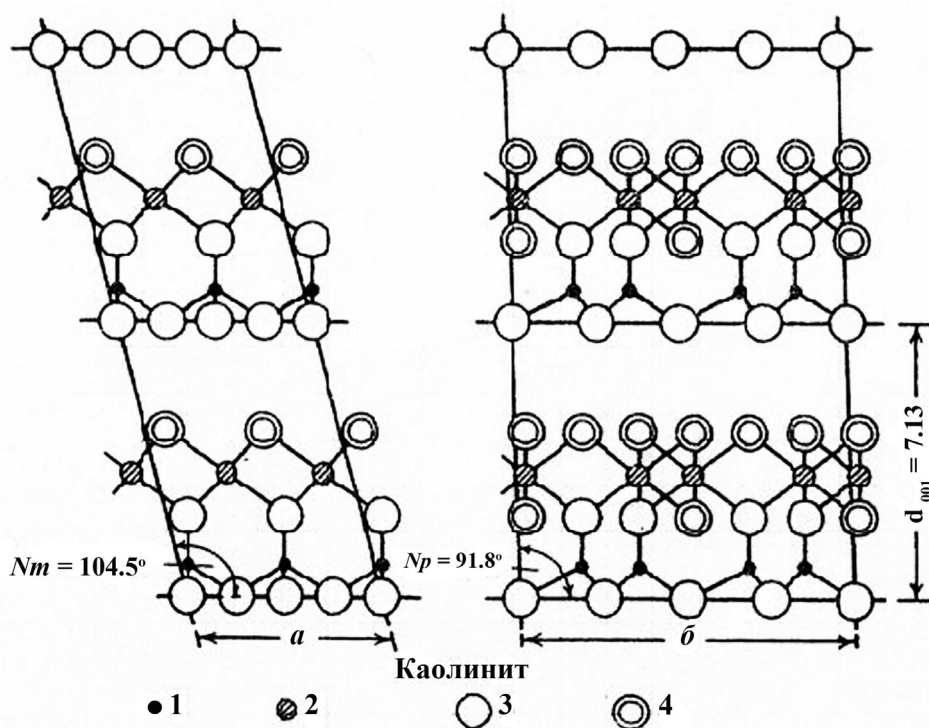


Рис. 2. Структура каолинита в разных проекциях. 1 – Si, 2 – Al, 3 – O, 4 – OH.

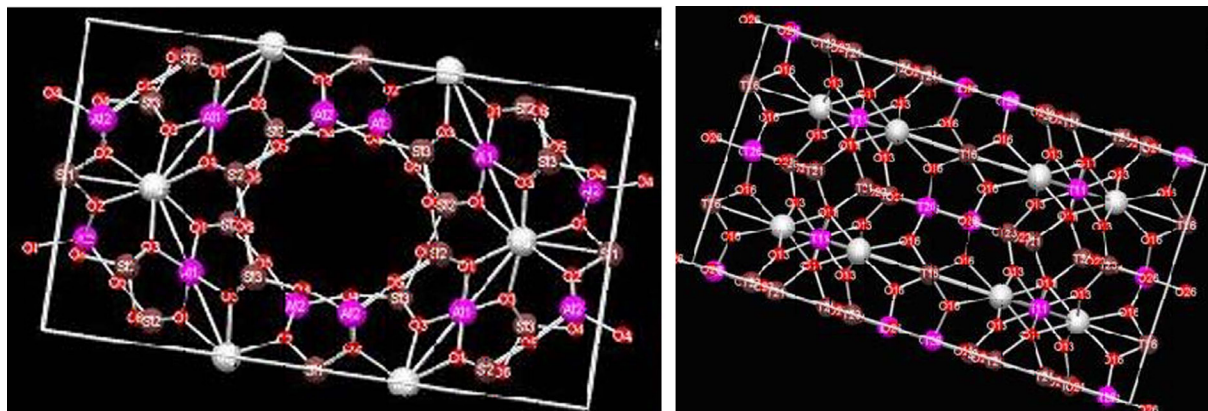


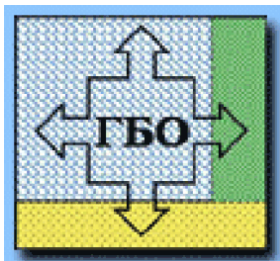
Рис. 3. Структура кордиерита в разных проекциях.

Из рис. 2 и 3 следует, что в структуре каолинита не хватает атомов Mg, чтобы в ней могла образоваться кордиеритовая структура. Поэтому мы добавляли в систему природные серпентиниты, содержащие Mg и тетраэдры SiO<sub>4</sub>. Для облегчения синтеза добавлялись щёлочи, которые обеспечивали образование плавней при сравнительно низких температурах. Это способствовало синтезу в сложной системе. Добавление структурированных фрагментов приводило к уменьшению энергии активации, температуры и времени синтеза.

#### Список литературы

1. Белогурова Т.П., Крашенинников О.Н., Сергеева А.В. Эффективные тяжёлые бетоны с добавкой золоотходов от сжигания водоугольного топлива // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 5. С. 137-143.
2. Белогурова Т.П., Бастрьгина С.В. Твердение золоцементных композиций с использованием отходов от сжигания водоугольного топлива // Материаловедение. 2014. № 5. С. 19-27.
3. Гришин Н.Н., Ракаев А.И., Калинин В.Т. и др. Способ обогащения оливинсодержащей руды. Патент РФ № 2123388. Патентообладатель ИХТРЭМС КНЦ РАН. 1998 г.
4. Гришин Н.Н. Ракаев А.И., Калинин В.Т. Оливины Кольского п-ова. 2. Магнитное обогащение // Огнеупоры и техническая керамика. 2000. № 12. С. 31-38.
5. Пузырёв В.А., Ракаев А.И., Алексеева С.А. и др. Способ обогащения магний-силикатного сырья. Патент РФ № 2263546. Патентообладатель ГоИ КНЦ РАН. 2005 г.
6. Чуфаров Г.И., Мень А.Н., Журавлёва М.Г. и др. Термодинамика процессов восстановления окислов металлов. М.: Металлургия, 1970. 400 с.

## ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ ПАСВИК



Даувальтер В.А., Кашулин Н.А., Денисов Д.Б.,  
Вандыш О.И., Терентьев П.М., Валькова С.А.,  
Зубова Е.М., Черепанов А.А.

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,  
Хибинское отделение Гидробиологического общества,  
г. Апатиты, vladimir@inep.ksc.ru

Коллективом Хибинского отделения Гидробиологического общества на основе комплексных гидробиологических исследований 16 озёр в 2012-2013 гг. (рис. 1), проведена оценка экологического состояния приграничной территории между Россией, Норвегией и Финляндией. Установлено, что в условиях современных изменений окружающей среды (изменения климата, загрязнения, эвтрофирования и закисления водных объектов) происхо-

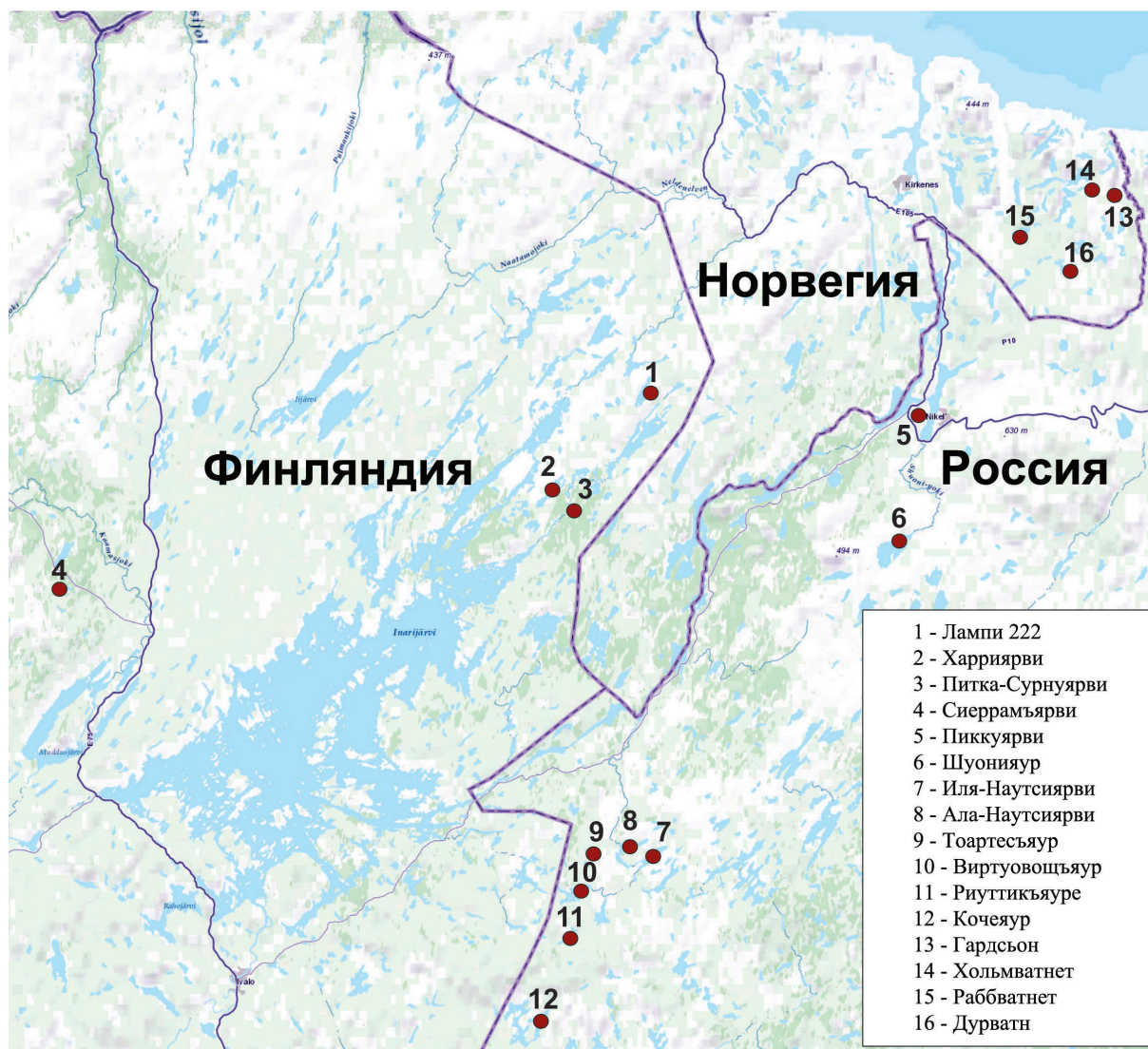


Рис. 1. Схема расположения исследуемых озёр пограничной территории между Россией, Норвегией и Финляндией, 2012-2013 гг.

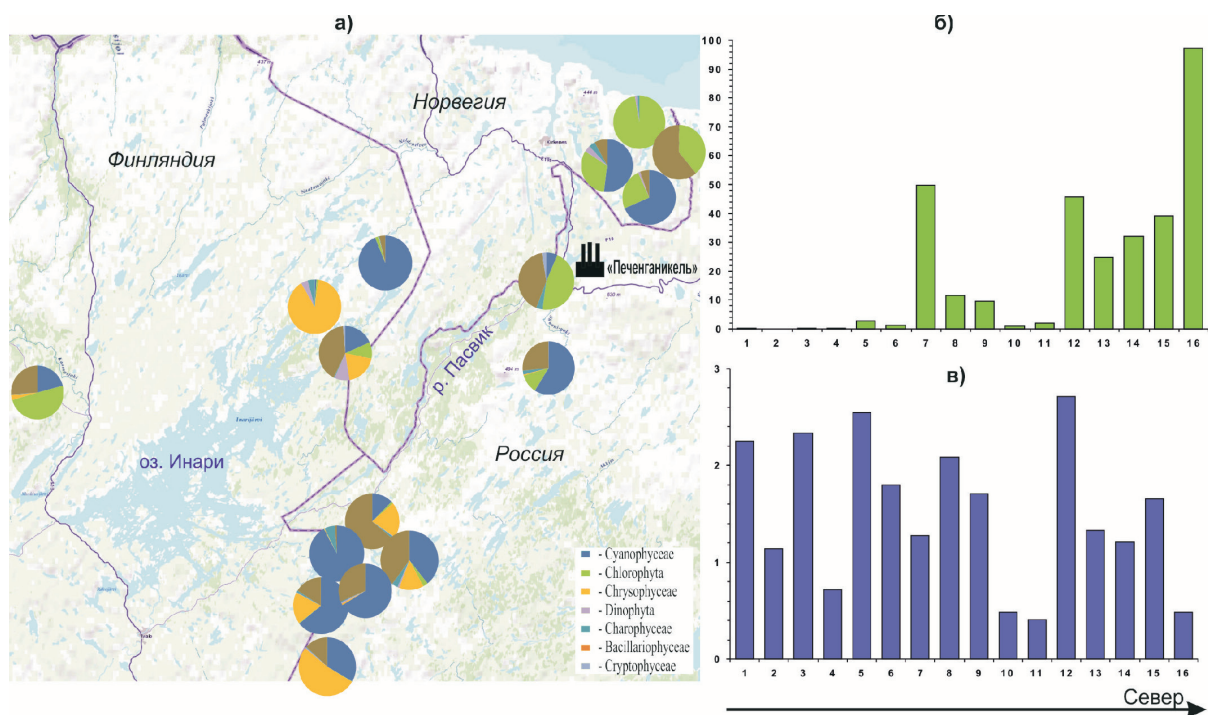


Рис. 2. Сообщества фитопланктона разнотипных озёр водосбора р. Пасвик: а) соотношения основных таксономических групп водорослей, б) доля зелёных водорослей (%); в) индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (бит / экз.).

дят структурные перестройки пресноводных экосистем Евро-Арктического региона, которые проявляются в снижении видового разнообразия гидробионтов, смене доминирующих комплексов, замещении реликтовых и олигосапробных видов эврибионтными с простыми жизненными циклами и высокой скоростью размножения и формировании сообществ из устойчивых к загрязнению форм.

Видовой состав фитопланктона характеризуется высоким разнообразием, неодинаковым для различных озёр, обнаружено 95 таксонов водорослей рангом ниже рода. Сравнительно высокое видовое богатство характерно для пограничных условий, где сочетаются водные массы, отличающиеся по гидродинамическим и гидрохимическим характеристикам. Массовыми таксономическими группами во всех исследованных участках были диатомовые, синезелёные и золотистые водоросли. Оз. Куэтсьярви отличается от остальных станций обилием зелёных водорослей. Анализ многолетней динамики позволяет сделать вывод, что видовой состав и структура сообществ фитопланктона р. Пасвик претерпела существенные изменения. Доминирующие ранее диатомовые и золотистые водоросли постепенно заменяются зелёными и синезелёными, что указывает на климатические изменения в сторону потепления, усиленные процессами эвтрофирования.

Фитопланктон разнотипных озёр бассейна р. Пасвик характеризуется высоким видовым богатством, неодинаковым для каждого водного объекта; здесь обнаружено 117 таксонов водорослей рангом ниже рода. Массовыми группами во всех участках были диатомовые, синезелёные, зелёные и золотистые водоросли. Доля зелёных водорослей в сообществе увеличивается с

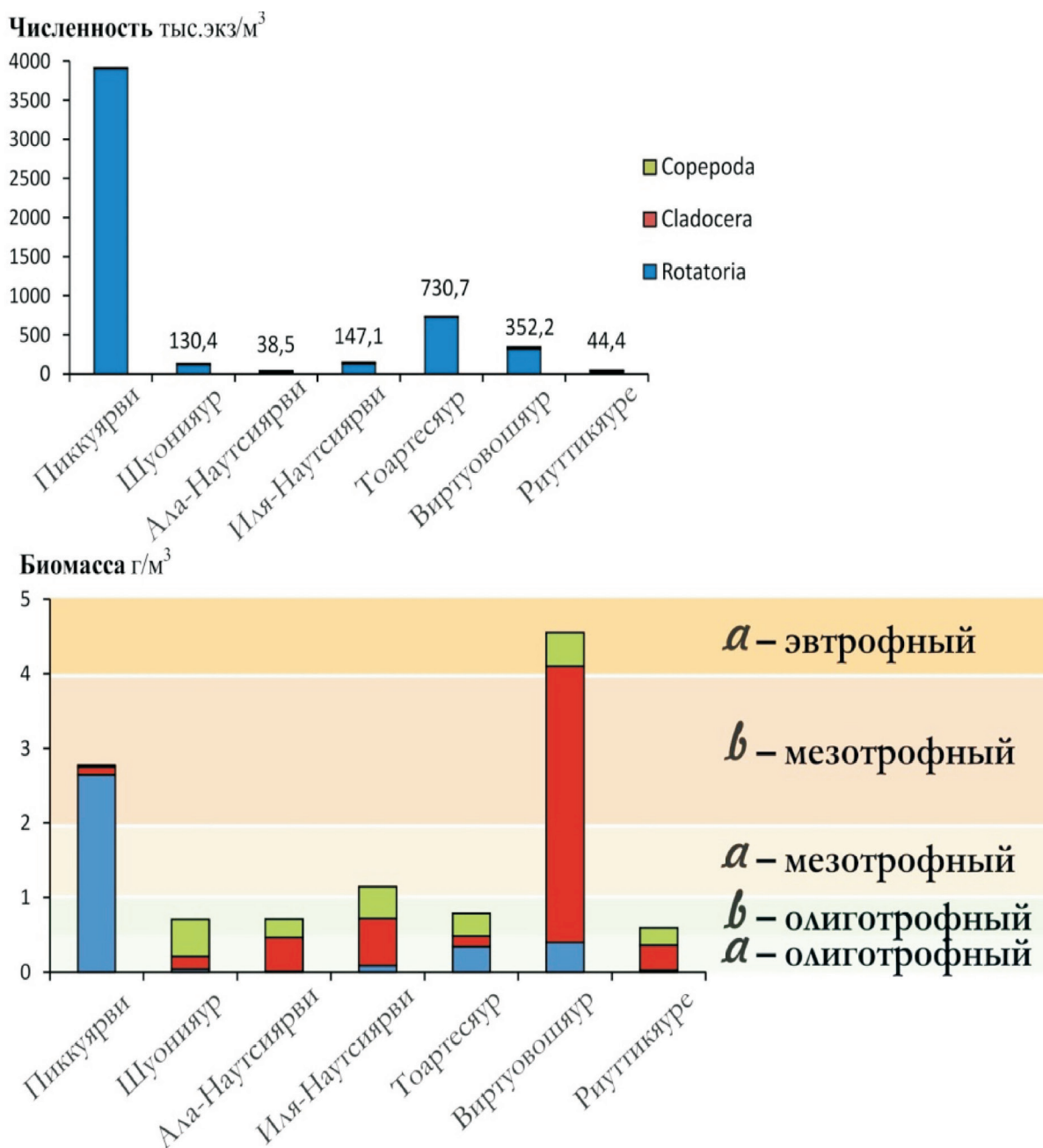


Рис. 3. Численность (тыс. экз / м<sup>3</sup>) и биомасса (г / м<sup>3</sup>) зоопланктона озёр бассейна р. Пасвик и трофический статус вод.

юга на север и наиболее высока в озёрах района Ярфьорд, Норвегия (рис. 2). Очевидно, на структуре видового состава сказывается влияние комбината «Печенганикель»: результаты хорошо сочетаются с данными по оз. Куэтсъярви, загрязняемого стоками медно-никелевого производства, где также высока доля зелёных водорослей.

На основе классификационного анализа методом главных компонент для российских озёр установлено, что наиболее значимыми гидрохимическими факторами, положительно влияющими на развитие фитопланктона, являются минерализация и цветность. В условиях сравнительно низкой минерализации большое значение имеет поступление с водосбора минеральных компонентов и гуминовых кислот. Очевидно, большая часть органических веществ, включая детрит в толще воды, имеет автохтонное планктонное про-

исхождение и ассоциирована с жизнедеятельностью фитопланктона. Значимого влияния элементов-загрязнителей, в частности Cu и Ni, на численные показатели фитопланктона не выявлено.

Зоопланктон разнотипных озёр системы Пасвик характеризуется олиготрофным статусом, за исключением Пиккуярви и Виртуовошъяур (рис. 3). Показатели сапробности средние, соответствуют III классу качества вод «умеренно загрязнённые». Высокие показатели численности и биомассы зоопланктона, вероятно, вызваны ответной реакцией на антропогенную нагрузку. Это подтверждается и таксономическим составом, где более 90 % по численности и биомассе составляет группа коловраток (рис. 3). Высокие показатели биомассы оз. Виртуовошъяур объясняются сезонной вспышкой группы «тонких» фильтраторов, вызванной обилием мелкоклеточных сине-зелёных и зелёных водорослей, составляющих основу их кормовой базы. Видовое разнообразие зоопланктона исследованных озёр демонстрирует небольшой положительный тренд по направлению с севера на юг. В пробах также выявлены представители группы каланоид – «грубых» фильтраторов, чувствительных к загрязнению и ценных в кормовом отношении *Eudiaptomus gracilis* Sars, *Eudiaptomus graciloides* Lilljeborg.

В структуре бентосных сообществ р. Пасвик на всех станциях доминируют хирономиды (преимущественно широко распространенные в водоёмах субарктики, в том числе подверженных антропогенному загрязнению, хищные личинки *Procladius choreus* gr.) и олигохеты, представители остальных зообентоса групп единичны (рис. 4). Бентосные сообщества глубоководной

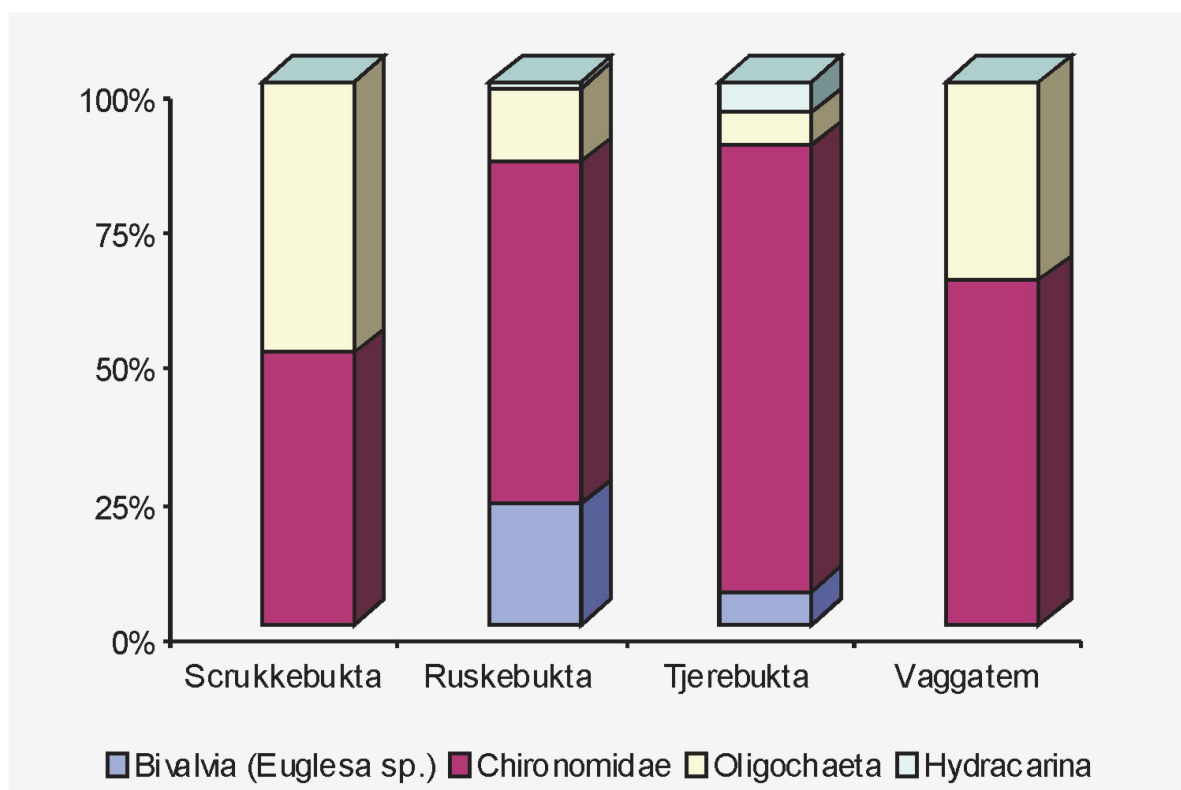


Рис. 4. Структура макрозообентоса различных станций р. Пасвик

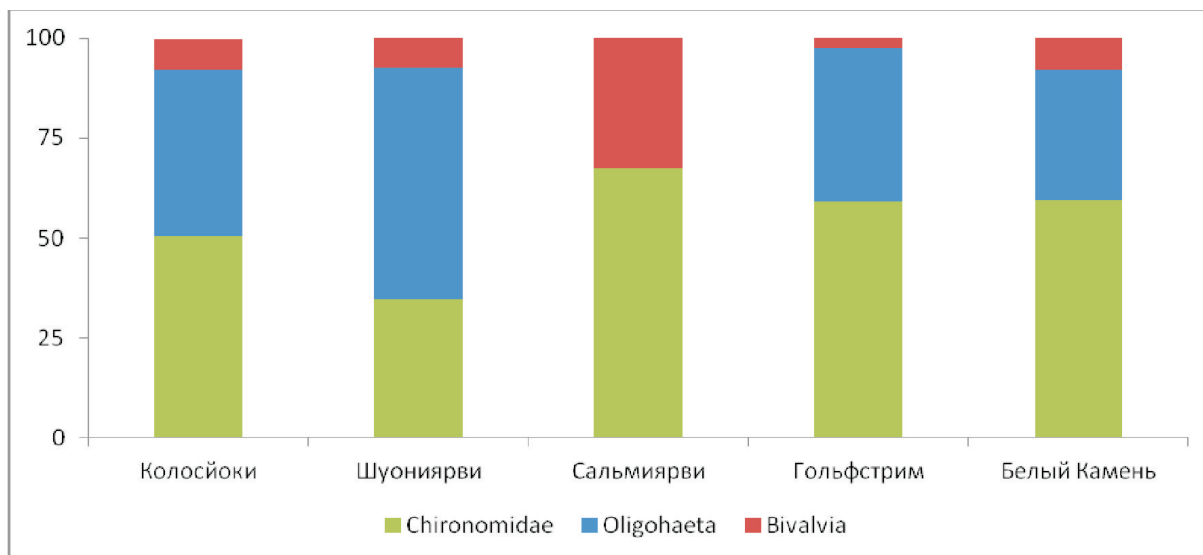


Рис. 5. Структура сообществ макрозообентоса (в %) различных участков оз. Куэтсъярви.

зоны оз. Куэтсъярви характеризуются низким таксономическим разнообразием, основу сообществ формируют олигохеты, хирономиды и двустворчатые моллюски *Euglesa sp.*, единично встречались личинки двукрылых, ручейников и водяные клещи. В составе макрозообентоса преобладали хирономиды, доля их численности во всех зонах озера составляла 30-70 % от общего количества донных беспозвоночных (рис. 5).

Детально исследована доминирующая группа макробентоса – *Chironomidae*. В оз. Куэтсъярви выявлено 18 видов, основу хирономидных сообществ формируют обычные обитатели загрязнённых озёр *Procladius*, *Cricotopus*, *Chironomus*. В глубоководной зоне озера зарегистрировано 13 видов, доминирующий комплекс формируют 3 вида, на долю которых приходится > 70 % от общей численности хирономид: *Sergentia coracina* – широко распространенный в глубоководных зонах различных озёр Мурманской обл. холодноводный вид, и устойчивые к загрязнению вод тяжёлыми металлами *Chironomus cingulatus* и *Prodiamesa olivacea*. В литоральной зоне озера выявлено 9 видов хирономид, основу сообществ формируют устойчивые к действию тяжёлых металлов, часто встречающиеся в загрязнённых водотоках представители п/сем. *Orthocladiinae* *Cricotopus silvestris gr.* и хищники *Procladius choreus gr.*

Исследования по оценке долговременных изменений водных экосистем показали, что для водоемов Мурманской обл. в последнее десятилетие в условиях сохраняющейся высокой антропогенной нагрузки отмечаются стремительные перестройки структуры рыбной части сообщества. На смену доминирующим в структуре сообщества сиговым и лососевым видам приходят представители окуневых, карповых и корюшковых. Явным примером изменений может служить долговременная оценка структурных перестроек ихтиофауны малых озёр. Численность окуня в них имеет неуклонную тенденцию к росту. В ряде озёр его численность достигает более 90 % (рис. 6).

Высокая частота встречаемости патологий рыб отмечается для расположенных вблизи и удалённых от источников загрязнения водоёмов. Наиболее распространённые изменения – соединительно-тканые разрастания почек сига говорят о сохраняющейся нагрузке Ni на водоёмы, провоцирующего развитие патологий данного органа. Бентосный тип питания сига определяет повышенные уровни поступления тяжёлых металлов в организм. Таким образом, повышенные концентрации металлов, поступивших с пищей, вероятно, способны оказывать патологическое действие именно на печень и почки. Встречаемость и интенсивность патологии рыб наиболее явно свидетельствующих о токсичном влиянии тяжёлых металлов остаётся на прежнем уровне с незначительными изменениями на протяжении всего периода наблюдений.

Установлено, что средние скорости осадконакопления в озёрах постоянны в пределах 0.7-1.6 мм/год. Максимальная скорость осадконакопления отмечена в оз. Кочьяур. Увеличение содержания Ni, Cu и Co в донных отложениях озёр обычно в слоях, возраст которых оценивается 20-ми и 30-ми

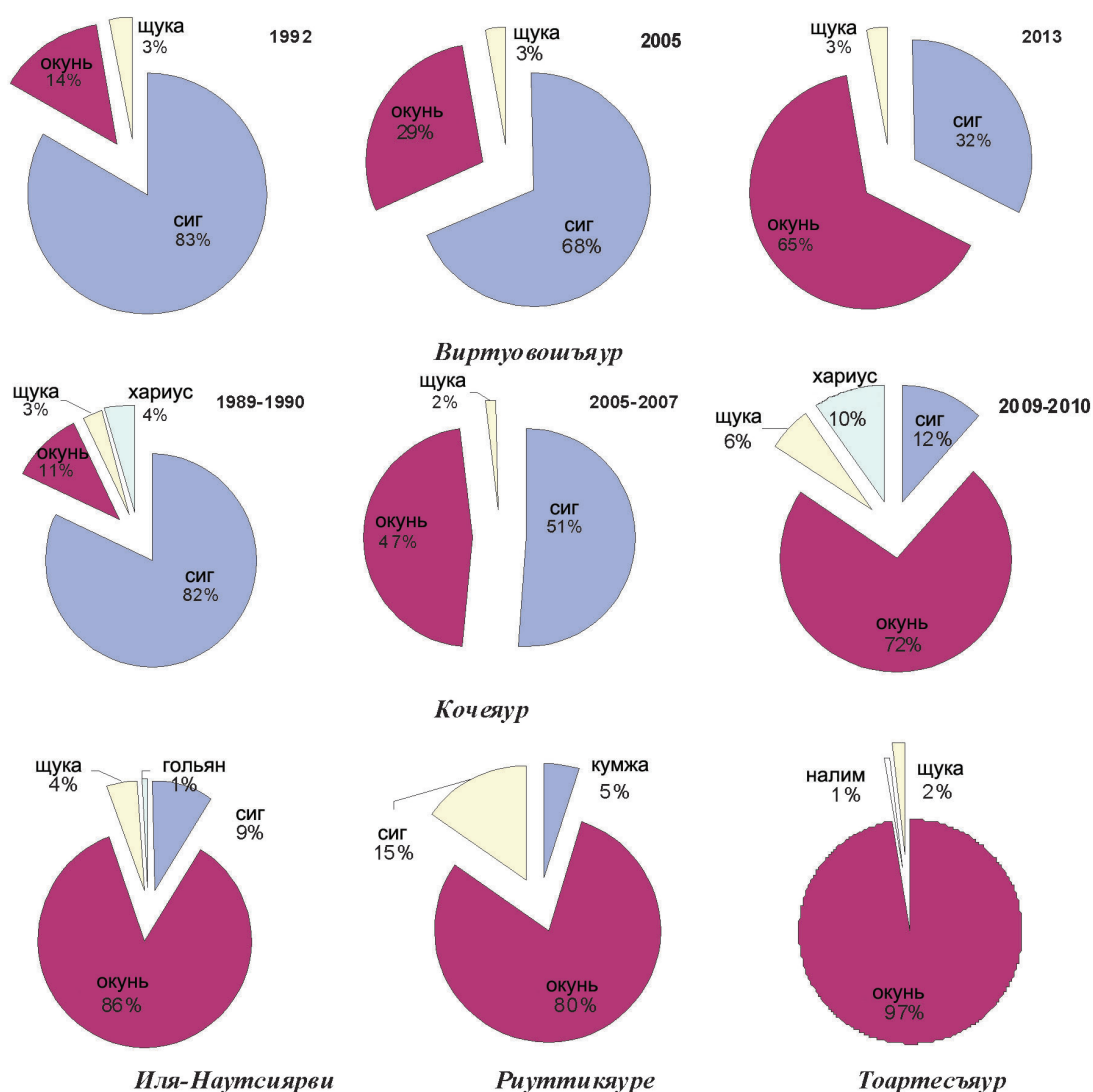


Рис. 6. Долговременные изменения в видовом составе уловов озёр Мурманской обл.

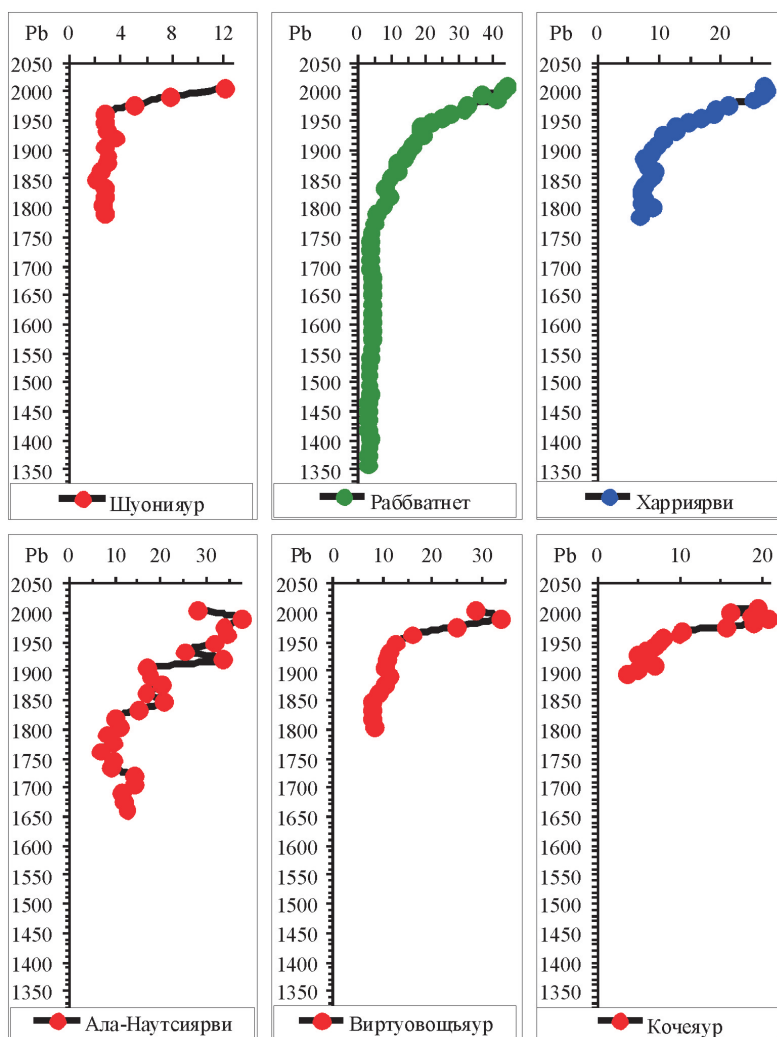


Рис. 7. Вертикальное распределение концентраций Pb (мкг / г сухого веса) в донных отложениях озёр.

годами XX столетия, а максимальных значений достигает в 70-80 годы прошлого столетия, как результат металлургической деятельности в регионе. С увеличением расстояния от комбината «Печенганикель» уменьшаются концентрации Ni и Cu в поверхностных слоях донных отложений, снижается разброс содержаний в целом по колонке. Наиболее интересны результаты по длинной колонке из норвежского оз. Раббватнет. Первое заметное увеличение содержания Ni и Cu здесь датируется серединой 17-го века, что связано с началом промышленной революции в европейских странах, увеличением выбросов тяжёлых металлов в окружающую среду и их воздушной миграцией в направлении Арктики. Заметный рост концентраций Pb в донных отложениях оз. Раббватнет зафиксирован в начале 18-го века (рис. 7). С увеличением расстояния от комбината «Печенганикель» Pb становится одним из основных загрязнителей. Особенно это характерно для финляндских озёр. Заметное увеличение содержания Pb в донных отложениях всех датированных озёр произошло в середине прошлого века, что связано с интенсивным развитием промышленности в целом после Великой Отечественной войны, в том числе растущим использованием этилированного бензина и возобновле-

нием металлургического производства на комбинате. Снижение содержания Pb в поверхностном слое донных отложений зафиксирован в большинстве исследуемых озёр и датируется одним-двумя последними десятилетиями. Маркерами загрязнения водосборных бассейнов служат также Hg, As и Cd, начало загрязнения которыми датируется началом-серединой XIX в.

Пылевые выбросы в атмосферу плавильных цехов комбината «Печенганикель» – главный источник повышенных концентраций Ni, Cu и Co (в 5-25 раз больше фоновых значений) в поверхностных слоях донных отложений на расстоянии до 40-50 км. Значительное уменьшение концентраций до 1-3 фоновых значений наблюдается на расстоянии свыше 50 км от источника загрязнения. В распределении Cd, As и Hg – аналогичная закономерность. Наиболее интенсивно загрязняется зона до 50 км. Здесь отмечено превышение концентраций металлов над фоном от 2 до 8 раз. По мере удаления от комбината на 50 км наблюдается уменьшение концентраций металлов до 1-3 фоновых значений. В распределении Pb не отмечена тенденция увеличения содержания в поверхностных слоях донных отложений по мере приближения к комбинату. Это свидетельствует о том, что ГМК «Печенганикель» не является основным источником загрязнения Pb. Наибольшие значения концентраций Pb зафиксированы на Норвежской территории, где средние концентрации равны 40 мкг/г, что составляет около 10 фоновых значений. В промышленном районе зафиксировано уменьшение концентраций (средние 12 мкг/г – 2-4 фона). Отмечена очень тесная зависимость содержания щелочных и щёлочноземельных металлов (в первую очередь K, Na и Mg) в поверхностном слое донных отложений от расстояния от источника загрязнения – концентрации увеличиваются с уменьшением расстояния от комбината «Печенганикель».

Очень высокие значения степени загрязнения ( $C_d$ ) отмечены в норвежских озёрах на расстоянии до 40 км от источников загрязнения, значительные значения – до 60 км. Причём озёра, расположенные по преобладающему направлению господствующих ветров (к СЗ от комбинатов), имеют большие значения  $C_d$ . В озёрах, расположенных до 40 км, основной вклад в величину  $C_d$  вносят металлы, выбрасываемые в атмосферу комбинатом «Печенганикель» (в первую очередь Ni и Cu). В более удалённых озёрах основными загрязняющими элементами становятся халькофильные Pb, Hg и As, которые в последние десятилетия приобрели статус глобальных загрязняющих элементов.

Таким образом, начало XXI в. ознаменовалось стремительным ухудшением экологического состояния и снижением ресурсного потенциала озёр водосбора р. Пасвик в условиях глобального изменения климата и окружающей среды, их нерационального использования. Наблюдаются увеличение токсичности водной среды, радикальные перестройки структурно-функциональных характеристик сообществ гидробионтов, изменение трофического статуса озёр, снижение стабильности пресноводных экосистем, повышение рисков катастрофических деградаций.



## ALMA MATER: ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВ И ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ

Макарова О.А.



Государственный природный заповедник «Пасвик», Мурманское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Центр экологической политики и культуры», Мурманское отделение Всероссийского общества охраны природы. Пос. Раякоски Печенгского р-на Мурманской обл. makarova5137@mail.ru; pasvik-zapovednik@yandex.ru

Этими словами принято называть учебное заведение, где учился. По-разному вспоминают люди свои университеты. Иногда с горечью, усмешкой, но чаще с уважением и даже восторгом. Это связано с молодостью, пылкостью чувств, влюбленностью. В этом возрасте меньше замечают обстановку и события, в которых живут и учатся. Больше внимания уделяют чувствам. Но всё-таки большую долю воспоминаний об *Alma mater* играют «стены» учебного заведения, преподаватели, атмосфера взаимоотношений «отцов и детей». Кто побывал в Московском государственном университете, особенно в советское время, не может без восторга и зависти говорить, какое это великолепное учебное заведение.

Как говорили, там можно было не выходить из помещения все пять лет учёбы. В огромном здании были отличные учебные аудитории со специальным оборудованием для показа таблиц, кино- и фотоматериалов, лаборатории, столовые, магазины, мастерские и т.д. На кафедрах были помещения для богатых коллекций. Мне, как биологу, попавшему в 1976 г. на курсы повышения квалификации преподавателей из провинциального педагогического института, показалось удивительным всё – жизнь студентов в отдельных комнатах и учебные аудитории, оснащение лабораторий и преподавательский состав. Достаточно сказать, что одним из преподавателей был Н.В. Тимофеев-Ресовский, о котором написал Д.А. Гранин. Это особенно впечатлило, когда выяснилось, что мы, студенты-охотоведы, в Иркутском сельскохозяйственном институте учились у его брата В.В. Тимофеева, одного из авторов книги о соболе.

Но огромное впечатление произвели рисунки. Это были наглядные пособия по зоологии, выполненные первоклассными художниками по специальному заказу. Преподаватели предложили свои схемы и рисунки, необходимые для лекции, и передали их художникам. Совместная работа превзошла все ожидания. Участники курсов рассматривали учебные пособия с благоговением, советовали сделать копии и сохранить бесценные картоны. Конечно, это было дорогое удовольствие. На МГУ пошло много средств, но дело того стоило. До сего времени учиться в нём престижно.

Но почему так получается, что провинциальные высшие учебные заведения редко имеют «прекрасную форму», хотя выпускают неплохих специалистов, которые обеспечивают потребности общества. Это в полной мере относится к Мурманскому университету. До недавней поры это был вполне благополучный педагогический институт. Сейчас «Рубикон» перейден, назад пути нет. Мурманский государственный педагогический университет (теперь гуманитарный) существует, активно трудится профессорско-преподавательский состав, студенты «рвутся» поступать сюда. Он расположен в центре города. Что ещё нужно? Очень многое. Прежде всего, прекрасное здание.

Если помещение исторического факультета производит какое-то впечатление, то остальные здания – не очень. Особенно плохо обстоит дело с естественным факультетом. Здание бывшего общежития не годится как учебное помещение. Низкие потолки, маленькие, не очень хорошо оснащенные аудитории, плохая акустика, мебель и прочее. Конечно, что-то пытаются сделать, покрасить, поменять столы и стулья, повесить новую интерактивную доску. Это хорошо, но явно недостаточно. В целом, здания Мурманского университета вызывают какую-то жалость. А что «отцы» города и области? Собираются ли изменить ситуацию? А руководители учебного заведения? Ставят ли вопрос о строительстве современного красивого здания в центре Мурманска, которым могли бы гордиться жители и студенты?

Мурманск – ворота в Арктику. Почему до сих пор у нас нет Арктического университета? Выкачать из недр региона огромное количество минеральных богатств, из морей и рек – биологических ресурсов, вырубить лес на северной границе лесной зоны, поохотиться вдоволь на северных просторах, затем взяться за шельф и качать, качать... Когда отдавать будем? Или оставим неухоженные кладбища, как в окрестностях Никеля? Думается, надо срочно озаботиться подготовкой профессионалов и патриотов. А для этого нужно коренным образом изменить ситуацию с учебными учреждениями, чтобы годы учёбы в *Alma mater* радовали.

Уже несколько лет как в учебную программу студентов естественного факультета включён спецкурс «Основы заповедного дела». В рамках этого курса проведен сбор предложений от студентов на тему, какая территория нуждается в защите, в каком статусе ООПТ это лучше сделать (Макарова, 2007). Анализ ответов показал зрелый подход студентов к сохранению природы. Более половины предложений касалось г. Мурманска и прилегающей территории. Какие места в Мурманске предложено защитить? На первом месте стоят Питьевые озёра вместе и по отдельности – Малое и Большое. Есть рекомендации по организации здесь заказника, природного парка и общие пожелания о необходимости сохранения ландшафта. Такие же высказывания касаются Семёновского озера, рекомендовано ввести это место в ранг памятника природы или природного парка. Предлагается организовать несколько экологических троп. У молодежи вызывает беспокойство состоя-

ние городских озер (Ледовое, Глубокое, Планерное, Окунёвое и др.), ручьёв, протекающих по Мурманску, родников вблизи города, а также Планерного поля и в целом Долины Уюта. Студенты предложили сделать памятником природы скверы против вокзалов и на площади «Пять углов», одинокую яблоню у Драмтеатра, единственную в Мурманске, которая цветёт, и две липы с клёном на территории ж/д вокзала. Результаты анкетирования убедительны и требуют внимания.

Но удивило то, что студенты не предложили организовать природный парк, ботанический сад или что-то наподобие зелёной зоны для сохранения природы вокруг своей *Alma mater*. Думается, что университет, расположенный в разобщённых разностильных строениях, не производит соответствующего впечатления. Стоит удивиться тому, что крупнейший город мира за Северным полярным кругом не имеет адекватного здания на берегу Кольского залива, подаренного Мурманску самой природой. О сохранении Кольского залива, играющего огромную роль в жизни Кольского Заполярья, не было предложений. Правда, среди ответов мы нашли рекомендацию по сохранению Абрам-мыса, что можно рассматривать как сохранение части залива, хотя речь шла о защите придорожного родника.

Нужно скорее исправлять положение. Современный комплекс зданий с хорошими аудиториями, условиями для работы профессорско-преподавательского состава, залами для выставок, спортивных занятий, музеями и хранилищами для архивов и коллекций с природным парком и благоустроенной гостиницей-общежитием крайне необходимы для престижа Мурманска. Как мы хотим развивать международное сотрудничество, поднять уровень культуры, образования, жизни населения, не уважая себя, не сохраняя природу, не построив красивого здания университета? А примеры есть. У Мурманска не было средств для постройки православного Морского храма Спаса-на-водах, но ведь построили. То же было с Океанариумом. Они изменили облик города к лучшему. Сейчас активно устанавливают новые памятники, обустраивают скверы. Но для заполярной столицы нужны большие проекты.

Предложений для создания ООПТ не так много. Скорее это связано с местом проживания студентов и недостаточностью знаний в целом о регионе. Кстати, у студентов-заочников география мест для организации ООПТ значительно шире. Есть предложения преобразовать сквер в Коле в природный парк и позаботиться об оз. Глухом. Рекомендуются создать охраняемую территорию по дороге Мурманск – Лотта (110-112 км), где есть прекрасные лишайниковые сосняки. Немало советов высказано о создании в Североморске и около него заказника («Горностаево», т.к. здесь замечены два горностаево, что необычно), памятника природы с водопадами в районе Щук-озера. Отметим предложение студентки Е.В.Хмелёвой о создании национального парка в районе пос. Сафоново-1. Здесь жил дважды Герой Советского Союза Б.Ф. Сафонов. Неподдалёку в горных тундрах находится заброшенное воинское кладбище.

Для университета крайне важно иметь базы для проведения полевых практик. Это особенно нужно естественному факультету. По картинкам, фильмам, интернету можно посмотреть весь мир, но нельзя подготовить полноценного специалиста. Нужны ближние и дальние базы. Это сложно и дорого. Но можно сотрудничать с другими учреждениями, находить возможности размещения студентов в школах и общежитиях. Нужны какие-то льготы, чтобы заинтересовать в этом администрации. Так, в пос. Раякоски есть общеобразовательная школа. Там учится небольшое число учеников. В летнее время можно использовать помещение для практик, и не только биологов-географов, которые проходят кратковременную практику на базе заповедника «Пасвик». Разрешение на использование школ, их ремонт и расходы на аренду должны планироваться органами образования на основе договоров. Совместная работа по подготовке специалистов, участие в этом бизнес-структур создаст условия для устойчивого развития региона.

Рядом с нами – Норвегия и Финляндия. Их работа по развитию пограничных районов вызывает уважение. Несколько министерств объединились и построили Экологический центр «Сванховд». На въезде в Киркенес построен музей Приграничья и принимает огромное количество посетителей. Инициатива норвежцев по созданию Баренц-региона реализована, его секретариат активно работает много лет. Российская сторона подала идею о Пограничном университете. У нас его так и нет. А в Норвегии создан и набирает силу университет Баренц-региона. То же мы видим в Финляндии. Несколько лет назад вблизи Ивало построен музей Сиида, хотя рядом – музей саамской культуры. Сколько лет мы будем черпать ресурсы без видимого повышения жизненного уровня населения? Наверное, пока не кончатся... Надо активнее действовать горожанам и, конечно, членам Общества охраны природы, которое ещё недавно практически заменяло государственный комитет по охране природы.

#### Список литературы

1. Макарова О.А. Образовательный продукт, как ресурс развития эколого-образовательной среды региона (на примере курса «Основы заповедного дела») // Эколого-образовательная среда региона: подходы к моделированию». Мурманск, 2007. С. 38-44.
2. Макарова О.А. Особо охраняемые природные территории в населённых пунктах Мурманской обл. // Флора и фауна северных городов. Матер. Межд. научно-практич. конф. Мурманск, 2008. С. 214-216.



## ВОЗНИКНОВЕНИЕ НОВЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ И ИХ СУДЬБА

Макарова О.А.



Государственный природный заповедник «Пасвик», Мурманское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Центр экологической политики и культуры», Мурманское отделение Всероссийского общества охраны природы. Пос. Раякоски Печенгского р-на Мурманской обл. [makarova5137@mail.ru](mailto:makarova5137@mail.ru); [pasvik-zapovednik@yandex.ru](mailto:pasvik-zapovednik@yandex.ru)

Известно огромное количество объединений людей, основанных на разных принципах. Их деятельность была открытой и закрытой, широко известной и почти не известной, поддерживаемой государством или определенным кругом людей, а также совершенно бескорыстных и хотя бы некоторое время действующих безвозмездно. В зависимости от целей, успешности руководства, финансовых возможностей и многого другого они действовали длительное или совсем короткое время, т.е. судьбы были у всех разные. В их деятельности отмечались взлеты и падения, длительные простои и возрождения. Немало из них кануло в вечность, при этом нередко отмечалась бурная деятельность. К примеру, сейчас мало кто вспомнит и тем более расшифрует аббревиатуру. МОПР. Эта международная организация помощи борцам революции создана решением IV Конгресса Коминтерна в 1922 г. как благотворительная в противовес Красному кресту. В 1934 г. в ней уже было 70 отделений в разных странах, а число членов превышало 14 млн. человек. Членские взносы шли на помощь находившимся в застенках коммунистическим деятелям и их семьям. Организация просуществовала до второй мировой войны, но в Советском Союзе она действовала, по-видимому, до середины XX в. Как и многие другие, она находилась под контролем коммунистической партии. После распада Советского Союза появление новых общественных организаций уже никого не удивляло. Наряду с такими заслуженными объединениями, как Московское общество испытателей природы (1805), Российское минералогическое общество (1817), Российское географическое общество (1845), Всероссийское общество охраны природы (1924), и сейчас продолжающими деятельность, появились новые. Остановлюсь на истории возникновения двух организаций – Ассоциации заповедников и национальных парков и Центра экологической политики и культуры России (Институт устойчивого развития).

В конце XX в. начался активный процесс создания ассоциаций особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Первая организация возникла на Д. Востоке. Следующей была Ассоциация заповедников и национальных

парков Северо-Запада РФ. Идея возникла в декабре 1994 г., а официально Ассоциация ООПТ СЗ РФ создана в 1995 г. (Макарова, 2011). Процесс создания новых ассоциаций по географическому принципу продвигался очень быстро. Стали появляться объединения на основе других интересов, например, Ассоциация трансграничных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и Ассоциация директоров заповедников и национальных парков. Заповедник и национальный парк могли входить в несколько Ассоциаций. Так, заповедник «Пасвик», кроме северо-западной ассоциации, входил в Ассоциацию трансграничных ООПТ, возглавляемую В.А. Бриннихом, в то время директором Даурского заповедника в Забайкалье. Эта территория входила в состав «Даурии» – трёхстороннего международного резервата, куда кроме российского заповедника входили ООПТ Монголии («Монгол Дагуур») и Китая («Озеро Далай»). «Пасвик» расположен в пограничной зоне и его членство в такой ассоциации было уместным (Макарова, 1999), тем более, что в настоящее время заповедник является членом трёхстороннего трансграничного парка «Пасвик-Инари» (Поликарпова, Макарова, 2009). Ассоциация трансграничных ООПТ успела выпустить 2 бюллетеня, но сегодня практически прекратила деятельность. Активность многих Ассоциаций заповедников и национальных парков уменьшилась, но не всех.

Почему так активно шёл этот процесс? Вероятно, это было связано со спецификой работы ООПТ. Каждая природная территория в какой-то мере является «государством в государстве». Подчиняясь федеральному ведомству в Москве, коллективы и их руководители оказывались в изоляции от других ООПТ. Работая по одним программам, каждый заповедник и национальный парк находил свой путь. И когда возникала необходимость сравнить результаты исследований даже с соседними ООПТ, то оказывалось, что сделать это трудно. Методики расходились в мелочах, не всегда выбирались для слежения одни и те же виды, не всегда совпадали сроки и т.д. Как правило, между собой тесно общались директора ООПТ, реже научные сотрудники, а другие члены коллектива могли не знать коллег. Это послужило дополнительным толчком для объединения «по интересам». В рамках Ассоциаций начались взаимные поездки, организация конференций, рабочих совещаний, курсов. Но на всё нужны были деньги. Поэтому были установлены правила. Каждый заповедник и национальный парк платил ежегодные взносы, которые использовались главным образом на содержание координатора. Проведение каких-либо мероприятий обычно шло за счёт ООПТ и помощи других членов команды. На первых порах, когда была заметна большая тяга ООПТ друг к другу, шло нарастание количества членов, возникли предложения о поиске грантов. Иногда это удавалось. Самый большой грант в 4 млн. крон был получен из Дании (проект «DANCEE»). Правда, удалось получить только половину, но это значительно продвинуло Ассоциацию Северо-Запада вперёд.

В неё входило не менее 20 ООПТ из 13 регионов СЗ РФ. До реорганизации коллективным членом была Лесная и парковая служба Финляндии

(Метсахаллитус). За это время сделано немало: организованы курсы для госинспекторов, работников научного и эколого-просветительского отделов, администрации, в том числе финансовых работников, начали готовить учебные пособия по охране природы и для помощи работникам отделов экопросвещения, провели ряд совещаний, издали труды (Природное... , 2000 ) и пособие для юных исследователей природы (Хлебосолова и др, 2004; Хлебосолова, Макарова, 2004). Сделаны попытки выпуска газеты, организовано множество фотовыставок, семинаров, рабочих встреч. Ассоциации «набирали вес», но нуждались в поддержке своего Министерства. К сожалению, преобразования Ассоциаций в настоящего помощника МПР не произошло. После некоторого спада деятельности и угасания ряда ассоциаций, к настоящему времени наблюдается некоторый подъем. Более активно действуют дальневосточная ассоциация, алтайская и северо-западная, в которой 24 члена. Намечены планы создания справочника по ООПТ СЗ РФ, а также аналитического обзора по мониторинговой сети, организации новых встреч, разветвления сотрудничества по эколого-просветительской и туристической деятельности между Ассоциацией и республикой Беларусь. И в других Ассоциациях есть существенные подвижки. Вновь собираются директора ООПТ, намечается сотрудничество с РГО. Ассоциации показали себя в основном с положительной стороны. Они серьёзно усилили сотрудничество между ООПТ в межрегиональном и международном плане. Но многое зависит от личности руководителей Ассоциации и директоров ООПТ, активности членов, поддержки со стороны государственных органов. Большая проблема – финансирование Ассоциаций – остается. Многие члены ООПТ затягивают с оплатой взносов или совсем их не платят, тем самым лишая себя полноценного сотрудничества с коллегами. Длительный период существования ассоциаций заповедников и национальных парков показывает явную тенденцию к усилению сотрудничества в мониторинге природы, сохранении основных направлений по сбережению и изучению окружающей среды, а также в эколого-просветительской работе.

Общероссийская общественная организация «Центр экологической политики и культуры» создана 24 января 2007 г. Основным инициатором выступил чл.-корр. РАН В.М.Захаров – председатель комиссии Общественной палаты по экологической безопасности и охране окружающей среды, президент Центра экологической политики России (Шарова, 2009). Региональные отделения есть в 60 субъектах РФ, в том числе в Мурманской обл. на базе государственного природного заповедника «Пасвик». Центр экологической политики и культуры – официальный представитель Международной инициативы «Хартия Земли» в России, главная цель которой – сохранение культурного и природного наследия. В.М.Захаров, имея большой опыт, авторитет и административные возможности, сумел организовать разветвлённую сеть региональных отделений. Представители отделений приглашались, главным образом, в Москву 1-2 раза в год, где отчитывались о работе

и получали актуальную информацию. Спустя некоторое время В.М. Захаров организовал виртуальный Институт устойчивого развития в качестве совместной программы Центра экологической политики России и Общественной палаты РФ. Его деятельность направлена на решение экологических и социально-экономических проблем в интересах гражданского общества для его устойчивого развития. Рассматривая эту организацию как институт общественной политики, необходимо положить в его основу самые приоритетные направления. Это повышение энергоэффективности и снижение природоёмкости экономики, развитие механизмов устойчивого природопользования, обеспечение платежей за экосистемные услуги и развитие экологической культуры. Для этих целей приглашены к сотрудничеству учёные в области устойчивого природопользования, экологи, экономисты, работающие в институте на общественных началах. За короткое время выпущено несколько серьёзных работ по анализу водных проблем (Данилов-Данильян, 2009), влияния климата на экономику (Аверченков, 2009), повышения энергоэффективности (Бобылев и др, 2010; Энергоэффективность..., 2010), природных ресурсов и расчёта платежей за экосистемные услуги (Бобылев, Захаров, 2009), сохранения биологического разнообразия (Павлов и др., 2009). Для более эффективной работы к сотрудничеству приглашены директора и преподаватели ведущих вузов страны, директора и специалисты заповедников и национальных парков, общественные организации, например, эколого-просветительский центр «Заповедники» и др. Большое внимание уделено молодежному движению. На заседания в Общественную палату приглашаются студенты и активисты молодежных объединений разных направлений. Есть свои сайты в центре и на местах (<https://...>).

Новое направление возникло не на пустом месте. В стране уже был ряд государственных и общественных структур в области охраны природы, экономики природопользования, изучения климата и т.д. Но объединить их удалось только в начале XXI в. Пока эта организация продолжает свой «бег». Но некоторые региональные отделения далеко не всегда активны, в том числе и Мурманское. Это зависит от разных причин, но все же судьба многих организаций находится в руках энтузиастов, которые берут на себя решение сложных вопросов и достигают цели. Это новые общественные организации. Как сложится их судьба, сказать трудно. Но необходимо проследить за их деятельностью, попытаться провести анализ, чтобы установить причины возникновения и закрытия таких организаций. Естественный ли этот процесс, связанный с определённым политическим строем, актуальностью и общим трендом изменений в природе, финансовой поддержкой, политическим заказом и т.д. За короткое время собрать материалы о деятельности разных научных обществ сложно, но в рамках проводимых конференций это необходимо делать. Нужно привлекать к сотрудничеству представителей общественных объединений. Через некоторое время накопится материал для более глубокого анализа и установления причин возникновения и закрытия

общественных объединений. Можно ли считать их объектами субкультуры, клубами по интересам или это нечто другое? В качестве рекомендаций для III конференции Ассоциации научных обществ Мурманской обл. можно предложить сбор материала, в том числе методом анкетирования, для составления справочника общественных объединений региона. Следует создать музей или отделы в краеведческих музеях, где собирать членские билеты, установочные сведения и другие документы. Очень важно проводить такие совещания регулярно.

#### Список литературы

1. Аверченков А.А. Экономика и климат: участие России в решении глобальной экологической проблемы. М., 2009. 70 с.
2. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. М., 2009. 71 с.
3. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В. и др. Энергоэффективность и устойчивое развитие. М., 2010. 147 с.
4. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М., 2009. 87 с.
5. Макарова О.А. Проблемы трансграничного сотрудничества на примере заповедника «Пасвик» // Научно-практич. бюллетень. 1999. № 2. С. 27-29.
6. Макарова О.А. Роль Ассоциации заповедников и национальных парков СЗ России в межрегиональном и международном сотрудничестве // Матер. Всерос. научно-практич. конф. Петрозаводск, 2011. С. 40-43.
7. Павлов Д.С., Стриганова Б.Р., Букварева Е.Н. и др. Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития. М., 2009. 83 с.
8. Поликарпова Н.В., Макарова О.А. Трёхсторонний парк «Пасвик-Инари» // Матер. Межд. научно-практич. конф. Мурманск, 2009. С. 215-219.
9. Природное и историко-культурное наследие СЗ России. Вып. 1. Петрозаводск, 2000. 282 с.
10. Хлебосолова О.А., Макарова О.А. Методическое пособие к «Дневнику юного исследователя природы». Рязань, 2004. 48 с.
11. Хлебосолова О.А., Макарова О.А., Хлебосолов Е.И. и др. Дневник юного исследователя природы. М., 2004. 80 с.
12. Шарова Н.А. Общероссийская общественная организация «Центр экологической политики и культуры»: региональные отделения. М., 2009. 75 с.
13. Энергоэффективность: перспективы для России (региональный опыт и экспертные предложения). М., 2010. 175 с.
14. <https://www.google.ru/url>. 29.01.2015
15. [http://www.ekosoyuz.ru/news/union\\_news/](http://www.ekosoyuz.ru/news/union_news/) 29.01.2015
16. [http://ecolopro.ru/ru/site/public\\_organizations/P20/](http://ecolopro.ru/ru/site/public_organizations/P20/) 29.01.2014
17. <http://webcache.googleusercontent.com/search> 29.01.2015
18. <https://ru.wikipedia.org/> 31.01.2015



## ИСТОРИЯ, ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУРМАНСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА



Савельева С.П.<sup>1</sup>, Дженюк С.Л.<sup>2</sup>, Моисеев Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МУГМС, <sup>2</sup> ММБИ КНЦ РАН, г. Мурманск,  
denis\_moiseev@mail.ru

Мурманское отделение Российского географического общества было основано 67 лет назад и первоначально находилось в г. Апатиты. В 1963 г. его перевели в Мурманск. Самая активная работа пришлась на 1970-е, когда при Кольском филиале АН СССР создали Северный филиал Географического общества СССР, куда вошло Мурманское отделение. Высокий образовательный уровень членов общества позволял осуществлять активную научно-просветительскую деятельность, издавать журнал «Природа и хозяйство Севера» (18 выпусков), вести на телевидении научно-познавательную передачу «Покорись, Север!». После ликвидации в 1990-х Северного филиала РГО Мурманское отделение продолжило работу самостоятельно. Несмотря на финансовые трудности и серьёзные проблемы (отделение лишилось помещения, часть активных членов покинула Крайний Север), общество выдержало испытание временем.

Новый этап в судьбе отделения начался в 2010 г. Выполняя главную задачу, направленную на популяризацию географических знаний, члены общества принимают участие в конференциях, презентациях научно-популярных книг, авторы которых – члены географического общества. Большое внимание уделяется работе с учащимися и молодёжью. Мурманское отделение оказывает поддержку интеллектуальному творчеству учащихся образовательных учреждений г. Мурманска, принимает участие в заседаниях «Клуба юных путешественников», за что отмечено благодарственным письмом Комитета по образованию Администрации г. Мурманска.

Мурманское отделение возлагает большие надежды на талантливую молодёжь. Два члена «Клуба юных путешественников» успешно выступили на I Всероссийском молодёжном слёте в 2014 г. Команда г. Мурманска получила награду за лучшее индивидуальное творчество в конкурсе на разработку эмблемы молодёжного движения. Осенью 2014 г. отделение участвовало в Международном проекте «Тюльпан дружбы», в сквере у Дома детского творчества им. А. Бредова высадили тюльпаны в открытый грунт. Хорошие результаты даёт проект «Библиокругосветка» на основе изучения историй путешествий известных российских географов, изданных серией «Великие русские путешественники». В состав организаторов вошли Мурманская областная детская библиотека и «Клуб юных путешественников». Проект при-

мет участие в фестивале ВОО «Русское географическое общество» в Москве в Центральном доме художника.

Члены МО РГО проводят большую научную работу. В 2013 г. экспертный совет одобрил грант Мурманскому отделению на «Исследования прибрежья и береговой зоны северной части Кольского залива и разработка карт уязвимости всего залива от разливов нефти». Осенью 2014 г. экспертами Отделения проведена первичная оценка заявок, поданных на гранты РГО. Делегаты от Мурманского отделения приняли участие в XV съезде РГО. В 2014 г. налажено взаимодействие с Исполнительной дирекцией РГО.

С Историко-географическим обществом «Кольские карты» проведена экспедиция в губу Рында. Она приурочена к 100-летию завершения экспедиции Г. Седова. После двух лет зимовки во льдах и гибели капитана экспедиции Г. Седова, курсом от мыса Флора (ЗФИ) 15.08.1914 г. «Св. мученик Фока» прибыл в рыбацкое становище Рында. В память об этом на камне в районе губы Рында установлена памятная табличка.

11 декабря 2014 г. в рамках IV Международного форума «Арктика: настоящее и будущее» Первый Вице-президент РГО А. Чилингаров и губернатор Мурманской обл. М. Ковтун подписали соглашение о взаимодействии. Это послужило началом сотрудничества между Мурманским отделением РГО и Областной администрацией.

В 2014 г. впервые за долгое время составлен перспективный план работы Мурманского отделения РГО на 2015 г. В феврале-марте 2015 г. с Исполнительной дирекцией РГО планируется провести общее собрание Отделения.

Химич Ю.Р., Исаева Л.Г.

Институт проблем промышленного экологии Севера КНЦ РАН, Российское микологическое общество.

---

### **От микологической секции до микологического общества**

Длительное время в России не было общества микологов. В 1920 г. по инициативе А.А. Ячевского и В.Т. Траншеля образована Микологическая секция Русского ботанического общества (Всесоюзное..., 1978). Это одна из старейших секций Общества. Основная форма её работы – регулярные заседания, на которых заслушиваются доклады по теоретической и прикладной микологии и фитопатологии. Позже создана комиссия по макромицетам, при содействии которой организуются полевые микологические школы. Сегодня руководителем Микологической секции является д.б.н. Ю.К. Новожилов – крупнейший специалист по миксомицетам (слизевикам), а Комиссию по макромицетам возглавляет специалист по шляпочным грибам д.б.н. А.Е. Коваленко. Постепенно назрела идея создания общества микологов.

В 2000 г. в Москве создана Общероссийская общественная организация «Общественная национальная академия микологии» (краткое название «Национальная академия микологии»). Это объединение научных работников в области микологии на основе общности интересов. Академия имеет очень разветвленную структуру, мощный аппарат управления ([www.mycology.ru](http://www.mycology.ru)). Во главе организации стоит президент, сегодня эту должность занимает проф. Ю.В. Сергеев – доктор медицинских наук, заслуженный врач России, акад. РАЕН. Помимо президента в Академии есть вице-президент (Уша Б.В.) и руководители отделов: медицинской микологии (Бурова С.А.), общей и фундаментальной микологии (Дьяков Ю.Т.), сельскохозяйственной микологии (Левитин М.М.), ветеринарной микологии (Панин А.Н.), санитарно-гигиенической микологии (Тутельян В.А.), технической микологии и биотехнологии (Феофилова Е.П.), фармацевтический отдел (Шпигель Б.И.). Академия является членом Европейской Конфедерации медицинских микологов (European Confederation of Medical Mycology), ассоциированным членом Международного общества медицинской и ветеринарной микологии (ISHAM, International Society of Human and Animal Mycology), членом (Sustaining Member) Международной микологической ассоциации (International Mycological Association). Академией проведены три съезда микологов России, различные микологические конференции, конгрессы и семинары. Издательство Академии занимается выпуском монографий, руководств, каталогов, справочников. Но деятельности Академии во многом

смещена в сторону медицинской микологии и, по сути, не вовлечена в диалог с широкой общественностью.

В 2011 г. организовано Санкт-Петербургское микологическое общество, объединившее в своих рядах специалистов и любителей. Общество ведёт огромную просветительскую деятельность. Ежегодно весной и осенью в Санкт-Петербурге организуется выставка грибов, на которой представлены свежие экспонаты с этикетками, где указано название и съедобен ли гриб. Любой посетитель выставки может обратиться с вопросом к консультантам. Такое мероприятие привлекает взрослых и детей. Помимо выставок два раза в год общество выпускает научно-популярный журнал «Планета грибов». Таким образом, начало XXI в. в России – период интенсивного объединения микологов в общества, начало диалога вне научного общества и активной популяризации знаний о грибах.

### **Микологические исследования в Мурманской области**

Огромная территория РФ и недостаточное число микологов привело к неравномерной изученности грибов. Многие регионы можно отнести к белым пятнам на микологической карте России. Мурманская область, несмотря на то, что имеет длительную историю изучения грибов, во многом остается малоизученной. Историю микологических исследований здесь можно разделить на этапы.

**Вторая половина XIX в.** Первым, кто открыл страницу исследований микобиоты в Русской Лапландии, стал финский миколог П.А. Карстен. В 1861 г. его экспедиция с ботаником Н.И. Фельманом охватила путь от Княжьей губы через Кандалакшу и земли современного Оленегорска по р. Коле до современного Мурманска (Karsten, 1882). Список грибов в публикации П.А. Карстена для современной Мурманской обл. и Карелии включал 425 видов. Единичные образцы могли присутствовать в сборах других ботаников, работавших в регионе (Uotila, 2013). Образцы хранятся в гербариях Финляндии и многие годы были недоступны для специалистов из России.

**Первая половина XX в.** В 1920-х организуется Северная промысловая экспедиция Географического института, затем экспедиция Колонизационного отдела правления Мурманской железной дороги. Ботанические отряды изучали растительность вдоль полотна железной дороги примерно от ст. Кандалакша до ст. Кола. Большая часть сборов выполнена в лесных массивах возле Хибин и по берегу оз. Имандра. Выявлено 29 видов грибов на основе сборов М.М. Головина (Ванин, 1927).

В 1930-х в западной части области (провинция Куусамо, Uotila, 2013) проводились исследования финским микологом М. Лаурилы (Laurila, 1939). Некоторые материалы этих коллекций представлены в публикациях М. Кауконена (Kaukonen, 1996) и В.М. Котковой (Коткова, 2007). В 1936 г. появляется рукописная статья В.А. Траншеля (1936), в которой приводится список из 152 видов на основе сборов автора, Ю.Д. Цинзерлинга, С.С. Ганешина,

Б.И. Штейнберга, М.Х. Качурина и Лиро (Liro, 1908, 1924). В рукописи большое внимание уделяется ржавчинным грибам. Л.С. Гутнер и М.К. Хохряков в 1937 г. проводили фитопатологические обследования сельскохозяйственных культур в регионе и в результате выявили 36 видов возбудителей болезней культурных растений (Гутнер, Хохряков, 1940). В этот же период вышло несколько публикаций по несовершенным грибам, патогенам. В рукописной работе А.Я. Мишкиной и В.А. Мишкина (1942) содержатся сведения о сборе, сушке, переработке и определению отдельных видов. Это руководство так и не было опубликовано.

**Вторая половина XX в.** Стационарное изучение грибной флоры Мурманской обл. начато в конце 40-х – начале 50-х с созданием в 1947 г. лаборатории фитопатологии в Полярно-альпийском ботаническом саду. При исследовании грибов Хибинского горного массива выявлено 385 видов (Неофитова, 1972). Изучением шляпочных грибов Хибин занимался Л.В. Михайловский (Михайловский, 1975), им отмечено 513 видов. Весьма интересны работы по микобиоте подземных горных выработок: макромицеты, поражающие древесину креплений (Бондарцева и др., 1978) и ткани вентиляционных труб (Семан, 1978).

Именно во второй половине XX в. начинают разворачиваться инвентаризационные работы на территории заповедников. Начало изучения микофлоры Лапландского заповедника положено Н.М. Пушкиной (1961). Видовой состав выявленных грибов оформлен в виде рукописей (Пушкина, 1961, 1974). Первый список возбудителей болезней леса по заповедной территории составлен по результатам исследований сотрудниками кафедры лесозащиты Московского лесотехнического института (Летопись природы, 1979). С 1970-х в заповеднике проводятся лесопатологические исследования по оценке состояния лесов, в которых отмечаются дереворазрушающие грибы (Карпенко, 1983; Отчёт по лесопатологическому..., 1990). Работа по инвентаризации и стационарным исследованиям микобиоты заповедника с середины 1980-х ведётся Н.Г. Берлиной (1988, 1991).

В 1964-1965 гг. К.А. Пыстина, Т.В. Павлова и Ю.С. Шестакова (1969) изучали сумчатые, базидиальные и несовершенные грибы островов Кандакшского государственного природного заповедника. Исследованы сосновые и еловые леса, береговые ценозы на заповедных островах Северного архипелага и о. Великий. Всего выявлено 385 видов.

Таким образом, происходило накопления информации по микобиоте, но она была разрознена. Первая попытка издания сводки была предпринята В.А. Крутовым и В.А. Шубиным (1979). В монографии они упоминают для Карелии и Мурманской обл. 665 видов грибов, включая микро- и макромицеты. В дальнейшем некоторая отрывочная информация по грибам региона приводилась в обзоре по грибам Российской Арктики (Каратыгин и др., 1999). Информация по грибам Мурманской обл. встречается в различных определителях.

**Начало XXI в.** На рубеже столетий в 1998 г. А.Г. Ширяевым осуществлена экспедиция на СЗ области в пределах зоны лесотундры и южной тундры, где изучалась группа клавариоидных грибов. Выявлено 56 видов (55 в лесотундре и 30 в южной тундре). Два вида (*Mucronella flava*, *Ramaria testaceoflava*) впервые отмечены в лесотундровой зоне России (Ширяев, 2009). Тем не менее, современный этап микологических исследований в регионе связан не только с флористическими работами, но и с развитием экологического направления. Изучены комплексы микроскопических грибов в подземных горных выработках (Евдокименко, Науменко, 2002), в почве при воздействии выбросов алюминиевого завода, при загрязнении почв нефтепродуктами и газовым конденсатом (Корнейкова, 2006; Корнейкова и др., 2011; Евдокимова и др., 2013). Рассмотрены изменения видового состава ксилотрофов лесных экосистем под воздействием выбросов медно-никелевого производства (Рассеянные элементы..., 2004) и в ходе пирогенных сукцессий в еловых лесах (Химич, Исаева, 2009). Исследован аккумулятивный потенциал некоторых видов дереворазрушающих грибов по отношению к тяжелым металлам (Исаева, 2005; Химич, Исаева, 2011).

Обобщение литературных данных и информации по гербарному материалу позволили издать каталог афиллофороидных грибов, содержащий 321 вид (Исаева, Химич, 2011). Продолжена инвентаризация микобиоты ООПТ (Крутов и др., 2012) и работы по лесопатологическому мониторингу (Исаева, 2011). Возобновлены полевые экспедиции на островах Кандалакшского заповедника. Благодаря интересу к царству грибов отдельными жителями Мурманской обл. отмечены интересные находки грибов в регионе (Химич и др., 2013; Берлина, Химич, 2014). Во втором издании Красной книги Мурманской обл. (2014) существенно расширен список грибов, подлежащих охране. Таким образом, в последние годы активно ведутся исследования микобиоты региона. К сожалению, затрагиваются не все группы грибов и многие уголки области остаются неизученными.

#### Список литературы

1. Берлина Н.Г. Отчёт по теме № 3, 4. Инвентаризация грибов за 1987-1988 гг. Мончегорск, 1988. 30 с. (Рукописный фонд Лапландского государственного природного биосферного заповедника).
2. Берлина Н.Г. Отчёт за 1986-1990 гг. Инвентаризация грибов. Мончегорск, 1991. 73 с. (Рукописный фонд Лапландского государственного природного биосферного заповедника).
3. Берлина Н.Г., Химич Ю.Р. Сморчковая шапочка *Verpa bohemica* (Krombh.) Schroet. (Ascomycota) в Мурманской обл. // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2014. Т. 119. Вып. 2. С. 84-85.
4. Бондарцева М. А., Давыдкина Т. А., Семан Э. О. Грибы-макромицеты из подземных горных выработок Кольского п-ова // Новости систематики низших растений. 1978. Т. 15. С. 83-84.
5. Ванин С.И. К микологической флоре Мурманска // Защита растений от

- вредителей. 1927. Т. 4. № 4-5. С. 770-772.
6. Всесоюзное ботаническое общество. Справочник. Л.: Наука, 1978. 256 с.
  7. Гутнер Л.С., Хохряков М.К. Матер. по болезням культурных растений Кольского п-ова // Вестник защиты растений. 1940. № 1-2.
  8. Евдокимова Г.А., Науменко А.Ф. Микроорганизмы подземных горных выработок Сев. Фенноскандии // Геоэкология. 2002. № 3. С. 237-242.
  9. Евдокимова Г.А., Корнейкова М.В., Мязин В.А. Оценка динамики выноса газового конденсата из почвы и его воздействия на комплексы почвенных грибов // Почвоведение. 2013. № 3. С. 343-350.
  10. Исаева Л.Г. Влияние воздушного промышленного загрязнения медно-никелевого производства на химический состав трутовых грибов // Грибы в природных и антропогенных экосистемах. Тр. Межд. конф., посв. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Ботаническом ин-те им. В.Л. Комарова РАН. Т. 1. СПб., 2005. 416 с.
  11. Исаева Л.Г. Мониторинг фитопатогенов древесных растений северных лесов // Болезни и вредители в лесах России: век XXI. Матер. Всерос. конф. и V ежегодн. чтений памяти О.А. Катаева. Екатеринбург, 20-25 сент. 2011 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2011. С. 79-81.
  12. Исаева Л.Г., Химич Ю.Р. Каталог афиллофороидных грибов Мурманской обл. Апатиты, 2011. 68 с.
  13. Каратыгин И.В., Нездойминого Э.Л., Новожилов Ю.К. и др. Грибы Российской Арктики. СПб: Изд-во Санкт-Петербургской гос. хим.-фарм. Академии, 1999. 212 с.
  14. Карпенко А.Д. Влияние промышленного загрязнения на еловые фитоценозы Кольского п-ова. Автореф. дисс. уч. ст. канд. биол. наук. Тарту, 1984. 23 с.
  15. Корнейкова М. В. Комплексы микроскопических грибов в лесных экосистемах при загрязнении газовойоздушными выбросами алюминиевого предприятия. Автореф. дисс. уч. ст. канд. биол. наук. СПб., 2006. 29 с.
  16. Корнейкова М.В., Евдокимова Г.А., Лебедева Е.В. Комплексы микроскопических грибов в загрязнённых нефтепродуктами агроэкомах на севере Кольского п-ова // Микология и фитопатология. 2011. Т. 45. Вып. 3. С. 249-256.
  17. Коткова В.М. К микобиоте Мурманской обл. // Новости систематики низших растений. 2007. Т. 41. С. 127-132.
  18. Красная книга Мурманской обл. 2014, Кемерово. 584 с.
  19. Крутов В.И., Руоколайнен А.В., Коткова В.М. и др. Афиллофоровые грибы ООПТ Российской части Зеленого пояса Фенноскандии // Грибные сообщества в лесных экосистемах. Т. 3. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. С. 117-146.
  20. Летопись природы. Кн. XV. Мончегорск, 1979. С. 52-55. (Рукописный фонд Лапландского гос. природного биосферного заповедника).
  21. Михайловский Л. В. Макромицеты (пор. Agaricales) Хибинского горного массива. Автореф. дисс. уч. ст. канд. биол. наук. Л., 1975. 23 с.
  22. Мишкина А.Я., Мишкин В.А. Грибы Мурманской обл. Рукопись. 1942. 23 с.
  23. Неофитова В.К. Обзор микофлоры Хибинских гор // Флора и растительность Мурманской обл. Л: Наука, 1972. С. 62-72.
  24. Отчёт по лесопатологическому обследованию Лапландского гос. запо-

- ведника Гос. комитетом СССР по охране природы. Т. 1. М., 1990. 154 с. (Рукописный фонд Лапландского гос. природного биосферного заповедника).
25. Пыстина К.А., Павлова Т.В., Шестакова Ю.С. К микофлоре заповедных островов Кандалакшского залива (сумчатые, базидиальные и несовершенные грибы) // Тр. Кандалакшского гос. заповедника. Вып. VII, ботанические исследования. Мурманск: Мурман. кн. изд-во, 1969. С. 190-227.
  26. Пушкина Н.М. Видовой состав и особенности плодоношения шляпочных грибов. Мончегорск, 1961. 70 с. (Рук. фонд Лапландского гос. природного биосферного заповедника).
  27. Пушкина Н.М. Шляпочные грибы – компоненты лесных сообществ Лапландского заповедника. Мончегорск, 1974. 172 с. (Рукописный фонд Лапландского гос. природного биосферного заповедника).
  28. Рассеянные элементы в бореальных лесах / В.В. Никонов, Н.В. Лукина, В.С. Безель и др. Отв. ред. А.С. Исаев. М.: Наука, 2004. 616 с.
  29. Семан Э.О. Грибы-микробиоты из подземных горных выработок Кольского п-ова // Новости систематики низших растений. 1978. Т. 15. С. 81-82.
  30. Траншель В.А. Материалы к флоре грибов Мурманского округа. Рукопись. 1936. 24 с.
  31. Химич Ю.Р., Исаева Л.Г. Состояние еловых лесов бореальной зоны после пожара и ксилотрофные базидиомицеты // Хвойные бореальной зоны. 2009. № 1. С. 62-66.
  32. Химич Ю.Р., Исаева Л.Г. Химический состав трутовых грибов в зоне влияния медно-никелевого производства // Вестник Московского гос. обл. ун-та. Сер. Естественные науки. 2011. № 1. С. 72-76.
  33. Химич Ю.Р., Блинова И.В., Александров Г.Н. *Microstoma protractum* (Fr.) Kanouse и *Sarcosoma globosum* (Schmidel) Casp. – редкие представители порядка Pezizales в Мурманской обл. // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2013. Т. 118. Вып. 1. С. 84-86.
  34. Ширяев А.Г. Клавариоидные грибы тундровой и лесотундровой зон Кольского п-ова, Мурманская обл. // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 134-149.
  35. Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской обл. (эколого-систематический список). Л.: Наука, 1979. 107 с.
  36. 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.
  37. Kaukonen M. Fungi of the former Kutsa Nature Reserve // Oulanka Reports. 1996. V. 16. P. 69-72.
  38. Laurila M. Basidiomycetes novi rarioresque in Fennia collecti // Ann. Bot. Soc. Vanamo, 1939. V. 10(4). P. 1-24.
  39. Liro J.I. Uredineae Fennicae. Helsingfors, 1908. 640 p.
  40. Liro J.I. Die Ustilagineen Finnlands. I. // Ann. Acad. Sci. Fenn., Sér. A. 1924. Bd. 17, H. 1. 636 p.
  41. Uotila P. Finnish botanists on the Kola Peninsula (Russia) up to 1918 // Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica. 2013. V. 89. P. 75-104.

# ΠΡΕΣΣΑ





С такого творческого манифеста началась Третья конференция научных обществ Мурманской области, что состоялась в Геологическом институте КНЦ РАН. Первое подобное собрание прошло там же в 2005-м, а в минувшем году конференцию в честь Дня науки решили сделать традиционной.

- В 2014 году тринадцать из пятнадцати научных обществ, действующих в Кольском крае, объединились в ассоциацию, - напомнил собравшимся директор Геологического института и главный вдохновитель конференции Юрий Войтеховский. - Нынче о своем участии заявили еще и коллеги из Русского географического общества. Да, время сейчас трудное, и не только для науки. Но кто сказал, что творческие идеи так уж сильно зависят от курса евро? Я считаю, никто не мешает нам ярко начать научный год. Наша конференция - удобный повод встряхнуться, проснуться, взбодрить друг друга! Никаких правил, разрешены все приемы и - научная фантастика!

Юрий Леонидович открыл заседание докладом о фуллеренах - конструкциях из пяти- и шестиугольных бензольных колец, которые, по выражению профессора, пронизывают и живую, и неживую материи. Так устроены и простейшие микроорганизмы вроде радиоларий, и некоторые вирусы, и суперароматические химические соединения. А человек собирает такой «конструктор», когда нужно создать нечто объемное и при этом очень прочное.

- Возможно, потому, что

одни и те же идеи пронизывают всю Вселенную, - сделал вывод ученый, - мы узнаем и воспроизводим на разных уровнях одно и то же, потому что и мы - часть этой Вселенной, часть природы.

Каждый из пятнадцати докладов позволил коллегам «заглянуть» в смежные области, немножко стереть те границы, которые воздвигнуты существующей сегодня узкой специализацией.

В природе таких границ нет, напомнили организаторы конференции, ратуя за развитие межнаучных связей.

Владимир Конухин, представлявший Российскую геологическую службу, рассказал об инженерно-геологических исследованиях Горного института КНЦ и Геологической службы Финляндии в сфере радиационной безопасности, а представитель Хибинского отделения Гидробиологического общества Дмитрий Денисов - об изменениях в пресноводных экосистемах Мурманска. О работе своего регионального отделения - одного из самых активных в плане общественной и пропагандистской деятельности - доложили члены Русского ботанического общества Наталья Королева и Евгений Боровичев, идеи создания

## Разрешается научная фантастика!

охраняемых территорий в черте заполярной столицы прозвучали из уст Ольги Макаровой, представлявшей областной Центр экологической политики и культуры... Одним словом, был затронут спектр вопросов, интересных как ученым, так и широкой общественности.

Завершилась конференция дискуссией, в ходе которой участники обсудили резолюцию собрания - своего рода план действий на ближайшую перспективу. Ассоциация главной целью считает формирование научного мировоззрения в обществе. А потому решили впредь не только проводить конференции и семинары, но и попробовать-таки создать в Кировско-Апатитском районе регулярно действующий лекторий.

Собственно говоря, такую цель поставили еще в прошлом году, однако реальных усилий для ее осуществления приложено не было в силу разных обстоятельств. Нынче договорились инициативу не откладывать. В идеале организаторам видится еженедельный лекторий в каком-либо городском помещении, чтобы подчеркнуть светский, популярный характер мероприятия.

Зоя КАБЫШ. Апатиты.

# *ФОТОРЕПОРТАЖ*

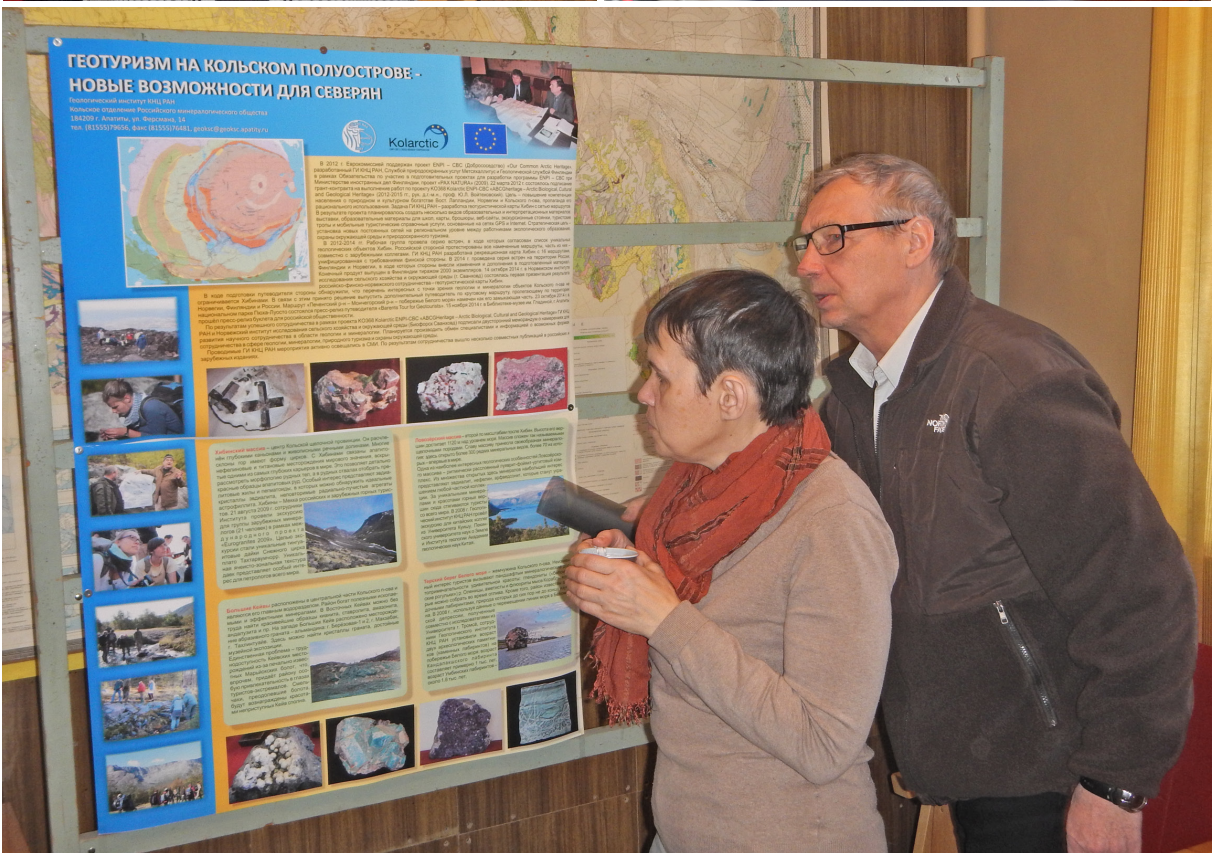


*III конференции Ассоциации  
научных обществ Мурманской области  
9 февраля 2015 г.*











Вячеслав Семёнович  
Стёпин (род. 1934) —  
директор Института  
философии РАН (1988—  
2006), академик РАН  
(1994).  
Президент Российского  
философского общества.





# *ФОТОРЕПОРТАЖ*



*VI научная сессия  
Геологического института КНЦ РАН  
10 февраля 2015 г.*













## Содержание

Предисловие редактора . . . . .	3
Поздравления с Днём российской науки!	
Котюков М.М. . . . .	5
Ильин А.Э. . . . .	6

### **III конференция Ассоциации научных обществ Мурманской области VI научная сессия Геологического института КНЦ РАН 9-10 февраля 2015 г.**

<i>Войтеховский Ю.Л.</i> Фуллерен как универсалия природы, воплощение целесообразности и красоты . . . . .	8
<i>Степеничиков Д.Г., Войтеховский Ю.Л.</i> О симметрии фуллеренов. . . . .	15
<i>Конухин В.П., Смирнов Ю.Г., Орлов А.О.</i> Экологические аспекты закрытия рудников в Баренц-регионе . . . . .	21
<i>Конухин В.П., Смирнов Ю.Г., Орлов А.О.</i> Инженерные исследования при строительстве радиационно опасных объектов в Сайда-Губе. . . . .	27
<i>Федотова Ю.В., Каспарьян Э.В.</i> Геомеханические исследования саамского разлома . . . . .	34
<i>Зорин А.В.</i> Природные факторы, осложняющие промышленную разработку Хибинского горного массива . . . . .	42
<i>Гришин Н.Н., Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н.</i> Принципы переработки концентратов из природного сырья Кольского региона. . . . .	48
<i>Даувальтер В.А., Кашулин Н.А., Денисов Д.Б., Вандыш О.И., Терентьев П.М., Валькова С.А., Зубова Е.М., Черепанов А.А.</i> Гидробиологические исследования экосистем бассейна реки Пасвик . . . . .	53
<i>Макарова О.А.</i> Alma mater: об организации парков и памятников природы в городской черте . . . . .	61
<i>Макарова О.А.</i> Возникновение новых общественных объединений и их судьба . . . . .	65
<i>Савельева С.П., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В.</i> История, основные задачи и перспективы развития Мурманского регионального отделения Русского географического общества. . . . .	70
<i>Химич Ю.Р., Исаева Л.Г.</i> История микологических исследований в Мурманской области . . . . .	72
<b>Пресса</b> . . . . .	78
<b>Фоторепортаж</b> . . . . .	80

Материалы  
III конференции Ассоциации научных обществ  
Мурманской области и VI научной сессии  
Геологического института КНЦ РАН,  
посвящённых Дню российской науки  
Апатиты, 9-10 февраля 2015 г.

Геологический институт КНЦ РАН  
Комиссия по истории РМО  
Кольское отделение РМО

Научное издание

Тираж 50 экз.

Отпечатано в ООО К & М

184209, г. Апатиты Мурманской обл., ул. Ферсмана, 17 а

Тел. / факс (81555) 77329

