

*Посвящается 70-летию ПОБЕДЫ
в Великой Отечественной войне*

08—10 апреля 2015 года

МАТЕРИАЛЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ

**ХII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«НОВЫЕ ИДЕИ
В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ»**

**XII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC-PRACTICAL
CONFERENCE
«NEW IDEAS
IN EARTH SCIENCES»**

РАБОЧИЕ ЯЗЫКИ КОНФЕРЕНЦИИ РУССКИЙ И АНГЛИЙСКИЙ

Москва 2015

ББК 26.2+26.3
УДК 55+550.3

Редакционная коллегия:
В.И. Лисов, В.А. Косьянов, О.С. Брюховецкий

**Организация XII Международной научно-практической конференции
«Новые идеи в науках о Земле» и издание материалов
осуществлено при финансовой поддержке
Российского Фонда Фундаментальных Исследований**

**XII Международная научно-практическая конференция «Новые идеи
в науках о Земле», Москва, Российский государственный геологораз-
ведочный университет, 08 — 10 апреля 2015 г.: Материалы пленарного
заседания / МГРИ-РГГРУ. — 2015. — 108 с.**

**ББК 26.2+26.3
УДК 55+550.3**

©МГРИ-РГГРУ им. Серго Орджоникидзе, 2015
©Коллектив авторов, 2015

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РФ
ОАО «РОСГЕОЛОГИЯ»
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ (МГРИ-РГГРУ)

ОРГКОМИТЕТ:

Сопредседатели:

ПАНОВ Р.С. — Генеральный директор ОАО «Росгеология»,
ЛИСОВ В.И. — Ректор МГРИ-РГГРУ

Заместитель сопредседателей:

КОСЬЯНОВ В.А. — Проректор по научно-производственной и инновационной деятельности МГРИ-РГГРУ

Члены оргкомитета:

СЕРГЕЕВ А.Ю. — Заместитель Генерального директора ОАО «Росгеология»; ОРЕЛ А.В. — Директор Департамента Министерства природных ресурсов и экологии РФ; ЛАДНЫЙ А.О. — Зам. директора Департамента науки и технологий Министерства образования и науки РФ; ТРУБЕЦКОЙ К.Н. — Академик РАН, Советник Президента РАН, вице-президент Академии горных наук; БРЮХОВЕЦКИЙ О.С. — Директор Центра экспертизы МГРИ-РГГРУ

В РАБОТЕ КОНФЕРЕНЦИИ ПРИНИМАЮТ УЧАСТИЕ:

ХЛОПОНИН А.Г. — Заместитель Председателя Правительства РФ;
ЛИВАНОВ Д.В. — Министр образования и науки РФ; ДОНСКОЙ С.Е. — Министр природных ресурсов и экологии РФ; ДРАГУНКИНА З.Ф. — Председатель Комитета СФ по науке, образованию и культуре;
ГОРБУНОВ Г.А. — Председатель Комитета СФ по аграрно-продоволь-

ственной политике и природопользованию; ПАК В.А. — Заместитель Министра природных ресурсов и экологии РФ — руководитель Федерального агентства по недропользованию «РОСНЕДРА»; КОЗЛОВСКИЙ Е.А. — Вице-президент РАЕН, Член Высшего Горного Совета России, Министр геологии СССР (1975—1989), д.т.н., профессор; ЗИНАУРОВ Р.Н. — Член Совета Федерации РФ. Комитет по международным отношениям; ОРЛОВ В.П. — Президент Российского геологического общества; КАШИН В.И. — депутат Госдумы РФ; МИРОНОВ С.М. — депутат Госдумы РФ, Почетный профессор МГРИ-РГГРУ.

ЗАРУБЕЖНЫЕ УЧАСТНИКИ:

ИБРОХИМ АЗИМ — Заместитель Премьер-министра республики Таджикистан; САНАКУЛОВ К.С. — Генеральный директор ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», ректор Навоийского государственного горного института, доктор технических наук, профессор; БЕРНД МАЙЕР — Ректор Фрайбергской Горной Академии; АНДРЕАС ХЕДШУХ — Канцлер Фрайбергской Горной Академии; ГЕРХАРД ХАЙДЕ — Профессор Фрайбергской Горной Академии; САТТОРОВ И.М. — Чрезвычайный и полномочный посол республики Таджикистан в РФ; ПУНСАЛМАА ОЧИРБАТ — Первый президент Монголии, профессор; ДЖАО ПЭНДА — Президент Пекинского геологического университета, профессор; ЛИ ПЕЙЧЭН — Академик инженерной академии КНР, профессор Чаньаньского университета, Почетный профессор МГРИ-РГГРУ; ЭССАИД АУЛИ — Президент, генеральный директор Алжирской компании горной промышленности и геологических исследований, ЦЫГАНОВ А.Р. — Академик, Национальной академии Республики Беларусь; ученые-геологоразведчики из Австралии, Алжира, Анголы, Армении, Афганистана, Белоруссии, Болгарии, Вьетнама, Грузии, Египта, Италии, Ирака, Казахстана, Канады, Катар, Киргизии, Колумбии, КНР, Монголии, Нидерландов, Польши, Саудовской Аравии, Судана, США, Таджикистана, Узбекистана, Украины, ФРГ и др.

АКАДЕМИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:

Глико А.О. — Академик-секретарь РАН, Отделение Наук о Земле; Лаверов Н.П.; Рундквист Д.В.; Дмитриевский А.Н.; Трубецкой К.Н.; Бортников Н.С.; Осипов В.И.; Малышев Ю.Н.; Мельников В.П. и др.

ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

1. **РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ — «РФФИ»**
2. **РОССИЙСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО — «РОСГЕО»**
3. **АССОЦИАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ — «АГО»**
4. **ИНСТИТУТ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И КРИСТАЛЛОХИМИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ — ФГУП «ИМГРЭ»**
5. **ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ — ФГУП «ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ»**
6. **ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ИМ. Н.М. ФЕДОРОВСКОГО» — ФГУП «ВИМС»**
7. **ОБЪЕДИНЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ — ЗАО «ОГК ГРУПП»**
8. **ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ» — ФГУП «ВНИГНИ»**
9. **ТУЛЬСКОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ — ОАО «ТУЛЬСКОЕ НИГП»**
10. **ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ — ФГУП «ВНИИГЕОСИСТЕМ»**
11. **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ — ЗАО «ГИДЭК»**
12. **ТУЛЬСКИЙ ЗАВОД ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ — «ТЗГМ»**
13. **ОАО «ЭКСПЕРТЦЕНТР»**
14. **ОАО «ГЕОЛЭКСПЕРТИЗА»**
15. **ПОПЕЧИТЕЛЬСКИЙ СОВЕТ МГРИ-РГГРУ**

ДОКЛАДЫ

НОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МГРИ-РГГРУ

Лисов В.И., ректор Российского государственного геологоразведочного университета, д.э.н., проф., чл.-кор. Российской академии образования (г. Москва)

Высшее образование в мире признано важным фактором формирования конкурентной политики и экономики. Для МГРИ-РГГРУ важно добиваться качественного геологоразведочного образования применительно к прикладной геологии, геофизике, гидрогеологии, горному и нефтегазовому делу, экономике.

Историк, политолог и искусствовед **Альфред Уитни Гризвольд** (1906—1963) известен тем, что последние 12 лет жизни был Президентом знаменитого элитного частного а США. Вот одно из его известных выражений: **«Высшее образование — это не набор запомненных знаний, спрятанных в картотеку. При наличии воли и желания это — страсть к познанию, тяга к мировоззрению; способность к исследованию, решению проблем, постигать взаимосвязи между знанием и опытом»** (1954).

Как ректор МГРИ-РГГРУ, с учетом своего многообразного управленческого жизненного опыта, я понимаю и разделяю эту глубокую мысль.

В МГРИ-РГГРУ (без филиала в Старом Осколе, созданного на базе геологоразведочного техникума) обучается **5 тыс. студентов**. *Доля платного образования составляет 34%*. Также в МГРИ-РГГРУ обучается 122 аспирантов и 8 докторантов. В вузе действует 7 Диссертационных советов.

МГРИ-РГГРУ — подлинно «международный» вуз, поскольку в нем обучается более 700 иностранцев (около 15% от общей численности студентов и аспирантов). Возможен еще больший крен в сторону *международного геологического образования*, выгодный России в экономическом и геополитическом аспектах.

По итогам специального мониторинга вузов России в 2013 и 2014 гг. МГРИ-РГГРУ признан «эффективно работающим вузом». Есть и особые достижения. На базе университета приказом Минобрнауки создана «Федеральная инновационная площадка».

Научно-образовательная и консультативная роль МГРИ-РГГРУ по проблемам повышения качества профессионального образования весьма значима, поскольку вуз выпускает ежегодно более трети новых молодых геологов и геофизиков (бакалавров, магистров и специалистов) от общего числа выпускников всех вузов России по данным специальностям.

1. Учеть предстоящий переход России к «новой экономической модели»

России требуется более эффективное и наукоемкое использование ресурсов недр. Важно сбалансировать гражданскую и военную экономику. Огромные денежные доходы от экспорта различного минерального сырья в прошлые годы в недостаточном объеме направлялись Правительством РФ на инновационное развитие национальной промышленности. Так, по данным «BP Statistical Review of World Energy 2014», с 2000 по 2013 гг. лишь валютные нефтяные доходы России составили 2,753 трлн. дол. США. [См.: <http://www.vedomosti.ru/opinion/news/37366661/chto-sdelala-neft-s-rossiej>].

Техническое развитие высокорентабельной нефтегазовой отрасли России обеспечивалось, главным образом, за счет импорта высокопроизводительной техники, машин, приборов и материалов. Российская наука, связанная с нефтегазовой и оборонной промышленностью, многие годы заметно деградировала. Это — большой стратегический просчет федеральной власти и Минфина РФ. Также значительным оказалось недофинансирование нефтегазовых, геологоразведочных и иных технических университетов, часть из которых имела сильные заделы в части машиностроения и промышленных технологий обработки металлов и других материалов.

Еще более сложная национальная задача России — преодоление возникшего в стране к 2015 г. глубокого финансового и экономического кризиса в условиях введенных США и их союзниками по НАТО экономических санкций.

Очевидно, нужна кардинальная перестройка **модели экономики**.

Действующая многие годы **экономическая модель России**, основанная на постоянном росте мировых цен на нефть и ее значительном экспорте с целью решения социальных задач, себя *исчерпала*. Необходима «новая экономическая модель», основанная на сильном демократическом государстве, развитом государственно-частном партнерстве, частных инвестициях в науку, образование и конкурентоспособные производства, более гармоничном распределении в обществе полученных экономических благ и др. Тема такой «модели» для России — очень дискуссионная и политизированная.

От российских законодателей и исполнительной власти страны, включая **Минприроды РФ, Федеральное агентство по недропользованию и ОАО «Росгеология»**, потребуются *существенная ломка экономических взглядов и принципов работы*. Следует быстрее внедрять и лучший зарубежный опыт. То, что ранее нашей власти казалось «нежелательным» или «опасным» для крупного или среднего российского бизнеса, ныне становится актуальным, важным и реализуемым.

2. Повысить внешнеэкономический уровень выпускников МГРИ-РГГРУ

В основе разворачивающегося с середины 2014 г. в России острейшего финансового кризиса сложившаяся **традиция брать кредиты на Западе**, а не на **Востоке** (Китай, Индия, страны АТР). Известно традиционное «прозападное экономическое мышление» и многих выпускников экономического факультета МГРИ-РГГРУ.

Конечно, в ближайшие годы для России сохраняется значимость привлечения *иностранных инвестиций* для технологической модернизации промышленности и развития внешней торговли качественными и конкурентными товарами и услугами. Если в кризисных условиях могут быть затруднения в использовании в той или иной сфере производства собственных ресурсов, то ряд значимых проектов вполне может быть реализован при участии *иностранных инвесторов*. По данным Центробанка на 2012 год, 77% процентов всех так называемых прямых иностранных инвестиций — это были *наши собственные деньги из офшоров*. Деньги, которые зарабатывались в стране, выводились в зоны с меньшим налогообложением, а затем возвращались сюда под видом инвестиций, чтобы работать дальше. Но на мировом рынке вообще имеются значительные финансовые средства, ищущие выгодного вложения в доходные производства и не подконтрольные США. В этом отношении у России есть свои привлекательные преимущества для инвесторов из стран Евросоюза¹.

В новых экономических условиях для МГРИ-РГГРУ следует повысить уровень преподавания основ *мировой экономики и организации внешнеэкономической деятельности* с акцентом на специфику рынка сырьевых товаров и услуг. Это важно для российского горнопромышленного и нефтегазового бизнеса. Пожалуй, в последующие годы для проведения данной Конференции следует ввести **«Секцию международной сырьевой торговли и геополитики»**. *Надо учиться привлекать в Россию иностранных инвесторов и работать с ними для получения своей выгоды.*

В соответствии с ФЗ *«О порядке иноинвестиций в хозяйственные объекты, имеющие стратегическое значение»* от 29 апреля 2008 г. № 57 допуск иностранных инвесторов к *крупным месторождениям* нефти, газа, редких металлов и других ценных ископаемых осуществляется лишь по решению специальной правительственной комиссии. Так, шельфовые месторождения, согласно закону, могут разрабатывать исключительно российской госкомпанией. Такая стратегия недропользования в России в период до 2020 г неадекватна, а сам ФЗ должен бы получить свои новые «консервативные» и «либеральные» ниши для стимулирования ино-

¹ Лисов В.И. О привлечении иностранных инвесторов к разработке недр России и обеспечении выгоды для экономики страны // Экологический вестник России, 2014, № 1, с. 22—30.

странных инвестиций. В условиях экономических санкций США и их союзников число ограничений надо бы быстрее *снизить в разы*, резко расширив управленческие компетенции наших органов федеральной и региональной власти и осуществляя государственный надзор за итогами их деятельности.

Видится и необходимость большой перестройки деятельности *Мин-природы РФ* (развитие законодательства и международных связей) и *Федерального агентства по недропользованию* (текущая работа с недропользователями). С начала управленческой «административной реформы», прошло более 10 лет. Анализ в действующей системе названных органов власти управленческих функций и подразделений показывает их *неразвитость и неспособность быстро и эффективно решать новые внешнеэкономические и внешнеторговые задачи*.

3. Развивать взаимосвязи МГРИ-РГГРУ и ОАО «Росгеология»

В совершенствовании нашего геологоразведочного и горнопромышленного профессионального образования велика созидательная миссия набирающего мощь **ОАО «Росгеология»**. Крупные бюджетные средства этой Компании пойдут на *стратегическую геологоразведку*. ОАО «Росгеология» получает право на заявительный принцип (без конкурса или аукциона) получения лицензий на геологоразведку «на участках недр, в пределах которых отсутствуют зарегистрированные в госкадастре месторождения полезных ископаемых». «Росгеология» займется региональной геологоразведкой и переоценкой запасов не востребованных месторождений, организацией полигонов для отработки технологий рентабельной добычи нетрадиционных углеводородов (в том числе сланцевых нефти и газа), работами на шельфе вместе с лучшими российскими и зарубежными фирмами и др.

Есть ряд проблем нашего профессионального образования в МГРИ-РГГРУ, которые нельзя эффективно решить без ресурсного и организационного содействия ОАО «Росгеология». Отрадно, что научные, образовательные, инновационные, производственные и иные инициативы нашего технического университета находят понимание и посильную поддержку ОАО «Росгеология». В числе первоочередных вопросов: 1) усиление связей вуза с отраслевыми научными организациями; 2) организация качественной производственной практики.

По мнению наших экспертов, в связи с расширением функции и усложнением задач ОАО «Росгеология» этой производственной структуре можно рекомендовать разработку *внутреннего корпоративного документа «О геологическом изучении недр России в ОАО «Росгеология» с участием крупного и среднего бизнеса, ведущих научных организаций и техни-*

ческих университетов России», в котором отразить основные проблемы геологоразведки и недропользования и пути их решения. Отчасти разработку корпоративного документа можно рассматривать как *начальный этап* подготовки полной версии законопроекта «*О геологическом изучении недр России*».

Однако основной объем геологоразведочных работ в России выполняется в **корпоративном секторе**, децентрализовано, при ведении промышленной разработки различных месторождений полезных ископаемых. В последние годы из всех национальных затрат на российскую геологоразведку *80% было направлено на поиск нефти и газ*. С другой стороны, *внебюджетные (корпоративные) затраты на геологию в России составляли около 90% от всех национальных затрат*. Это говорит о том, что наши выпускники (геологи, геофизики и горные инженеры) в основном работают **вне** ОАО «Росгеология» и чистого государственного сектора с подчиненностью Минприроды РФ и Федеральному агентству по недропользованию. Отсюда жизненная необходимость усиления интеграционных связей МГРИ-РГГРУ с такими ВИНК как «Роснефть», «ЛУКОЙЛ», «Газпром», «Сургутнефтегаз», «Татнефть», «Славнефть», «Башнефть» и другими добывающими нефтегазовыми компаниями. В этом сложном управленческом процессе вузу следует активнее работать со *своими бывшими выпускниками*, многие из которых занимают видные руководящие должности, включая и службы главных геологов.

4. Новые кадры для геологической отрасли, горнопромышленного и нефтегазового бизнеса

Требуемое повышение эффективности и конкурентоспособности крупного и среднего бизнеса России сдерживается *явной нехваткой* квалифицированных кадров, часть которых готовится в МГРИ-РГГРУ. В этой связи университет активно участвует в парламентских слушаниях и «круглых столах» **Госдумы и Совета Федерации** по отдельным проблемам профессионального образования и совершенствования законодательного регулирования поиска, разведки и разработки природных и техногенных месторождений полезных ископаемых. Как правило, предложения и рекомендации МГРИ-РГГРУ приводятся в структуре раздаточного информационного материала. Также университет принимает активное участие в мероприятиях **Минприроды РФ и Федерального агентства по недропользованию**.

Важное значение имели проведенные 24 июня 2014 г. парламентское слушания Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Госдумы на тему «**Стратегия развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 года**». Несмотря на рост объема государ-

ственного финансирования геологоразведочных работ к 2013 г. (32,1 млрд. руб.), за последние 20 лет в геологической отрасли образовался целый ряд проблем. Вот один из тезисов документа: «Из-за постоянного недофинансирования геологоразведки изученность территории Российской Федерации значительно ниже, чем в развитых странах. На рынке наблюдается четкая тенденция к интервенции компаний с иностранным капиталом: их доля стабильно растет. Избежать потери контроля над стратегической для России отраслью и гарантировать постоянное восполнение минерально-сырьевой базы страны можно только через модернизацию основных фондов, финансирование научных разработок и внедрение инновационных технологий».

Как же не только выжить техническим университетам России в новых кризисных условиях, но и внести свой вклад в формирование инновационного облика нефтегазовой и горнопромышленной сферы? Полагаем, в этом направлении нужно *конструктивное взаимодействие*: 1) группы ресурсных университетов (также и МГРИ-РГГРУ); 2) профильных министерств (Минобрнауки, Минприроды, Минпромторг, Минэнерго); 3) компаний крупного и среднего бизнеса по новым стратегиям инновационной модернизации. При этом мало сформировать достаточные источники финансирования. Нужны *новые методы* организации проведения НИОКР, использования их результатов в промышленности, взаимодействия субъектов инновационного процесса и др. Это то, что называется термином «техническое регулирование». Здесь участники такой инновационной модернизации — также студенты старших курсов, аспиранты, молодые ученые. В основе использования их потенциала — «проектный подход».

Заслуживают внимания рекомендации «круглого стола» в Совете Федерации 27 ноября 2014 года на тему: **«Совершенствование законодательного регулирования пользования недрами»**. В частности, **Министерству образования и науки Российской Федерации** предложено:

— продолжить совместно с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральным агентством по недропользованию, ОАО «Росгеология», геологическими организациями и горнодобывающими компаниями мероприятия по организации и проведению производственной (полевой) практики студентов ВУЗов горно-геологических специальностей;

— рассмотреть возможность включения в учебные планы ВУЗов для студентов горно-геологических специальностей, специальностей по экономике, финансам и государственному управлению, а также для слушателей курсов повышения квалификации указанных специальностей преподавание основ горного права и экономики минерального сырья;

— рассмотреть возможность дополнения Номенклатуры специальностей научных работников специальностью 12.00.06 — «Горное право» (приказ Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59 «Об утверждении Номенклатуры специальностей научных работников», зарегистрированный в Минюсте России 20.03.2009 № 13561).

5. Перечень актуальных образовательных и инновационных задач МГРИ-РГГРУ

Анализ показывает, что причинами дефицита в России высококвалифицированных геологических и горных кадров является: слабое и неэффективное взаимодействие учебных заведений и с успешно работающими научными и производственными геологическими организациями и компаниями-недропользователями; недостатки в прохождении производственных практик; отсутствие системы повышения квалификации кадров с учетом потребностей инновационного развития геологической отрасли; недостаточность образовательных программ, отвечающих современным требованиям и др.

Руководство МГРИ-РГГРУ несколько раз направляло свои рекомендации по повышению уровня и качества геологоразведочного образования в различные федеральные органы власти. Полезно их вновь озвучить с целью обсуждения участниками XII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле».

1. Минобрнауки РФ, а также РАН и ФАНО следует **усилить внимание к развитию прикладной геологии, наукоемкому недропользованию**, поддержке инновационной и образовательной деятельности таких университетов как МГРИ-РГГРУ и других ресурсных вузов России. **Беспокоит недооценка** Минобрнауки РФ нашей образовательной деятельности и **явно недостаточная государственная поддержка прикладной геологической и горнопромышленной науки** (по линии научных конкурсов, научных конференции, зарубежных контактов и др.). Такая поддержка деятельности МГРИ-РГГРУ несоизмерима по сравнению мерами поддержки технических университетов, работающих на оборонные компании и ВПК, а также университетов, проводящие исследования по НАНОпроблемам. И это в условиях, когда 80% российского экспорта сегодня составляет сырье, еще 15% — удобрения и продукция первого передела, а готовые промышленные товары составляют менее 4% экспорта. При этом крупнейшие нефтегазовые компании России *не конкурентоспособны* в инновационном отношении в сравнении с зарубежными конкурентами (включая и Китай).

2. В настоящее время подготовка кадров по прикладной геологии (120401), технологии геологической разведки (130101) и горное дело

(130400) недооценены в рамках подушевого финансирования студентов **Минобрнауки РФ**. Так, за 67,06 тыс. руб. в год хорошего «специалиста» по прикладной геологии и геофизике подготовить невозможно. Следует учитывать объем «транспортных» и «полевых» затрат по подготовке геологов, геофизиков и горных инженеров в местах производственной практики в удаленных регионах России. *Необходимо поднять такое финансирование хотя бы до 112,00 тыс. руб. — второго нормативного уровня финансирования профессионального образования.*

3. Поручить Минприроды РФ разработку предложений по развитию в сфере недропользования и горной промышленности России ряда **инфраструктурных межвузовских объектов** (учебные базы и полигоны, центры коллективного пользования оборудованием для проведения НИОКР, центры прикладной информатики, базы данных коллективного пользования и др.) с целью поддержки профильного среднего и высшего образования в РФ. Провести анализ имеющейся в стране региональной инфраструктуры и осуществить на базе отдельных вузовских объектов создание Центров коллективного пользования для высшего и среднего профессионального образования.

4. В целях исполнения ст. 19 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» со стороны **Минобрнауки РФ** необходимо финансировать деятельность вузовских УМО, также ускорить введение в действие «Типового положения» по УМО. В высшем профессиональном образовании значима научно-методическая и управленческая работа по оценке качества учебников и пособий, используемых вузами, включая их «унификацию» и «стандартизацию» по отдельным учебным курсам и группам вузов. Эта миссия **Учебно-методических объединений** раскрыта в ст. 19 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Действующее многие годы на базе МГРИ-РГГРУ **Учебно-методическое объединение вузов Российской Федерации (УМО) по образованию в области прикладной геологии** было создано еще в 1988 г. В этой связи сегодня осуществляется посильная координация работы более 30 университетов России с их специализированными геологическими факультетами и кафедрами. При этом качественные учебники и методики преподавания дисциплин по прикладной геологии отдельных университетов и их кафедр рекомендуются для использования по вузам всей России.

5. Подготовка **качественных инженеров в технических университетах** требует реформы их взаимоотношений с научными организациями (НИИ и КБ) РАН/ФАНО, Минобрнауки РФ и отраслевой науки. Здесь следует сбалансировать не только требуемое инновационное развитие технических университетов, с тем, чтобы они более активно проводили НИОКР, но и *образовательную миссию* таких российских научных организаций (новая важная задача). Пока российские НИИ и КБ основной

кадровый упор делали на развитие своей аспирантуры и докторантуры. *Этого уже недостаточно.*

6. Российские научные организации должны бы учить часть особо одаренных и образованных студентов старших курсов новым научным и промышленным технологиям. Известна соответствующая «Система обучения студентов МФТИ». Необходимо создание во всех сильных НИИ и КБ, включая систему РАН и отраслевых Академий, **межвузовских Учебных кафедр и Научно-образовательных центров.** Видится большая научно-образовательная реформа на уровне наших *крупных мегаполисов* — Москвы, Петербурга, Нижнего Новгорода, Самары, Екатеринбургa, Новосибирска и ряда других крупных городов. Понятно, что такое назревшее нововведение требует особого государственного финансирования и нового порядка деятельности этих НИИ и КБ. Для решения такой проблемы нужен ряд подзаконных актов федерального значения.

Заключение

Высказанные выше концептуальные подходы нуждаются в своем обсуждении и уточнении.

Предварительный анализ поступивших научных докладов и сообщений показывает хорошее понимание геологами, геофизиками, горными инженерами и другими специалистами актуальных экономических и управленческих задач развития страны.

Уверен, что в своей «антикризисной и инновационной мобилизации» МГРИ-РГГРУ преодолет стоящие барьеры своего эффективного развития в эти кризисные годы.

Конечно, Россия исторически пережила много больших и малых войн и потрясений. Все мы заинтересованы в дружественных отношениях со всеми странами мира.

При этом МГРИ-РГГРУ вполне готов к подготовке высококвалифицированных геологоразведочных кадров для всех стран мира, включая США, Канаду, Австралию, государства Евросоюза, страны Азиатско-Тихоокеанского региона и др.

Дорогие участники и гости нашей научной Конференции! Примите самые добрые пожелания! Новых Вам творческих и жизненных побед!

К 70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ. ГЕОЛОГИЯ: В СОЗИДАНИИ И ВОЙНАХ¹

Козловский Е.А. Вице-президент РАЕН, член Высшего горного Совета России, Министр геологии СССР (1975—1989), д. т. н., профессор

В 2015 г. весь мир отмечает величайшее событие XX в. — 70 годовщину победы Советского Союза и стран коалиции в Великой Отечественной войне — войне, в которой погибли миллионы воинов и безвинных жертв фашистской авантюры. Историки (в который раз!) хронологически изложат факты, объяснят суть и смысл этого гигантского события.

Ведь вторая мировая война была не только схваткой сражавшихся армий, но и ожесточённой борьбой экономик воевавших сторон. Поэтому ниже я выделил один из факторов победы — минерально-сырьевой комплекс!

К сожалению, не только положительные эмоции сопровождают воспоминания. Идет зримый процесс по переписыванию истории Великой войны. Складывается впечатление, что создаётся единый фронт по очернению и фальсификации героического прошлого нашей страны, по пересмотру итогов Великой отечественной войны.

Ведь международная обстановка нас не балует своей щедростью — любовью к России за ее прошлое, отданное не только во имя свободы Европы, но и величие нашей Родины.

При этом крайне важно, чтобы мы понимали, что национальные интересы — это высший уровень оценки всех действий! Только по нему можно определять путь и уровень развития государства, оценивать роль правительств и его умение обеспечивать независимость Государства!

Отмечая 70-летие победы в Великой Отечественной войне, мы должны помнить, что геологи - разведчики недр сделали всё, чтобы обеспечить развитие экономики на всём пути развития Государства. Это необходимо знать и использовать на новом этапе развития страны! Коротко о вехах истории.

Передовые рубежи геологии. Значительная часть предприятий горнодобывающих отраслей промышленности находилась до революции в руках иностранного капитала. Только с 1901 по 1911 г. в России были учреждены 184 иностранные компании с общим капиталом почти 300 млн р., из которых на долю нефтяной, угольной и золото-платиновой отраслей промышленности приходилось более 2/3 уставного капитала. Большая часть угольных шахт Донбасса принадлежала германским промышлен-

¹ Статья публикуется в авторском изложении.

ленникам. Владельцы частных горных предприятий предпочитали не тратить деньги на проведение геологоразведочных работ.

Исключительно низкая степень геологической изученности территории царской России обусловила и недостаточную разведанность её минеральных богатств. По данным В.И. Вернадского, к началу XX в. за рубежом использовали 61 элемент периодической системы элементов Д.И. Менделеева, а в России — только 31, из них всего лишь для 17 были известны месторождения с разведанными или предварительно оцененными запасами.

В апреле 1929 г. XVI конференция ВКП(б) утвердила первый пятилетний план, и начался период коренной перестройки всего народного хозяйства страны, что потребовало решительного изменения методов работы геологической службы для решения принципиально новых задач. В 1940 г. производство средств производства крупной промышленности выросло по сравнению с 1913 г. в 17 раз, а по отношению к 1920 г. — в 91 раз. Резко изменилась структура промышленности: в 1913 г. в России производство средств производства занимало лишь 34% ее объема, а в СССР в 1940 г. его доля составляла уже 61%, в том числе машиностроения и металлообработки — 36%.

Эти достижения стали возможными в значительной степени в результате самоотверженного труда молодой геологической службы страны, обеспечившей выявление, ускоренную разведку и подготовку для промышленного освоения многих и многих месторождений полезных ископаемых.

Большое значение для развития геологоразведочных работ на нефть имела оценка общих ее ресурсов в целом для СССР и отдельных его районов, выполненная в предвоенный период под руководством И.М. Губкина. Эта работа основывалась на обширном, научно переосмысленном фактическом материале и содержала количественную оценку ожидаемых запасов нефти, в том числе и в регионах с низкой степенью изученности.

Была осуществлена полная переоценка запасов по углю, выявлены месторождения горючих сланцев, на базе разведанных месторождений торфа действовали мощные тепловые электростанции, были значительно расширены перспективы по железным рудам известных железорудных бассейнов (Курская магнитная аномалия, Криворожский, Керченский) и отдельных месторождений (Урал, Западная Сибирь), а также выявлен и разведан ряд новых объектов (Закавказье, Урал, Сибирь и др.).

В результате систематических поисково-ревизионных работ, проведенных в годы первых пятилеток советскими геологами, в дополнение к двум ранее разработанным марганцевоносным бассейнам (Чиатурский и Никопольский), был выявлен ряд новых месторождений марган-

ца на Северном Урале (Полуночное, Березовское, Ново-Березовское и др.), а в Центральном Казахстане открыта целая марганцеворудная провинция с месторождениями осадочных и осадочно-метаморфогенных руд палеозойского возраста. На Южном Урале в Мугоджарах (Казахстан) было открыто уникальное по запасам и качеству руд Донское (Кемпирсайское) месторождение хромитов, а в Забайкалье — Шахтаминское месторождение.

В канун Великой Отечественной войны было доказано промышленное значение по молибдену ряда крупных медно-порфириновых месторождений — Коунрадского в Центральном Казахстане, Кальмакырского в Узбекистане и др. Накануне войны были открыты промышленные месторождения вольфрама, освоение которых осуществлялось в ходе продолжавшейся разведки. Это — Тырнаузское на Северном Кавказе, Акчатау в Центральном Казахстане, Лянгар, Чорух-Дайрон, Койташ, Ингички в Средней Азии, Калгутинское на Алтае, Джидинское в Забайкалье, Аляскитовое на Северо-Востоке СССР и др.

Опираясь на использование минеральных богатств, разведанных в недрах страны, горнодобывающие и перерабатывающие отрасли промышленности СССР достигли в предвоенный период значительных успехов. Всего лишь за 12 лет — трёх первых неполных пятилеток (1929—1932; 1933—1937; 1938—1940) добыча угля в стране увеличилась в 4,7 раза, нефти — в 2,7, а природного газа — более чем в 10 раз, добыча железной руды выросла почти в 5 раз, марганцевой руды — в 3,7 раза, выплавка чугуна — в 4,5 и стали — в 4,3 раза, производство минеральных удобрений — в 23 раза, цемента — в 3 раза. Значительно возрос выпуск алюминия, меди, свинца, цинка, никеля, олова, других цветных и редких металлов.

Минерально-сырьевая база в ходе войны. Отечественная война потребовала немедленного перевода советской экономики на рельсы военного хозяйства. 16 августа 1941 г. Советское правительство приняло «Военно-хозяйственный план» на IV квартал 1941 г. и на 1942 г. по районам Поволжья, Урала, Западной Сибири, Казахстана и Средней Азии, по которому предусматривалось на востоке СССР увеличение добычи угля, нефти и производства авиа- и автобензина, чугуна, стали, проката, меди, алюминия, взрывчатых материалов и боеприпасов, разнообразной военной техники.

Этим планом намечались эвакуация на восток из европейских районов страны сотен промышленных предприятий, возведение там новых электростанций суммарной мощностью 1386 тыс. кВт и строительство пяти новых доменных печей, 27 мартенов, блюминга, пяти коксовых батарей, 59 каменноугольных шахт и др. — всего на 16 млрд руб. Этот план был не только выполнен, но и перевыполнен.

Советские геологи за предвоенные годы сумели создать мощную минерально-сырьевую базу страны, обеспечив ее разведанными запасами практически всех видов полезных ископаемых, и, что особенно важно, теми, что определяют научно-технический прогресс. К началу 1940-х годов разведанные запасы увеличились по сравнению с известными до Октябрьской революции по нефти в 6 раз, углю — в 7, железным рудам — в 5,5, хромовым рудам, свинцу и цинку — в 9, марганцевым рудам — в 4, меди — в 27 раз. На долю Советского Союза приходилось более половины оцененных в то время мировых запасов железных руд и нефти. Важно подчеркнуть, что в результате проведенных в предвоенные годы геологоразведочных работ значительное количество минеральных ресурсов было выявлено на Урале и в восточных районах страны.

Новая минерально-сырьевая база обеспечила значительное увеличение добычи полезных ископаемых, создание новых крупных предприятий черной и цветной металлургии, строительной индустрии, производства минеральных удобрений. В эти годы были сооружены крупнейшие Магнитогорский и Кузнецкий металлургические комбинаты, сыгравшие заметную роль в обеспечении оборонной промышленности высококачественной сталью еще в предвоенные годы и, особенно, в период Великой Отечественной войны. Это в целом относится и к редким металлам.

Наша горнодобывающая промышленность развивалась бурными, но все же недостаточными темпами, что привело к качественному отставанию нашей военной техники от германской. Особенно четко это просматривалось в самолето- и танкостроении. Перелом наступил лишь в ходе войны, когда в полной мере стали использоваться минерально-сырьевые ресурсы восточных регионов страны, особенно по легирующим металлам и алюминию.

Вторая половина 1941 г. была временем великого перемещения производительных сил на восток. С июля по декабрь этого года были эвакуированы в восточные районы 2593 предприятия, в т. ч. 1523 крупных. Такого масштабного перемещения производственных сил, как в Советском Союзе в сорок первом году, а затем под новым натиском вермахта и в сорок втором, мировая история не знала. В эту сферу входила, естественно, и геология. Нефтяная промышленность не являлась исключением.

Война поставила перед нефтяниками две главные задачи. Во-первых, сделать все для бесперебойного обеспечения фронта и военного производства нефтепродуктами в достаточных количествах, и, во-вторых, принять все меры к тому, чтобы враг не смог добывать нефть из скважин, оказавшихся на временно оккупированной территории.

Поиски нефти и газа в Западной Сибири не прекращались даже в разгар Великой Отечественной войны. Из южных районов страны в Башкирию, Куйбышевскую, Оренбургскую и Пермскую области были

переброшены крупные поисковые и разведочные организации с опытными кадрами геологов, буровиков, с буровым оборудованием, материалами и механическими базами. Это позволило значительно усилить поисковые и разведочные работы, начиная с 1942 г. С 1941 по 1945 г. общий объем разведочного бурения достиг 427 тыс. м, что в 1,5 раза превысило объем разведочного бурения за все пятилетие с 1936 по 1940 г.

Уже в IV квартале 1941 г. на его долю пришлось 62% произведенного в стране чугуна, около половины выпуска стали и меди, почти третья часть цинка и весь выпущенный в этот период алюминий, а также никель, кобальт, магний. А к сентябрю 1942 г. выпуск промышленной продукции на Урале увеличился по сравнению с довоенным в 2,5 раза.

Усиленные эвакуированным оборудованием значительно увеличились производственные мощности металлургических предприятий. Магнитогорский комбинат принял оборудование 34-х, а Нижнетагильский, Орский и Челябинский — 13 заводов. Всего за два с половиной месяца была сооружена первая очередь нового металлургического завода в Челябинской области. Были расширены также мощности старых металлургических заводов — Златоустовского, Свердловского и др.

Для удовлетворения резко возросшей потребности в железной руде были значительно усилены геологоразведочные работы, в первую очередь в районах действующих металлургических комбинатов — Тагилло-Кушвинского, Бакальского, Магнитогорского, Орско-Халиловского и др. В Западной Сибири геологоразведочные работы на железные руды проводились в районах Кузнецкого комбината на месторождениях Горной Шории и Кузнецкого завода.

В связи с выходом из строя никелевых рудников на Кольском п-ове резко возросло значение добычи сульфидных никелевых руд в Норильском районе Красноярского края и на месторождениях силикатных руд никеля на Урале. Последние стали основной сырьевой базой Уфалейского никелевого комбината.

Из-за оккупации Украины сложилось чрезвычайно острое положение с обеспечением промышленности алюминием. В стране остался один из пяти алюминиевых заводов — Уральский, маломощный. Поэтому были приняты экстренные меры по увеличению его мощности и строительству новых заводов, и уже в сентябре 1942 г. вступила в строй вторая очередь Уральского завода.

В годы войны были расширены Джекказганский и Балхашский медно-рудные комбинаты, а вблизи последнего открыто и быстро освоено крупное Восточно-Коунрадское медно-молибденовое месторождение. Медедобывающая промышленность страны полностью обеспечивала нужды оборонных отраслей.

Основная часть добычи свинцово-цинковых руд приходилась на месторождения Рудного Алтая и Каратау (Южный Казахстан), запасы которых в военные годы были существенно увеличены.

Резко возросшая потребность в вольфраме удовлетворялась за счет месторождений Джидинское, Белухинское и Антонова Гора в Забайкалье, Мульчихинское на Алтае, Лянгарское и Койташское в Узбекистане, Чорух-Дайронское в Таджикистане.

С началом войны к ним присоединился Ингичкинский вольфрамовый рудник (Западный Узбекистан), построенный в рекордно короткий срок на базе скарновой залежи, открытой в день начала войны — 22 июня 1941 г. Молибденовые концентраты поставлялись, кроме Балхашского комбината, рудниками Умальтинским на Дальнем Востоке, Первомайским (на Джидинском месторождении) и Чикойским в Забайкалье.

Предвидя неизбежное военное столкновение с фашизмом, руководство СССР укрепляло минерально-сырьевую базу всех отраслей народного хозяйства, создавало новые центры тяжелой промышленности на востоке страны. Напоминаю, что в 1930-х гг. были открыты и разведаны такие уникальные объекты минерального сырья, как «Второе Баку» — Волго-Уральская нефтегазоносная провинция, месторождения железных руд горы Магнитная, никелевые месторождения в Мурманской области, месторождение бокситов Красная Шапочка на Урале, Колымский золотonosный район, оловорудные месторождения Валькумей и Иульгин в Магаданской области и Эге-Хайское в Якутии, Тырныаузское месторождение молибден-вольфрамовых руд в Кабардино-Балкарии, Хайдарканское месторождение ртути в Киргизии, Верхне-Камские месторождения калийных солей, Хибиногорское месторождение апатит-нефелиновых руд и многие другие.

Итак, несмотря на временную потерю крупнейших центров топливной и металлургической промышленности в европейской части СССР, подготовленные в довоенные годы запасы топливного и рудного сырья в других районах страны, а также запасы новых месторождений, ускоренно разведывавшихся уже в годы войны, позволили постепенно наращивать объемы добычи топлива и металлургической продукции (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Добыча и производство по годам, млн т						
	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1950
Добыча угля	165,9	151,4	75,5	93,1	121,5	149,3	261
Добыча нефти	31,1	33	22	18	18,3	19,4	37,9
Добыча железной руды	29,9	24,7	9,7	9,3	11,7	15,9	39,7
Производство чугуна	14,9	13,8	4,8	5,6	7,3	8,8	19,2
Выплавка стали	18,3	17,9	8,1	8,5	10,9	12,3	27,3

¹Козловский Е.А. Уроки Великой войны. 2005.

Из содержания таблицы видно, что наиболее тяжелыми и критическими в добыче угля, железной руды и в производстве чугуна и стали были 1942 и 1943 годы, а в добыче нефти — 1943 и 1944. В эти трудные годы большую роль сыграли созданные накануне войны мобилизационные запасы топлива и металла, а также уголь, нефть, руда, чугун и сталь, которые добывались и производились в восточных районах страны. Уже с 1943 г. начал расти уровень добычи угля и выплавки чугуна и стали, а с 1944 стала увеличиваться добыча нефти и железной руды. В 1945 г. одновременно с начавшимся восстановлением разрушенных врагом предприятий, происходил дальнейший рост добычи и производства топлива и металла.

Геологическое обеспечение боевых действий войск. Эффективность военно-геологического обслуживания фронтов, естественно, зависела не только от организации этих работ, но и от теоретических основ военной геологии как особой прикладной науки. Академик А.Е. Ферсман наметил следующие основные задачи военных геологов по обслуживанию фронтов Великой Отечественной войны: использование геологических данных для фортификационных сооружений, постройки убежищ, дотов и дзотов, проходки траншей и окопов; данных геологического строения местности для сооружения минных галерей и подземных складов; изучение вопросов гидрогеологии для учета водных условий в разные времена года с целью осушения и искусственного обводнения местности; гидрогеологических условий местности, поверхностных вод, источников, неглубоких водных горизонтов для водоснабжения районов расположения крупных войсковых единиц и т. п.

Обстановка потребовала жестких и быстрых решений. Срочно были созданы десятки военно-геологических отрядов (ВГО) для исследования местности, ставшей театром военных действий. Им надлежало проверять состояние поверхностных водотоков и водоемов, определять глубину залегания подземных вод, их качество, водообильность, сохранность существующих водоисточников, возможности проходимости местности, наличие месторождений минерального сырья для военного строительства (щебня, песка, гравия, глины и т.п.), оценивать леса с точки зрения использования их в качестве стройматериала, в целях маскировки, а также преодоления их танками.

Военно-геологическое обеспечение наступательных операций 1-го, 2-го и 3-го Белорусских фронтов летом 1944 г. осуществляли ВГО-1 (Е.Г. Чаповский), ВГО-5 (Г.Н. Раков), ВГО-13 (М.Ф. Нижегородов), ВГО-15 (А. А. Янковский), ВГО-16 (А.И. Шапиро).

Военно-геологическое обслуживание войск в период наступления в низовьях Кубани и на Таманском п-ове выполнял ВГО-8 под руководством П.В. Куницына и т. д.

Восстановление народного хозяйства страны. Совет Министров СССР 6 августа 1947 года поручил Госплану СССР составить Генеральный план развития народного хозяйства страны, рассчитанный на 20 лет. К работе были привлечены ученые Академии наук СССР, отраслевые научно-исследовательские институты, министерства, ведомства, республиканские плановые комиссии, местные партийные и советские органы, Совет научно-технической экспертизы Госплана СССР. О грандиозности намеченных работ можно судить хотя бы по тому, что в августе 1947 года было создано 80 подкомиссий для разработки отдельных проблем генплана.

Всего в освобожденных районах за короткий срок было восстановлено 1047 угольных шахт с годовой производительностью (в млн т): 44 угля, 13 доменных печей с общей мощностью 2,3 чугуна, 70 сталеплавильных печей на 2,8 стали, 28 прокатных станков с годовой производительностью 1,7 стального проката, восстановлено 40 тыс. км железнодорожных путей (40% от общей протяженности довоенных линий в СССР).

На долю советских геологов выпала тяжелая задача: ускоренными темпами разведать и подготовить к отработке месторождения местных строительных материалов и изыскать источники водоснабжения для восстанавливаемых населенных пунктов и промышленных предприятий, принять участие в подготовке к эксплуатации затопленных и разрушенных шахт и рудников, компенсировать разведкой запасы ряда полезных ископаемых, значительно подорванных в годы войны, и одновременно вести поиски новых источников минерального сырья, в том числе урана и алмазов.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на тяготы войны, геологическая служба страны не сворачивала своей деятельности. Об этом может свидетельствовать даже такой факт: численность персонала службы к концу войны даже несколько возросла.

В первый послевоенный период развернулись поисково-разведочные работы на уран, возобновленные еще в 1943 г. в самый разгар военного противостояния.

Второй главнейшей задачей геологической службы страны было развитие сырьевой базы нефтяной отрасли. Уже в 1943 г. отрасль стала получать значительно больше материальных и людских ресурсов. К выпуску нефтяного оборудования подключались военные заводы, было принято решение о демобилизации специалистов-нефтяников и возвращении их на прежние рабочие места. В результате принятых мер во втором полугодии 1943 г. добыча возросла на 4% по сравнению с первым полугодием.

В конце 1957 г. министр геологии СССР П.Я. Антропов создал комиссию по проверке направления геологоразведочных работ по поискам

нефти и газа в Сибири. Ее возглавил известный ученый, д. г.-м. н. А.А. Бакиров. Комиссией было одобрено усиление работ на Севере, а южная часть Западной Сибири признана неперспективной. Затем Ю.Г. Эрвье, Л.И. Ровнин, Ф.К. Салманов и много других геологов совершили гигантский профессиональный подвиг, возглавляя в течение многих лет научно-практическую работу по раскрытию потенциала Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

За сорок лет после окончания Великой Отечественной войны Советский Союз добился значительных успехов в развитии экономики. Опираясь на использование минеральных богатств, выявленных геологами в недрах страны в течение послевоенных десятилетий, добывающие отрасли СССР вышли на новые высокие рубежи (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Добыча и производство по годам, млн. т					Рост за 40 лет, раз
	1945	1955	1965	1975	1985	
Добыча угля	149,3	390	578	701		4,8
Добыча нефти (включая газоконденсат)	19,4	70,8	243	491	628	32
Добыча газа, млрд м ³	3,3	9	128	289	632	190
Добыча железной руды	15,9	71,9	153	235	247*	15,4
Выплавка стали	12,3	45,3	91	141	154*	12,5
Производство минеральных удобрений**	0,25	2,3	7,4	22	30,8*	123
Производство цемента	1,8	22,5	72,4	122	132	73

*Фактическое выполнение в 1984 г.

** В пересчете на 100% питательных веществ.

Источник: *Козловский Е.А. Уроки Великой войны. 2005.*

Этому в значительной мере способствовало наведение порядка в учете и списании запасов. Задачи сырьевого обеспечения послевоенного восстановления потребовали совершенствования ее организационной структуры.

Накануне «перестройки». К началу «перестройки» наша страна пришла со следующими показателями:

- добыча нефти с конденсатом составляла 624 млн. т (в 13 раз выше уровня предвоенного 1940 г.);
- добыча газа — 727 млрд м³ (в 227 раз);
- добыча угля — 700 млн т (в 4,6 раза);
- добыча железной руды — 251 млн т (в 8 раз);
- производство минеральных удобрений выросло в 45 раз по сравнению с 1940 г.

На 1990 г. намечался дальнейший рост добычи перечисленных выше (и других) видов минерального сырья: нефти — до 625—742 млн т, газа — до 835—850 млрд м³, угля — до 780—800 млн т и т. п.

Из истории исследования недр следует вспомнить, что единый орган исследований на протяжении значительного исторического периода обеспечивали СССР и России устойчивое развитие и завидное политическое положение в мире. Советский период с его сложной историей развития даёт основание для делового осмысления пройденного пути:

- была завершена централизация геологических и геологоразведочных работ. Она включала 50 научно-исследовательских институтов, 60 научно-производственных (в т. ч. территориальных) организаций, 30 заводов по выпуску геофизического бурового и др. оборудования;

- была создана мощная, хорошо технически оснащённая геологическая служба страны с разветвлённой сетью территориальных организаций;

- сформирована разветвлённая сеть научно-исследовательских институтов: НИИ вели исследования по 20 основным направлениям: общегеологические работы, геокатаклизмы, охрана недр, топливно-энергетические ресурсы, рудное сырьё, нерудное сырьё, подземные воды, синтез минерального сырья, методы поисков и разведки, геофизика, аэрокосмическая съёмка, глубинное изучение недр с помощью сверхглубокого бурения и геофизического зондирования, изучение ближнего и дальнего космоса, в т. ч. Луны, геоинформатика и др.

Геологическая служба Советского Союза не замыкалась на себя, она активно развивала взаимовыгодные связи со многими странами. Оказывалась безвозмездная помощь ряду бывших колоний, для них готовились кадры специалистов, заключались контракты на проведение геологоразведочных и горно-добычных работ.

К концу рассматриваемого периода на геологической карте страны уже не оставалось белых пятен: вся ее территория была заснята в среднем и мелком масштабах (до 1: 500 000), и начала реализовываться программа крупномасштабных геологических и специализированных съёмок. Этим была создана основа для дальнейших глубинных поисков, которые были обеспечены крупными теоретическими достижениями геологической науки. Результаты научно-технического прогресса в отрасли позволили осуществить программу сверхглубокого бурения, геофизических геотраверсов, аэрокосмических съёмок и др.

«Новая» Россия. Россия унаследовала от СССР положение самой обеспеченной минерально-сырьевыми ресурсами. Доля России в мировых запасах нефти составляет (в %) 13, газа — 32, угля — 11, свинца, цинка, кобальта, никеля, железа от 10 до 36 и т. д. Валовая ценность разведанных и предварительно оцененных запасов составляет около 28,5 трлн долл. США.

Минерально-сырьевой комплекс России (МСК), созданный до начала 90-х годов и обладающий более высокой устойчивостью к выживанию в условиях реформирования по сравнению с другими отраслями экономики, оказался в критическом состоянии. Тем не менее, он продолжает сохранять фундаментальное значение для народного хозяйства, сдерживая его от еще более глубокого кризиса.

Следует учитывать, что падение ВВП, промышленного и сельскохозяйственного производства в России среди экономик мира в годы экономических кризисов XX века было самых масштабным. Ни Первая мировая война с Октябрьской революцией 1917 г., ни Вторая мировая война не привели к столь значительному падению. По самым скромным подсчетам за период кризиса национальное богатство России сократилось более чем в два раза, существенно ухудшилась эффективность его использования. Так, например, ВВП России в 1998 г. снизился до 55,8% по отношению к 1989. Промышленное производство в своем падении достигло 40,9% от уровня 1990 г.

Подчеркнём, что фаза оживления в США наступила через четыре года с начала Великой депрессии (в 1933) и экономика достигла предкризисного уровня ВВП в 1937 г. — через восемь лет. России же потребовалось для этого 8 и 17 лет соответственно.

Мы отстали в экономическом развитии от многих стран. В мировом объеме производства валовой продукции наша доля составляет всего 1,5%. Еще хуже обстоят дела с высокотехнологичной продукцией, определяющей современное развитие (в %); мы производим её всего 0,3 от мирового объема, США — 36, Япония — 30, Германия — 17. Производительность труда в 3—5 раз ниже по сравнению с США и с другими развитыми странами.

Непомерный рост экспорта продукции минерально-сырьевого комплекса, наблюдавшийся в годы перестройки, негативно влияет на развитие экономики России, в частности:

— возросший экспорт минерально-сырьевой продукции при резком снижении объемов добычи не только усиливает диспропорции между производством и потреблением, но и ухудшает макроструктуру экономики, все более приближая ее к модели экспортно-сырьевого типа;

— гипертрофированное развитие экспорта топливно-энергетических ресурсов и основных ликвидных металлов повлекло за собой снижение сырьевой обеспеченности национальной промышленности и ограничило возможности ее эффективного функционирования;

— экспорт стратегических и критических видов минерального сырья не сопровождался эффективным использованием валютных поступлений в промышленном секторе экономики;

— наконец, развивается сырьевая ориентация экспорта, а это усиливает зависимость социально-экономического положения России от

цен мирового рынка и дискриминационных действий в отношении российских компаний-производителей.

Политика в сфере национальной минерально-сырьевой безопасности требует учета последствий глобализации минерально-сырьевых ресурсов и определения роли нашей страны в будущем мировом минерально-сырьевом обеспечении. Россия имеет огромные природные ресурсы, которые, с одной стороны, являются прочным фундаментом для рачительного хозяйствования, а с другой — притягательной силой для сотрудничества и лакомым куском для «новых агрессоров».

Минерально-сырьевые и другие природные ресурсы нашей страны не только главный рычаг выхода из затянувшегося кризиса и перехода к новым технологиям, но и огромная оборонительная сила. А желающие повторить агрессивный опыт Великой Отечественной войны, к сожалению, есть. И это надо помнить!

Организирующая роль государства. Мы сейчас умалчиваем о главном факторе наших побед — организующей роли государства. В конце 1994 г. на Западе появилось «Заявление нобелевских лауреатов». В числе подписантов был наш соотечественник В.В. Леонтьев. Он не устал повторять необходимость сочетания плана и рынка, убедительно доказывал, что планирование на всех уровнях — от предприятия до национальной стратегии развития экономики страны — жизненно необходимо, поскольку экономические действия, не имеющие цели, бессмысленны.

Позицию о роли государства в экономике предельно четко изложил Дж. Гэлбрейт в интервью журналу «Проблемы теории и практики управления» (№ 5, 1999): «Если брать нормальные условия, а не нынешнее кризисное состояние России, то общая формула такова: в капиталистическом обществе экономика обычно функционирует успешно, если государство контролирует около 50% ВВП».

Таким образом, возврат к государственному, но индикативному планированию основных показателей народнохозяйственного развития, как это делается во всех развитых странах, неизбежен. При этом государство должно определять и контролировать уровень цен на товары и услуги, чем, собственно, и определяется уровень «жесткости» планирования. Необходимо установить твердые цены и тарифы на энергоресурсы, топливо, нефтепродукты, услуги транспорта и другую продукцию естественных монополий, а также предельные розничные цены на потребительские товары первой необходимости, на основе государственного регулирования цен обеспечить необходимый паритет между ценами на сельскохозяйственные продукты и ценами на промышленную продукцию для АПК. Это далеко не полный перечень того, что необходимо предпринять.

Но в первую очередь России нужна новая государственная минерально-сырьевая политика, основанная на долговременной системе иссле-

дования недр, научно и организационно входящая исполнительным звеном в эту систему. Геология всегда была вперёдсмотрящей экономики. Унижения геологии связаны с некомпетентностью управления и непониманием ее роли в перспективном развитии страны. Это хроническая болезнь руководства страны, и чем скорее мы ликвидируем ее симптомы, тем скорее станем на путь внедрения новейших технологий, используя минерально-сырьевой потенциал. В этом, по всей видимости, и заключается одна из первоочередных политических и экономических задач, необходимость решения которой демонстрируют уроки не только Великой Отечественной войны, но и уровень развития нашего государства за последние 100 лет.

Возникает вопрос о прочности политической и экономической ситуации в мире и в каждом государстве, об ответственности правительств, в конце концов, их эрудиции и способностях создать условия для безопасного национального развития.

Интегративная глобализация — одна из главнейших мер, направленных на укрепление позиций Запада, прежде всего США. Введенный недавно термин «глобализация» под видом чего-то положительного и естественного — чисто идеологическая выдумка, прикрывающая то новое мироустройство, которое торопятся установить США и их партнеры на волне краха СССР. Иначе это называется гегемонией «золотого миллиарда».

Национальная безопасность — основа государства. Отсюда следует, что надо осторожно относиться к принципу национальной безопасности, понять, что пример многих государств мира говорит о том, что суверенитет государства, его целостность зависят в первую очередь от политической линии правительства и сохранения своих национальных ценностей, среди которых минерально-сырьевой потенциал (и вообще природные ресурсы) — это достояние народа, его будущее и надежда!

Вопору говорить об инновационном разгроме России, об отторжении экономической и социальной системами новшеств, изобретений, творческой активности. Это настораживает!

Между тем, финансовый кризис вошел не только в каждую российскую компанию, но и в каждую семью. Он однозначно носит системный характер: разрушает хозяйственные связи, перечеркивает начавшуюся формироваться перспективу развития страны, девальвирует национальные ценности, разрушает устои общества.

В 90-е годы, после развала Советского Союза, рынки стали глобальными — ими практически освоен весь мир. Мировая капиталистическая элита вынуждена искусственно стимулировать спрос там, где это возможно, например, путем кредитной накачки.

Как нам представляется, следует более глубоко оценивать внешнеполитические угрозы и тот «нажим», который проявляют страны Запада,

лишенные стратегических запасов полезных ископаемых, в первую очередь энергоресурсов.

Административно-правовая организация государства, ее нынешний характер, лишенный динамизма и способности адаптироваться к быстро меняющимся внутренним и международным процессам, значительно снижают уровень экономической безопасности России.

Что же следует сделать в первую очередь? Критикуя российский подход к реформированию, известный экономист Дж. Стиглиц с большой похвалой отозвался о китайском. Контраст между стратегиями (и результатами развития) двух крупнейших стран — России и Китая, считает он, является весьма поучительным. За десять лет (1989—1999) ВВП Китая почти удвоился, а в России сократился почти в два раза. В начале периода ВВП России более чем в два раза превышал ВВП Китая, в конце его он оказался меньше на треть. Дж. Стиглиц подчеркнул, что Китай сумел выстроить свой собственный путь развития без использования «рецептов» консультантов из МВФ.

Исходя из проблемы приоритетных направлений госполитики в области геологического изучения недр и воспроизводства МСБ, было бы целесообразно:

— восстановление и развитие системы стратегического изучения недр России с целью создания опережающего прироста и воспроизводства запасов полезных ископаемых за счет средств государства и недропользователей;

— коренное улучшение структуры минерально-сырьевой базы на основе усиления прогнозно-минералогических и поисково-оценочных работ на стратегические и остродефицитные виды полезных ископаемых, в первую очередь на уран, марганец, хром, высококачественные бокситы;

— продолжение работы по геолого-экономической переоценке минерально-сырьевой базы с учетом условий рыночной экономики и мировой конъюнктуры;

— создание экономических условий для совершенствования системы разработки месторождений с целью снижения потерь полезных ископаемых в недрах и их разубоживания и др.

Как следует из прогнозных построений, по большинству основных полезных ископаемых Россия в будущем может столкнуться с масштабной проблемой дефицита рентабельных запасов, если в ближайшее время не будут приняты радикальные меры в сфере отечественной системы недропользования и создания эффективных экономических механизмов.

Отсюда следует признать особую роль профессионального анализа и прогноза добычи полезных ископаемых.

Надо искать новые пути! Сейчас крайне важно «вдохнуть» в оставшиеся производственные и научные геологические организации надежду на будущее, в частности, на возрождение системы исследования недр и необходимость профессионального союза специалистов, объединенных стремлением поднять упавшее знамя Геологии — надежду и веру в мощную минерально-сырьевую базу России как составную часть национальной безопасности страны, веру в то, что труд геолога крайне необходим и чрезвычайно важен для страны!

Политический аспект — важнейшее направление. Нельзя не остановиться на главных вопросах, вытекающих из выше изложенного.

1. В России отсутствуют стратегия и философия развития государства. А между тем, они должны определять политическую, моральную и практическую деятельность правительства и его подчиненных структур. Учитывая, что мы более двух десятилетий топчемся на месте, мы и сейчас не сделали выводов из прошлого! 97% населения страны, по данным социологов, считают, что никоим образом не могут повлиять на решения, принимаемые властью, и, естественно, не несут за них ответственности. Этот возврат к схеме социального антагонизма — «мы» и «они» — лишает модернизацию шансов на успех.

Таким образом, социальный аспект, воплощение мечты своих цивилизованных императивов в обновлении и развитии России сейчас не менее важны, чем технологические и экономические нововведения.

Одной из важнейших технологий в настоящее время является алгоритм проектирования будущего. Это методы анализа трендов, предвидения будущих изменений, анализа возможных сценариев развития событий, оценки и управления рисками. Сегодня, чтобы принимать серьезные дальновидные решения в важнейших сферах жизнедеятельности — социальной, экономической, образовательной, военной, технологической и ряде других, надо заглядывать на 25—30 лет вперед.

2. Политическая линия государства должна открыть возможность стратегического экономического пути развития страны с четким представлением целей, приоритетов, региональных планов, безопасности государства и т. п. Это важнейший элемент объединения усилий народа, организаций, предприятий.

3. Особенно важно, чтобы экономическая безопасность выступала как динамическая концепция сбалансированного и устойчивого экономического развития: она определяет цель экономической политики — поставить общество на рельсы динамичного развития.

4. Вопросы национальной безопасности теснейшим образом связаны с проблемой государственного вмешательства в экономику. Только в этом контексте можно говорить о существующем признаке по обеспечению безопасности в государственной экономической политике.

5. Стало очевидным, что одним из определяющих требований к стратегическому планированию, как народного хозяйства, так и предприятия на современном кризисном этапе развития является не только планирование технико-экономических показателей эффективности управления ресурсами, но и разработка критериев и параметров многогранной экономической безопасности.

В первую очередь необходимо скорректировать Концепцию безопасности России в соответствии с новыми условиями развития общества и выработать новые приоритеты национальной безопасности с учетом обеспечения страны стратегическим минеральным сырьем и продуктом их переработки; разработать современную систему принципов, приоритетных направлений по реализации социальных реформ, направленных на обеспечение качества жизни граждан России.

Ведь прав У. Черчилль — наш системный враг: «Скопище людей превращает в нацию две вещи — общее великое прошлое и общие планы на будущее». Историки это глубоко понимают. Г. Вернадский (сын академика В. Вернадского) в обстоятельном труде «Русская история» (М.: Алграф. 1997) пишет: «Русские не просто плодовитый народ. Они — одаренный народ, чей вклад в мировую культуру в области литературы, музыки и художественного искусства, театра, балета высоко оценивается всеми, кто знаком с историей искусства не понаслышке... На рубеже XIX и XX веков Россия прошла через процесс быстрой индустриализации. В связи со специфической формой правительства, возникшего там в 1917 г., и напряженными отношениями в 1940—1950-х годах между этим правительством и западными государствами, технологический прогресс России вызывал различные чувства в западном мире — от восхищения до недоверия и страха...».

Однако главный вопрос, к сожалению, остается без ответа! Как государство, выигравшее Великую битву, опустилось в политическом, экономическом и оборонном плане до третьеразрядной страны? В чем причина, как мы потеряли огромный жизненный потенциал, и кто нас привел к этому?

Ответить перед судом истории России на этот глобальный больной вопрос просто необходимо! А, ответив на него, мы найдем, наконец, свой российский путь развития, который обеспечит нашему Отечеству стабильное экономическое развитие и высокий уровень национальной безопасности на длительную перспективу!

В конце концов, ради чего мы положили столько жизней людей в расцвете сил? Ради стойкости и процветания России — Родины, с которой мы связываем надежды на будущее!

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андриянов В., Косыгин М.* Молодая гвардия. 2003.
2. *Безмяньский А.* Особая папка «Барбаросса». М. Агентство печати Новости. 1972.
3. *Вернадский Т.В.* История. М. Алграф. 1997.
4. *Верт А.* Россия в войне 1941—1945 гг. М. Изд-во «Прогресс». 1967.
5. *Вознесенский Н.А.* Военная экономика СССР в период Великой Отечественной войны. М. ОГИЗ. 1946.
6. Геологическая разведка 1941—1945 гг. Фронт и тыл. М. АОЗТ «Геоинформмарк».
7. *Евстрахин В.А.* Минеральные ресурсы во Второй мировой войне. М. АОЗТ «Геоинформмарк».
8. *Козловский Е.А.* Разведчики недр. К 40-летию Великой Победы. Разведка и охрана недр. № 5. 1988.
9. *Козловский Е.А.* Россия: минерально-сырьевая политика и национальная безопасность. М. Изд-во МГГУ. 2002.
10. *Козловский Е.А.* Экономическая безопасность и исследование недр. Маркшейдерия и недропользование. № 5—6. 2008.
11. *Козловский Е.А.* Уроки Великой войны: геология и национальная безопасность. М. ВНИИГеосистем. 2009. 598 с.
12. *Козловский Е.А.* и др. История Великой войны. 2 тома. Инесс-Ребин. 2010. 592 с.
13. *Козловский Е.А.* Минерально-сырьевые ресурсы в экономике мира и России. М. Геоинформсистем. 2014. 660 с.
14. *Мирлин Т.А.* Минеральные ресурсы во Второй мировой войне. М. Недра. 1965.
15. *Славский Е.П.* Творцы ядерного века. М. 1998.
16. *Татарчук Ю.С., Слевченко В.К.* Ратные подвиги военных геологов. Военно-исторический журнал. 2001. № 2.
17. *Федорчук В.П.* Геологи фронту. М. Недра. 1985.
18. *Ферсман А.Е.* Геология и война. 1943.
19. Фронт и тыл: геологи Академии наук СССР в годы Великой отечественной войны. М. Наука. 1990.
20. *Шнеер А.* Воспоминания. Смоленск. Русич. 1997.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ НЕДР ЗЕМЛИ

Захаров В.Н., проф., д.т.н., e-mail: ipkon-dir@ipkonran.ru
Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г. Москва

Экологически сбалансированное и энергоэффективное развитие горно-добывающей промышленности в мире, базовым объектом которой является природно-техническая геосистема и технологические процессы техногенного воздействия на массив горных пород, исходно находящегося в природном геодинамическом, гидродинамическом и газодинамическом равновесии, с целью извлечения и последующей переработки полезного ископаемого, в настоящее время сталкивается с вызовами фундаментального характера.

В результате техногенного вмешательства человека в литосферу в недрах Земли образуется огромное количество полостей и пустот в виде отработанных шахт и карьеров, изменяется сбалансированное напряженное состояние массивов, нарушается режим подземных и поверхностных вод, деформируется и сама земная поверхность. [1, 2]

Общее количество вещества, ежегодно извлекаемого из литосферы, а также распределение его по видам полезных ископаемых, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Объем и структура добычи полезных ископаемых

	Вид сырья	Доля в общей добыче, %	Годовой объем добычи ПИ, млрд. т/г	Годовой объем добычи пород млрд. т/г	Годовой объем горной массы, млрд. т/г	Удельный объем добычи пород т/г
1	Рудное в т.ч.	14,6	72,3	484,1	556,4	6,7
	черные металлы	9,9	49,0	339,6	388,6	6,93
	цветные металлы	4,7	23,3	144,5	167,8	6,2
2	Нерудное в т.ч.	62,9	311,7	358,5	670,2	1,15
	Горная химия	4,8	23,8	41,8	65,6	1,75
	Стройматериалы	58,1	237,9	316,7	604,7	1,1
3	Энергетические в т.ч.	22,5	111,5	234,2	345,7	2,1
	Уголь	10,7	53,0	114,0	167,0	2,15
	Всего	100	495,5	1076,8	1572,3	2,17

Нарастающий технологический прессинг на природные экосистемы приводит к их быстрому и часто необратимому разрушению, которое по своим масштабам постепенно принимает глобальный характер. Общая масса вещества, извлекаемого из литосферы и включаемого в том или ином виде в оборот на земной поверхности ($1,573 \cdot 10^{12}$ т/год) составляет уже почти 85% мировой величины сухого веса биомассы всех материковых экосистем ($1,842 \cdot 10^{12}$ т) или 31% от живого веса всех животных и растений, населяющих сушу нашей планеты (табл. 1. и 2.) [1, 3].

Таблица 2

Биомасса сухопутных экосистем Земли (сухой вес/живой вес)

	Тип экосистемы	Площадь млн. км ²	Величина биомассы, x10 ⁹ Т	Удельная биомасса кг/м ²	Биологическая продуктивность	
					первичная , x10 ⁹ т/г	вторичная x10 ⁹ т/г
1	Наземные природные экосистемы в т.ч.	131	1792,9/4484,2	13,7/35,62	109/253	0,86/2,56
	Леса всех типов	48,5	1650,6/4126,9	34,0/88,4	74/184	0,44/1,3
2	Земли, используемые человеком	14	14,1/35,1	1,01/2,63	9/23	0,01/0,027
3	Водные экосистемы суши	4	30/150,5	1,7/19,3	4,5/22,5	0,042/0,21
4	Материковые экосистемы в целом	149	1837/4669,8	12,3/31,98	115/299	0,9/2,8
5	Морские экосистемы в целом	361	4,9/24,8	0,015/0,049	55/274	3/15,1
6	Общий показатель по Земле	510	1840/4694,6	3,6/9,2	170/573	3,9/17,9

Пересчитав объёмы добываемой горной массы в показатели, аналогичные показателям биологической продуктивности, можно видеть, что уже в наше время на каждый квадратный метр поверхности суши ежегодно приходится 4,08 кг только пустых пород, извлеченных при получении минеральных ресурсов, что больше чем в 5 раз превосходит удельную готовую продуктивность всех сухопутных экосистем и в 3,6 раза больше годовой удельной продуктивности естественной биоты в целом.

Парадоксальность ситуации, при этом, заключается в том, что прогрессирующая деградация природы происходит на фоне быстро растущих расходов человечества на ее охрану.

Поэтому поиск путей разрешения экологических противоречий между нарастающими потребностями общества в ресурсах недр и настоятельной необходимостью сохранения естественной биоты Земли, как определяющего фактора сохранения человечества, является сегодня первоочередной проблемой, как горных наук, так и наук о Земле в целом.

Одно из главенствующих мест в развитии мировой индустрии занимает горно-металлургический, горно-химический, строительный и

энергетический комплекс для эффективного функционирования которой человек ежегодно извлекает из недр Земли 1500 млрд. тонн руды, горючих ископаемых и строительных материалов. Индустрии добычи твердых полезных ископаемых принадлежит первое место в образовании и накоплении на поверхности планеты твердых отходов, количество которых составляет не менее 65—70% от общего объема добычи.

Ресурсы литосферы добываются для развития практически всех сфер хозяйственной деятельности. Практически весь антропогенный материальный мир построен и функционирует за счет результатов прямого или косвенного разрушения определенных участков литосферы и последующего использования полученного при этом вещества. По последним данным, минеральное сырье дает исходные материалы и энергетическую основу производству 70% всей номенклатуры конечной продукции человеческого общества.

Вся наша экономическая система состоит из людей, средств производства и материальных благ. На протяжении последних столетий ее наиболее яркой чертой был огромный количественный рост. Население росло темпами, далеко превышающими ранее известные в истории, но это беспрецедентное увеличение стало возможным только в условиях еще более быстрого расширения производства материальных благ. За последние 100 с небольшим лет народонаселение Земли возросло с 1,6 млрд. чел. до 7,2 млрд. чел.

При этом, первое удвоение населения произошло за 65 лет, а второе — за 38 лет. К 2050 году население Земли может достигнуть 10,0 млрд. чел.

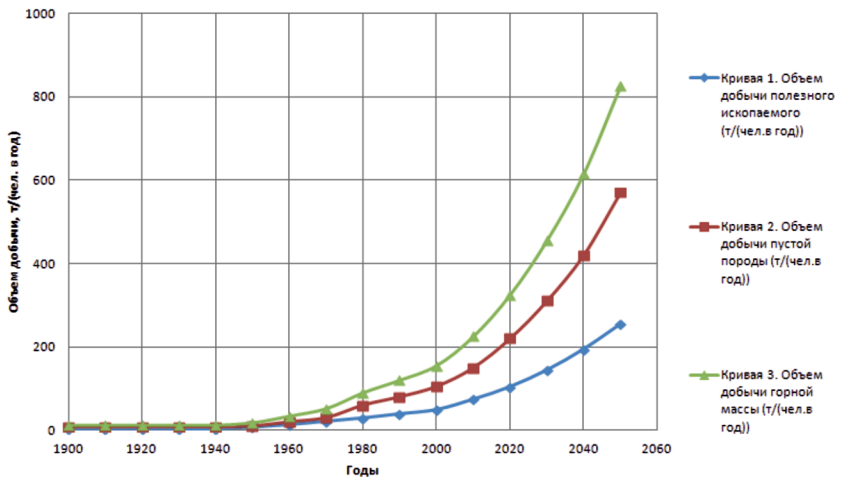


Рис. 1. Удельная добыча вещества литосферы

За этот же период добыча вещества литосферы, в пересчете на одного человека, возросла с 10 т/год до 220 т/год. (рис. 1.)

Из рис. 1 и табл. 1 также видно, что в силу геологических причин добыча собственно полезного ископаемого, имеющего хозяйственную ценность, всегда сопровождается неизбежной добычей пустых пород (кривая 2) в количестве, существенно превосходящем объем полезного ископаемого (кривая 1).

Быстрый рост экономик развивающихся стран, прежде всего Китая, Индии, Бразилии, Индонезии, Мексики, Малайзии привел к резкому росту потребления минеральных ресурсов в мире (рис. 2).

Если темпы роста потребления минеральных ресурсов сохраняться и не изменятся технологии добычи и переработки полезных ископаемых, то к 2050 году объемы извлечения горной массы из недр могут достигнуть 9000 млрд. т в год или около 900 т/(чел. в год) (рис. 1). Такого масштаба техногенного вмешательства в литосферу и объема отходов горнодобывающего производства Земля не выдержит, и мы получим экологическую катастрофу планетарного масштаба.

Отходы невозможно снова превратить в сырье иначе как путем расхода энергии, которая неизбежно перейдет в отходящее тепло, непригодное для вторичного использования. Природа может регенерировать

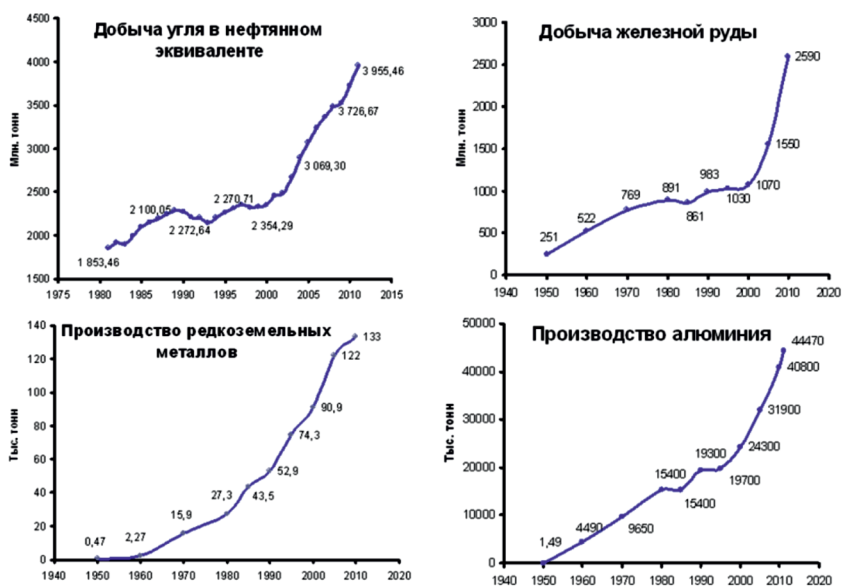


Рис. 2. Рост потребления минеральных ресурсов в мире

некоторые виды отходов, но это занимает время и создает опасность перегрузки естественных природных систем. Возможности регенерации ограничены процессом рассеяния материала и энергии, или вторым законом термодинамики. Вещество может восстанавливаться, но всегда с коэффициентом значительно меньше 100%, а энергия — вообще невозобновима. Именно поэтому, количественное и качественное развитие цивилизации всегда будет требовать того или иного уровня добычи из недр Земли минерального сырья и, прежде всего — сырья энергетического. Это подтверждается показателями роста энергопотребления в мире (рис. 3) и низкой энерго-эффективностью горнодобывающего производства особенно в России (рис. 4, 5, табл. 3.).

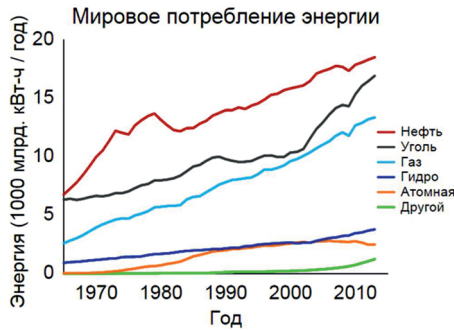


Рис. 3. Мировое потребление электроэнергии

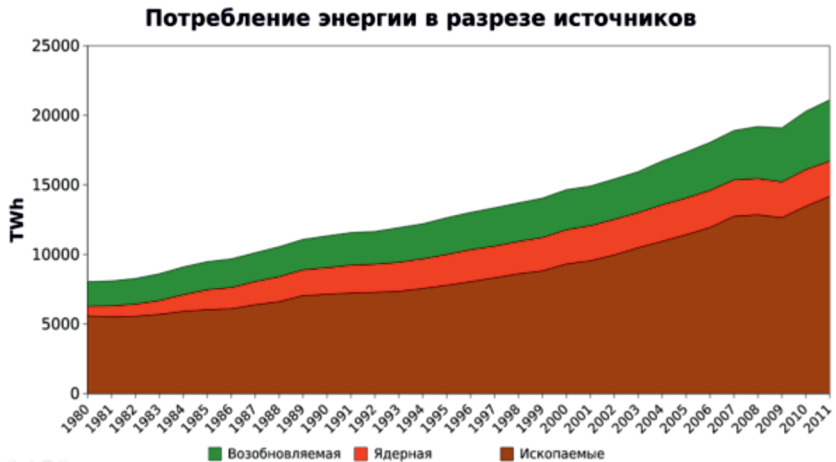


Рис. 4. Потребление энергии по типам энерго-генерации

Таблица 3

Потребление электроэнергии энергоемкими производствами по видам экономической деятельности (млрд квт.ч).

Вид экономической деятельности	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Добыча полезных ископаемых	102.9	111.1	108.7
Обрабатывающие производства	303.2	334.4	268.9
из них:	14.0	15.5	13.4
производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака			
целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность	16.5	22.9	16.1
производство кокса и нефтепродуктов	16.8	16.9	16.7
химическое производство	35.8	38.4	33.4
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	149.6	158.9	134.9
производство машин и оборудования	8.8	8.9	10.1
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	6.0	5.3	5.3
производство транспортных средств и оборудования	11.8	11.3	11.6
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	92.5	107.9	105.9

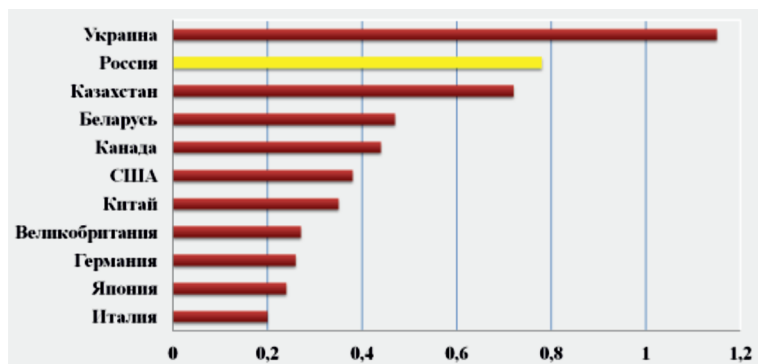


Рис. 5. Энергоёмкость ВВП стран мира, т.у.т./тыс. долл.

Поэтому вполне очевидно, что кардинальным средством сохранения естественной биоты Земли было бы повторное использования добытого сырья в рамках замкнутых циклов его обращения. Но, рассматривая структуру добычи полезных ископаемых (табл. 1) и характер дальнейшего использования каждого их вида, можно уверенно сказать, что возможности этого пути снижения антропогенного давления на породу весьма

ограничены. Наиболее существенная составная часть сырьевого потока из литосферы — нерудное сырье (в основном это стройматериалы) используется таким образом, что повторное его использование в первоначальном качестве практически невозможно. Поэтому любое увеличение потребления этих видов сырья требует пропорционального увеличения антропогенного нарушения литосферы и соразмерной с ним нагрузки на биосферу. Точно также обстоят дела и с энергетическим сырьем в силу полной невозобновимости энергии, полученной из него, однако, определенные возможности снижения техногенного давления на биоту в этом секторе добывающей индустрии все же существуют за счет повышения эффективности потребления энергии, применения энергосберегающих технологий, ограничения неконтролируемого использования энергии и стимулирования эксплуатации более «чистых» альтернативных источников энергии.

Наиболее реальные перспективы снижения экологических последствий развития минерально-сырьевого комплекса за счет регенерации продуктов, получаемых из рудного сырья, которая занимает всего 14,6% в общей добыче полезных ископаемых и 42,5% в годовой добыче горной массы. Однако возможности регенерации металлов в значительной степени ограничены технологическими и экономическими условиями, а также сроком существования изделий из этих металлов. Одновременно следует учитывать, что регенерация металлов требует дополнительного расхода энергии и поэтому экологический эффект от повторного их использования будет существенно ослаблен. Таким образом, хотя данный способ ресурсосбережения может играть важную роль в решении локальных экологических проблем, он не сможет полностью решить эти проблемы в будущем, дальнейшее развитие уровня потребления нашего общества всегда будет связано с нарастающей необходимостью получения минерального сырья из литосферы. В этих условиях построение технократической цивилизации на основе экстенсивного процесса проживания накопленных в ходе развития планеты запасов вещества и энергии связано с рядом значительных проблем.

В первую очередь это обусловлено неравномерностью распределения минеральных ресурсов на нашей планете и объемами потребления странами с различным уровнем технологического развития (табл. 4.).

Во-вторых, это степень ориентированности экономик стран мира на минерально-сырьевой сектор (рис. 6.).

Из представленных данных по росту энергопотребления, увеличению добычи минерального и энергетического сырья их запасы, по крайней мере, в технологически доступной части, будут постепенно оскудевать и в перспективе — исчерпаются. Замена ресурсов продлит их жизнь, но не создаст новых ресурсов. Кроме того, поскольку человек является

Таблица 4

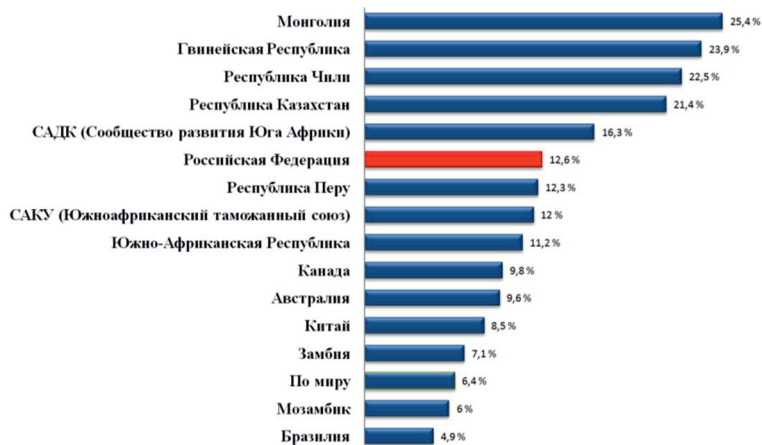
Наличие мировых ресурсов и их потребление, %

Страны	Население	Наличие ресурсов	Потребление ресурсов
США	5	6	40
ЕС	15	10	40
РФ	3	25	5
Остальной мир	77	59	15
Весь мир	100	100	100

Распределение запасов минерально-сырьевых ресурсов и народонаселения*

Виды минерального сырья	Количество стран ^{*)}	Доля населения от мирового, %	Доля запасов от мирового, %
Нефть	14	32,6	85,0
Газ	6	9,0	66,7
Уран	7	5,0	80,0
Уголь	7	46,0	78,0
Железные руды	7	33,0	69,0
Марганцевые руды	8	7,5	88,0
Медь	7	29,0	63,0
Никель	5	4,0	84,0
Свинец	8	29,0	69,0
Цинк	10	42,0	87,0
Вольфрам	5	25,0	83,0
Молибден	6	25,0	75,0
Фосфатное сырьё	8	9,0	81,0

*Учтены страны с долей собственных запасов от мировых более 1%



Источник: данные конференции Организации Объединенных Наций о торговле и развитии (ЮНКТАД/UNCTAD)

Рис. 6. Вклад добывающей промышленности в ВВП в 2010 году

единственным биологическим видом, живущим вне рамок бюджета солнечной энергии, он неизбежно выйдет из равновесия с остальной частью биосферы, которая на протяжении длительной эволюции приспособилась к фиксированному потоку солнечной энергии. Вполне естественно, что такое несоответствие способов получения энергии должно привести рано или поздно к реакции литосферы Земли в самых неблагоприятных для человека формах. Сырье литосферы, безусловно, придется расходовать, но этот процесс должен обрести такую форму, чтобы платой за развитие человеческой цивилизации не стало бы полное уничтожение естественной биоты Земли.

Применяемые в настоящее время геотехнологии при разработке месторождений полезных ископаемых имеют ряд общих недостатков, определяющих основные негативные последствия техногенного воздействия на литосферу Земли.

К таким недостаткам следует отнести:

1. Недопустимо высокое соотношение степени нарушенности массива горных пород (объемы извлекаемой горной массы) и полезных объемов минерального сырья (1—7 т. породы/т.п.и).

2. Гигантские объемы энергии, затрачиваемые на разрушение, перемещение и переработку горной массы в полезный продукт.

3. Складирование неиспользуемых отходов переработки на земной поверхности.

4. Нарушение природных гидродинамических режимов поверхностных и подземных вод, снижение и нарушение плодородия почв, изъятия из оборота громадных территорий.

5. Загрязнение больших объемов воды используемой в технологических процессах добычи и переработки.

6. Загрязнение поверхности Земли и атмосферы побочными продуктами горно-добывающего и перерабатывающего производства — твердыми частицами, в том числе наноразмерного диапазона с неизученными закономерностями поведения и отрицательного влияния на биосферу и атмосферу.

Приведенный анализ развития и функционирования горно-добывающего комплекса показывает существующие тенденции и вызовы в дальнейшей эволюции человеческой цивилизации на Земле.

Самое основное и очевидное противоречие при таком подходе заключается в том, что ресурсы и энергию, затрачиваемые на охрану природы, человек может получить только путем техногенного разрушения части этой природы, и прежде всего литосферы Земли.

Разрешение этого противоречия возможно путем изменения парадигмы совместного развития техно- и биосферы и перехода от доминирующей сегодня концепции их разрушающего взаимодействия к кон-

цепи коэволюции антагонистических систем на основе создания и применения экогеотехнологий комплексного освоения минеральных ресурсов литосферы. [1, 4]

Это означает, что неизбежным техногенным разрушениям биосферы придется биологически обратимый характер, позволяющий локализовать эти разрушения во времени за счет разного его масштаба при развитии техногенных и биогенных процессов. Причем проблема эта — комплексная и содержит в себе две составляющие, тесно взаимосвязанные по конечной цели:

— создание, на основе познания законов развития живой природы, системы показателей, регламентирующих величину внешних нагрузок на литосферу горнотехнических геосистем;

— создание, на основе познания законов развития техносферы, технических норм и технологий, позволяющих управлять уровнем внешних воздействий в биологически обоснованных диапазонах.

Главной задачей и объектом исследования становится не только изучение факта техногенного воздействия того или иного производства на природу, но и поиск путей устранения причин этого воздействия, посредством целенаправленного выбора и создания технологий, позволяющих не превышать допустимого порога возмущения естественной биоты.

Техническая составляющая этих систем включает в себя весь комплекс действий по извлечению из литосферы, только той части её вещества, которое необходимо для существования и развития современной технократической цивилизации на данном этапе развития.

Для разработки экологически сбалансированных и энерго-эффективных геотехнологий в ИПКОН РАН ведутся исследования по получению новых знаний о физико-механических, механо-химических, термодинамических, структурных, минералогических свойствах горных пород и минералов. Выполнение циклов исследований и разработок новых технологий, технологических процессов и оборудования для получения всего спектра продуктов минерально-сырьевого комплекса с экологически приемлемым уровнем вмешательства в литосферу Земли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Бурцев Л.И. «Экологические проблемы освоения недр при устойчиво развитии природы и общества» М. Научтехиздат, 2003, 261 с.
2. Комарова Н.Г. «Геоэкология и природопользование» М. Издательский центр «Академия», 2007, 192 с.
3. Реймерс Н.Ф. «Природопользование» М. «Мысль», 1990, 638 с.
4. Моисеев Н.Н. «Человек и ноосфера» М, «Молодая Гвардия», 1990, 351 с.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ БАЗИС ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Н. Дмитриевский

Академик РАН, Директор Института проблем нефти и газа РАН

Нефтяная и газовая промышленность России на рубеже двух веков оказалась перед невиданными вызовами, которые создают необходимость смены парадигмы технологического развития нефтегазового комплекса России. Сейчас нефтегазодобыча в традиционных регионах, представляющих основные объёмы нефти и газа, характеризуется:

- концентрацией нефтедобычи на месторождениях с высокопродуктивными запасами;
- резким уменьшением доли активных и увеличением доли трудноизвлекаемых запасов нефти;
- снижением среднего коэффициента нефтеотдачи, как по отдельным регионам, так и по стране;
- завершением эпохи месторождений-гигантов с уникальными запасами нефти и газа, эксплуатация которых началась в 60-е и 70-е годы;
- стремительным истощением запасов дешёвого сеноманского газа традиционных месторождений Западной Сибири;
- исчерпанием нефтегазовых запасов на глубинах до 3 км.

Особенно большие трудности возникли в нефтяной промышленности. Ни одна нефтедобывающая страна не решала в относительно короткий отрезок времени столь кардинальных и масштабных проблем. Нас подвело, как всегда, наше богатство: это огромное число крупных и гигантских месторождений с легкой маловязкой нефтью, размещающейся в природных резервуарах с высокоёмкими коллекторами. Для подобных месторождений была создана тщательно отработанная технология поддержания пластового давления, что давало возможность оставлять «до лучших времён» часто очень крупные месторождения, но с параметрами, не позволяющими использовать эту технологию. И вот такие времена наступили, но они оказались не лучшими, особенно для реализации догостоящих технологий в условиях мирового финансового кризиса.

Поиск и разведка месторождений нефти и газа

Естественное истощение традиционных месторождений, как правило, на глубинах, не превышающих 2000—3000 м, вызывает необходи-

мость масштабного промышленного освоения глубин 3—5 км, а в некоторых регионах 5—7 км.

Большие глубины — это более сложные горно-геологические условия, иная флюидодинамика, развитие изменённых катагенетическими преобразованиями коллекторов нефти и газа, это более высокие температуры и давления. Необходимы новые научно-технические и технологические решения как для обоснования нефтегазоносности глубин 7—10 км, так и для возможности реальной нефтегазодобычи с этих глубин.

В последние годы накоплены убедительные доказательства достаточно широкого распространения флюидонасыщенных зон в литосфере. Геофизическими работами на глубинах 10—25 км установлены аномалии, характеризующиеся инверсиями сейсмических скоростей, изменениями электропроводности пород и другими эффектами. Эти аномальные зоны, представляющие собой трещиноватые породы, заполненные флюидами, предложено называть коровыми волноводами (КВ). Описаны механизмы дилатансии и компакций, которые реализуются в коровых волноводах. Дилатансионный эффект связан с раскрытием трещин и заполнением КВ флюидами, в том числе глубинными углеводородами. В режиме компакций флюиды в большей или меньшей степени выжимаются из корового волновода и перемещаются в сторону меньших давлений в верхние горизонты земной коры, активно «промывая» осадочную толщу. Подобные процессы обеспечивают эффективный сбор микро-нефти в залежи. При этом в формирующемся месторождении могут аккумулироваться как нефть и газ органического происхождения, так и глубинные углеводороды (рис. 1).

Накоплен обширный фактический материал, свидетельствующий о полигенности нефти и газа. Речь идёт не только о возможности биогенного и абиогенного генезиса углеводородов, но и, что самое главное, о подчинённости любых процессов образования нефти и газа глобальным процессам энергетики, динамики и дегазации Земли. Верхние горизонты земной коры, в пределах которых размещаются разрабатываемые сегодня месторождения нефти и газа, являются объектом воздействия экзогенных и эндогенных процессов, из проявлений которых возникают атмосферно-биосферно-литосферные взаимодействия. Всё это находит отражение в специфике нефтегазообразовательных процессов и особенностях формирования месторождений углеводородов. В концепции полигенеза определяющая роль в реализации процессов нефтегазообразования отводится энергетическому и флюидному потенциалу Земли. В самом деле, эндогенные энергетика и флюидодинамика являются определяющими факторами как в созревании органического вещества, образовании микро-нефти и сборе её в залежи, так и в минеральном синтезе углеводородов. Очевидны преимущества гипотезы полигенеза нефти и

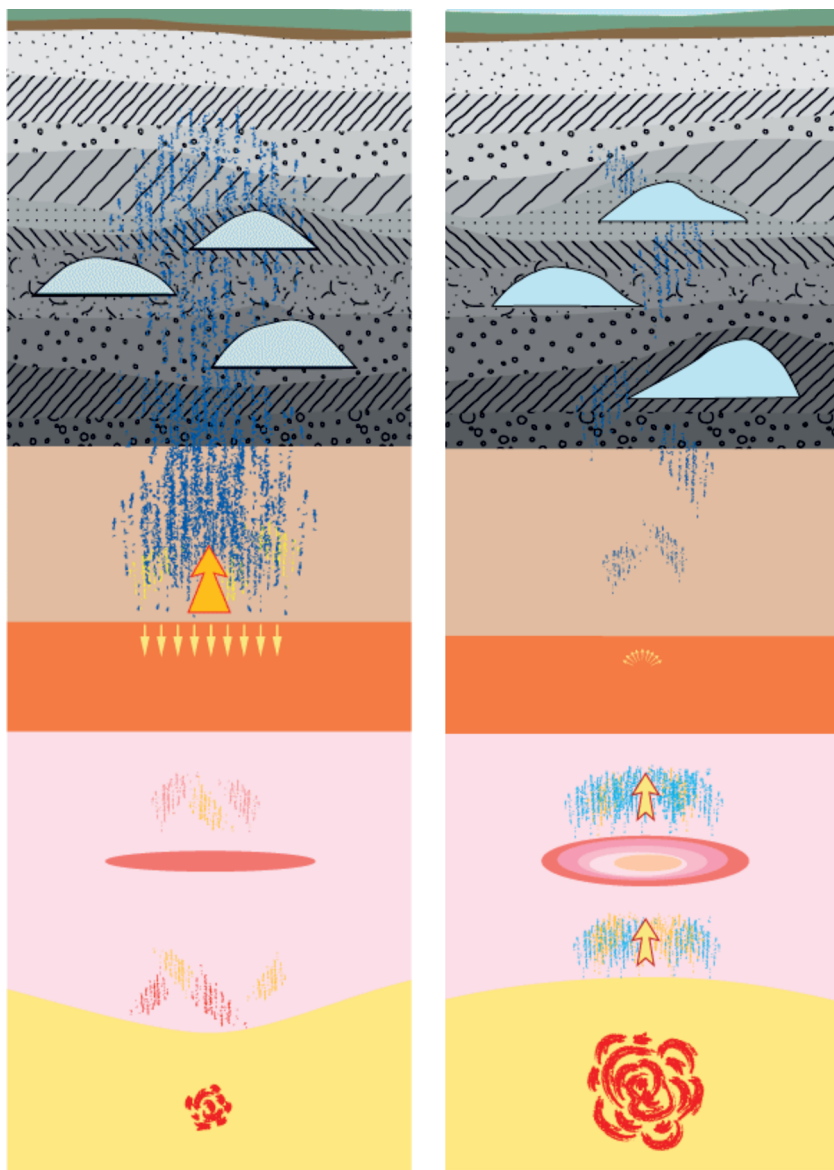


Рис. 1. Механизм «работы» корового волновода

газа: она позволяет представить процесс образования углеводородов не с позиций противоборствующих антагонистических направлений биогенного и абиогенного генезиса, а с позиций единого процесса образования углеводородов, что даёт возможность установить влияние на него экзогенных и эндогенных факторов, увязать процессы преобразования органического вещества в диа- и катагенезе с эндогенными энергетическими и флюидодинамическими процессами, оценить влияние флюидонасыщенных зон Земли на особенности формирования месторождений нефти и газа в земной коре.

Коровые волноводы и аналогичные по свойствам структурно-вещественные образования имеют достаточно широкое распространение. Это диссипативные структуры, формирование которых обеспечивается эндогенным потоком энергии и флюидов. Режим «работы» коровых волноводов можно охарактеризовать как долговременный ритмичный механизм доставки глубинных флюидов в осадочный чехол.

Триасовые и пермтриасовые отложения широко распространены на территории Западной Сибири. Их мощность во впадинах, котловинах и прогибах превышает 5 км. Есть основания полагать, что продуктивные залежи будут открыты и в более глубоких горизонтах Западной Сибири.

Глубокие скважины Ен-Яхинская № 7, Тюменская № 6, Ен-Яхинская № 496 доказали возможность сохранения в условиях АВПД высоких коллекторских параметров (пористость до 18—20%) со значительным насыщением пород углеводородными газами на значительных глубинах (8250 м, 7502 и 160 м соответственно).

Образование и развитие гигантского Астраханского месторождения связано с движением флюидов по разломам, трассирующим надвиги кряжа Карпинского. Характер флюидных процессов в глубоких разломах зависит от последовательно чередующихся процессов дилатансии и компакций в коровых волноводах. Расчёты показали, что при сдвиге в режиме дилатансии в разломе возникают такие отрицательные давления, которые создают мощный эффект нагнетания флюидов. В результате автоколебательных процессов в разломных зонах и коровых волноводах флюиды устремляются в окружающий массив пород (рис. 2).

В 1997 г. в пределах Астраханского карбонатного массива по предложению учёных Института проблем нефти и газа РАН и Геологического института РАН было начато поисковое бурение на глубокие горизонты. С этой целью были введены в бурение пять глубоких скважин. Одна из этих скважин на правом берегу Волги явилась первооткрывательницей газоконденсатного месторождения в каменноугольных отложениях. В скважине Девонская-2 в карбонатно-терригенном комплексе среднего девона на глубине 6850 м в 2001 г. были получены притоки углеводородов. Это открытие позволяет рассматривать Астраханский карбонатный

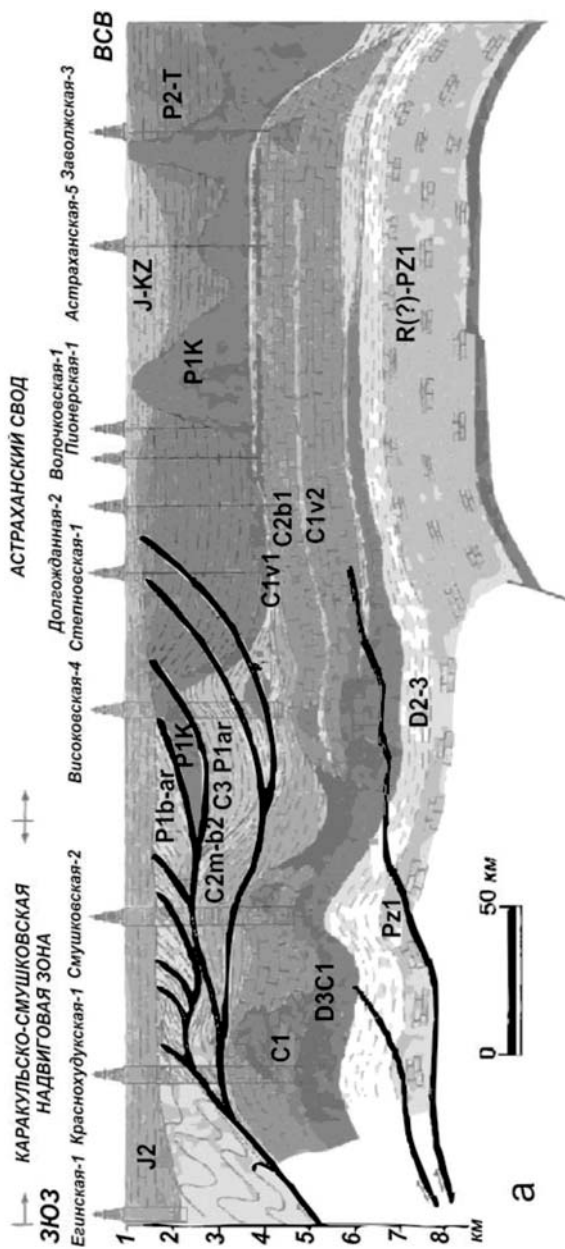


Рис. 2. Профильный разрез Астраханского газоконденсатного месторождения

массив как единое гигантское месторождение с уникальными запасами углеводородов. В связи с этим становится актуальной проблема формирования месторождений со столь высокой плотностью запасов.

Положительные результаты бурения на Астраханском массиве, с учётом уже имеющихся сведений, указывают на региональную нефтегазоносность девонского комплекса Прикаспийской впадины. Именно с этих позиций следует пересмотреть прогнозную оценку УВ-потенциала, направление поисковых работ, региональных и научных исследований.

Разработка месторождений нефти и газа

На сегодняшний день из недр планеты извлечено около 150 млрд. т нефти. На долю России приходится почти 18 млрд. т. Мировая практика показывает, что с помощью технологий поддержания пластового давления добывается около 30% нефти. В нашей стране на долю технологий заводнения приходилось более 99% добычи. Вывод: в отличие от мировой практики, наши нефтяники отдавали предпочтение единственной, но чрезвычайно эффективной, технологии поддержания пластового давления. Но эта технология демонстрирует свою максимальную эффективность при добыче высокопродуктивных запасов лёгкой маловязкой нефти, хорошо подходящей для хранения в резервуарах с прекрасными коллекторскими свойствами. Из 45 млрд. т добытых мировых запасов этой нефти на долю России приходится почти 40%. Подобная практика обеспечила более высокие, чем среднемировые, темпы развития нефтедобычи в нашей стране. Однако результаты были достигнуты за счёт эксплуатации самых ценных нефтяных запасов. К настоящему времени их доля снизилась до 30%. Это означает, что в стране заканчивается время дешёвой нефти и наступает новый этап в развитии российской нефтедобычи, который характеризуется всё более возрастающей долей трудноизвлекаемых запасов (рис. 3).

Для кардинального изменения ситуации в нефтяной промышленности необходимо пополнить запасы активной нефти и создать эффективные технологии добычи трудноизвлекаемых нефтяных запасов. Первая задача может быть решена в результате активизации геологоразведочных работ в новых регионах (Восточная Сибирь, арктический шельф) и интеллектуального, а затем и промышленного освоения больших глубин. Ухудшение структуры запасов можно компенсировать масштабным использованием современных инновационных методов увеличения нефтеотдачи — тепловых, газовых, химических, микробиологических и быстрого наращивания масштабов их применения.

Негативные изменения структуры сырьевой базы, связанные, прежде всего, с увеличением доли трудноизвлекаемых запасов, могут резко

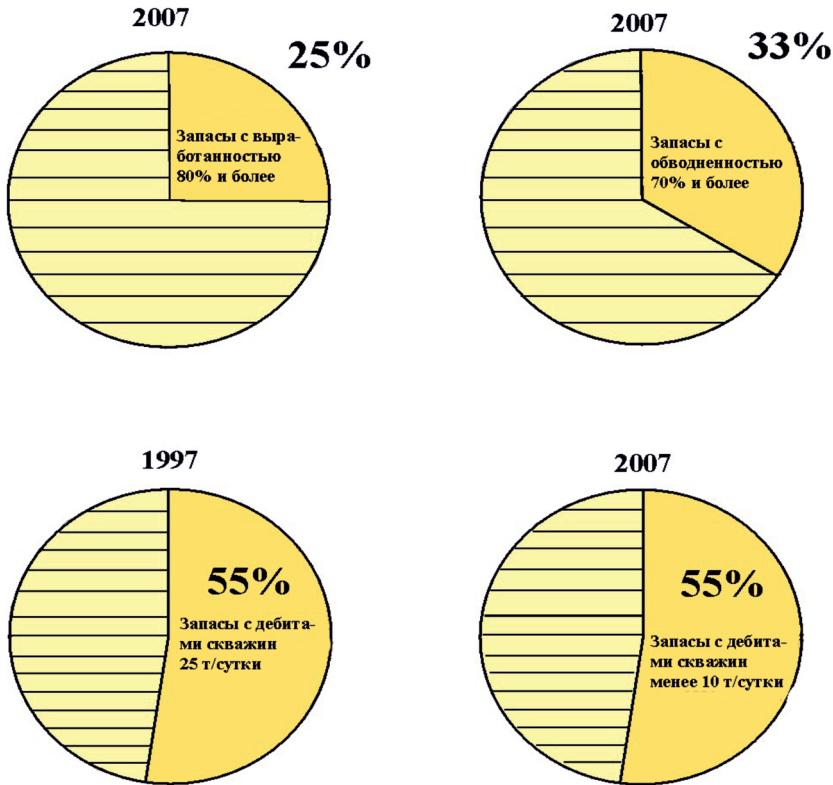


Рис. 3. Структура запасов нефти (по данным компании «Роснефть»)

снизить добычу нефти в ближайшей перспективе. В рамках программы «Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности» учёные нашего института совместно с учёными академических и отраслевых институтов работают над реализацией инновационной программы развития отрасли, которая предусматривает:

- создание и освоение технологий и оборудования, обеспечивающих высокоэффективную разработку трудноизвлекаемых запасов нефти для условий низкопроницаемых и анизотропных коллекторов, высоковязких нефтей и битумов, остаточных запасов нефти обводнённых зон, запасов нефти с газовыми шапками;
- совершенствование существующих и создание новых методов воздействия на пласты с целью наиболее полного извлечения углеводородов;

- создание вытесняющих агентов с заданными свойствами;
- развитие новых научных основ моделирования процесса разработки нефтяных месторождений и создание конкурентноспособных технологий нового поколения;
- создание новых интегрированных технологий воздействия на нефтяные пласты, основанных на синергическом использовании физических, гидродинамических, термодинамических, механических и физико-химических эффектов;
- совершенствование конструкций скважин, в частности, горизонтальных скважин с круговыми траекториями небольшого радиуса (100—200 м);
- глобальный мониторинг коллектора: непрерывное наблюдение за параметрами призабойной зоны продуктивного пласта с последующим построением карт, отражающих особенности изменения параметров коллектора; объёмный мониторинг, при котором (благодаря специальным конструкциям колонн) забой скважин можно рассматривать как электроды, «вживлённые» в тело пласта.

Особое внимание при реализации этой программы уделено созданию научных основ новых инновационных технологий добычи тех категорий нефти, которые преобладают в структуре трудноизвлекаемых запасов. Прежде всего, это месторождения с тяжёлой высоковязкой нефтью и обводнённые месторождения.

Созданы научные основы новых эффективных технологий разработки месторождений с тяжёлыми вязкими нефтями. Технология базируется на «фрактальной» модели, которая объясняет динамические свойства нефти, в том числе колебательный характер релаксации вязкости.

Полученные технологические решения позволяют целенаправленно уменьшать вязкость тяжёлых нефтей, эффективно осуществлять сепарацию воды, нефти и газа, предотвращать рост асфальто-смоло-парафиновых отложений.

Понимание механизмов снижения вязкости нефтей даёт возможность обосновать выбор эффективных интегрированных технологий извлечения высоковязких нефтей (парогазовое воздействие на залежь, высокочастотный электромагнитный разогрев околоскважинной зоны пласта с последующим применением растворителя и др.).

Как известно, абсолютное большинство месторождений нефти в нашей стране эксплуатируются с использованием технологии поддержания пластового давления. При этом обводнённость месторождений, то есть количество воды в добываемой продукции, превышает 70%, а на некоторых месторождениях достигает 96—98%. При длительном использовании технологии поддержания пластового давления вода выбирает наиболее проницаемые пропластки, обходя менее проницаемые участки,

зоны, линзы, где как бы «законсервированы» значительные запасы нефти. Для добычи этой нефти надо направить потоки воды в слабопроницаемые пропластки и зоны.

Учёными Института проблем нефти и газа РАН разработана полимерно-гелевая система «Темпоскрин». Новая технология физико-химического воздействия «Темпоскрин» предназначена для получения дополнительной нефти и снижения обводнённости добываемой продукции на месторождениях сложного геологического строения с неоднородными песчано-глинистыми коллекторами, эксплуатируемых с применением методов заводнения и вступивших в позднюю стадию разработки с высокой обводнёностью добываемой продукции. Это технология нового поколения. «Темпоскрин» относится к категории так называемых «умных» реагентов. Система избирательно воздействует на высокопроницаемые обводнённые пласты и устремляется в пропластки с максимальной скоростью вытесняющей нефть воды, снижая проницаемость этих пропластков, что обеспечивает выравнивание профилей приёмистости скважин и пласта, изменяет фильтрационные потоки. Подобные процессы приводят к снижению обводнённости добываемой продукции, увеличению объёмов добытой нефти и повышению нефтеотдачи продуктивных пластов. Технология испытана на 34 нефтяных месторождениях России, Казахстана и Азербайджана. К настоящему времени выполнено более 1000 операций со скважинами.

Выявлены физические механизмы снижения обводнённости нефти при волновом воздействии на продуктивные пласты, находящиеся на поздней стадии разработки. Показано, что волновое воздействие активизирует процесс разгрузки избыточных напряжений, накапливающихся в горной породе при разработке залежи, что, в свою очередь, приводит к некоторому перераспределению локальных фильтрационных потоков и большему охвату пласта заводнением. Полученные результаты могут быть использованы для планирования рационального применения технологий волнового (вибросейсмического) воздействия на продуктивные пласты.

Не менее сложная ситуация сложилась в газовой промышленности России. Более 30 лет основная добыча газа в стране обеспечивалась за счёт базовых месторождений-гигантов Западной Сибири — Уренгойского, Ямбургского, Медвежьего, которые вступили в стадию падающей добычи и характеризуются постоянным снижением пластового давления. Добыча газа из сеноманских залежей этих месторождений ежегодно снижается на 20—25 млрд. м³. В то же время остаточные запасы так называемого низконапорного газа превышают 3 трлн. м³.

Сотрудниками института проводятся работы по созданию эффективных технологий извлечения остаточных гигантских запасов сеноманского газа, которые включают:

- научно-методическое обоснование оценки запасов низконапорного газа;
- разработку методологических основ создания системы управления и регулирования эксплуатации месторождений в период падающей добычи;
- создание и внедрение новых технологий, обеспечивающих интенсификацию добычи низконапорного газа;
- разработку научных основ эксплуатации газовых скважин в осложненных условиях (низкие пластовые давления, песчаные пробки, наличие воды и песка в потоке газа и др.);
- разработку новых технических средств и технологий добычи и компримирования газа, позволяющих существенно снизить величину давления на завершающей стадии эксплуатации с целью повышения конечной газоотдачи;
- создание новых технологий экологически безопасной эксплуатации месторождений в период падающей добычи;
- проведение фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований по изучению особенностей движения газожидкостных смесей в пористых средах, вертикальных и горизонтальных трубах, механизма защемления газа внедряющейся водой и вытеснения воды газом в пористых средах, условий и механизма разрушения пласта-коллектора при различных геолого-промысловых характеристиках;
- создание опытных полигонов на объектах добычи сеноманского газа Западной Сибири (в первую очередь на месторождении Медвежье) для апробации новых технических средств и технологий извлечения низконапорного газа.

Математическое моделирование течения дисперсно-кольцевого потока газожидкостной смеси в кольцевом канале позволило создать технологии, обеспечивающие подготовку к транспорту низконапорного газа на устье скважины. Добыча низконапорного газа сопровождается выносом больших объёмов воды. Предложена конструкция трёхступенчатого конического сепаратора, который обеспечивает эффективное отделение воды от газа.

Не менее важной проблемой является добыча газов, содержащих сероводород. Доказанные запасы газа Астраханского газоконденсатного месторождения превышают 3,2 млрд. м³. Основная особенность месторождения — повышенное содержание сероводорода. На долю H₂S приходится более 25%. Для отделения сероводорода от метана построен газохимический комплекс, производительность которого 12 млрд. м³. Эти объёмы определяют и темпы добычи газа.

Открытие по прогнозам ученых РАН трех новых месторождений в пределах Астраханского карбонатного массива позволило увеличить запасы газа до 0,5 трлн м³. Однако увеличение добычи сдерживалось отсутствием эффективных технологий сепарации сероводорода от основной метановой продукции.

Совместно с НТЦ «ЭНГО» разработана оригинальная сверхзвуковая «3S»-технология сепарации углеводородных смесей. Технология базируется на современной аэродинамике, газовой динамике, теории ударных волн, термодинамике и теории фазовых превращений углеводородных смесей. «3S»-технология обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными технологиями сепарации углеводородов из природного газа. Она используется для решения следующих задач газовой промышленности: подготовка газа к транспортировке (дегидратация и выделение тяжёлых углеводородов); сепарация пропан-бутана; сепарация сероводорода и углекислого газа от метана; выделение этана; сжижение сероводорода. Решение проблемы сепарации сероводорода непосредственно на устье скважины, низкая стоимость установки (она в десятки раз меньше стоимости завода) позволят существенно увеличить добычу газа в пределах Астраханского карбонатного массива.

Ресурсы метана в газогидратных месторождениях превышают на порядок совокупные запасы газа всех открытых на сегодняшний день месторождений. Добыча газа из гидратных месторождений, несмотря на некоторое продвижение, до сих пор рассматривается как проблема отдалённого будущего. Предложен новый подход, который может быть основой будущей технологии разработки гидратных залежей. Экспериментальные исследования показали возможность замещения метана газовых гидратов углекислым газом. Получены оптимальные режимы вытеснения и измерены характерные времена процесса. При этом одновременно решается проблема консервации гигантских объёмов углекислого газа, который, как известно, существенно влияет на темпы глобального потепления.

Инновационные технологии должны отвечать требованиям эффективного развития нефтегазового комплекса и сочетать высокие темпы отбора нефти при разработке месторождений с рациональным использованием запасов углеводородного сырья. Они должны исключить обводнение скважин, резкое падение пластового давления, дегазацию нефти, а также обеспечить возможно более длительное сохранение фазовой проницаемости и максимальную степень извлечения нефти.

Разработаны новые принципы 3D геологического и гидродинамического моделирования процессов разработки месторождений нефти, газа и конденсата с трудноизвлекаемыми запасами, учитывающие неоднородность и анизотропию коллекторских свойств, характер смачивае-

мости породы флюидами, гистерезис капиллярного давления, неньютоновскую реологию нефтей, структуру и распределение остаточной нефти.

Развита обобщённая термогидродинамическая теория многофазной фильтрации углеводородных смесей как основа для внесения новых знаний в гидродинамические модели разработки месторождений углеводородов и новые импортозамещающие отечественные программные продукты.

Уникальные возможности компьютерных технологий позволяют обеспечить значительное продвижение в развитии методов трёхмерного гидродинамического моделирования и адекватной имитации жизненного цикла разработки нефтяных и газовых месторождений. В сочетании с интегрированным мультидисциплинарным подходом к проблемам разработки месторождений подобное моделирование и мониторинг его реализации позволяют получить эффект, сравнимый или превышающий результаты применения «третичных» методов повышения нефтеотдачи пластов.

Новым направлением в физико-химической гидродинамике является теория неустойчивых режимов течений газоконденсатных и газонефтяных смесей. Теоретически доказано, что при фильтрации газожидкостных смесей с фазовым переходом в рамках классических моделей возникают области, где трудно принять окончательные решения. Эти области на практике приурочены к околоскважинным зонам газоконденсатных и нефтегазовых месторождений. В областях неустойчивости возникают разнообразные неклассические режимы течений осциллирующего характера. Эффекты неравновесности фазовых переходов, капиллярной релаксации и другие, обычно пренебрежимо малые, в областях неустойчивости начинают играть доминирующую роль. Развита теория позволяет описать осцилляторные режимы работы скважин, наблюдающиеся на практике, и разработать новые методы исследования газоконденсатных скважин.

С помощью различных критериев хаотизации исследуется динамика переходов «хаос — порядок» в процессе эксплуатации месторождений. Это позволяет создать методы контроля состояния системных связей и разработать технологии управления энергетикой месторождения.

Сочетание этих исследований с современными методами анализа шумовой составляющей временных рядов технологических параметров даёт возможность разработать эффективный комплекс диагностики природных резервуаров в процессе эксплуатации месторождений нефти и газа для оптимального управления процессом разработки. При этом определяется эволюция во времени именно тех параметров пласта и углеводородной системы, которые ответственны за динамику многофаз-

ной фильтрации. Подобный подход позволяет оценить эффективность применения вторичных методов при разработке месторождений.

Фундаментальные работы показывают возможность перехода от традиционных технологий разработки нефтяных и газовых месторождений к созданию технологий управления энергетикой месторождения, механизмов и способов управления углеводородной системой. При этом необходимо сохранить первоначальные условия неустойчивого равновесия системы, формировавшейся миллионы лет и позволяющей максимально использовать собственную энергию системы, контролировать, а возможно, и управлять фазовым состоянием углеводородной системы.

Современный этап развития учения о нефти и газе переживает переломный момент. Он вызван невиданным размахом компьютеризации и информатизации всей инфраструктуры, связанной с поиском, разведкой и разработкой нефтяных и газовых месторождений, внедрением достижений фундаментальных разработок в технику и технологию добычи, транспорта и переработки нефти и газа, что дает возможность перейти к инновационному этапу развития нефтяной и газовой промышленности России.

ДИНАМИКА, РЕСУРСЫ И ФАКТОРЫ РИСКА КРИОЛИТОЗОНЫ АРКТИКИ

В.П. Мельников^{1,4}, Д.С. Дроздов^{2,3,4}, В.В. Пендин³

¹Тюменский научный центр СО РАН (Тюм. НЦ СО РАН)

²Институт криосферы Земли СО РАН (ИКЗ СО РАН)

³Российский Государственный геологоразведочный университет
(МГРИ—РГГРУ)

⁴Тюменский государственный нефтегазовый университет (ТюмГНГУ)

Введение

Положение Земли в Солнечной системе и появление у нее в геологическом прошлом атмосферы создали условия, при которых граница фазовых переходов воды ($t^{\circ} 0^{\circ}\text{C}$) на значительной части суши и значительной (прибрежной) части морского шельфа опускается в литосферу, образуя сезонные или многолетнемерзлые толщи (ММТ). Зависимость формирования состояния и структуры ММТ от астрономических, климатических и геолого-географических причин, а также от экранных эффектов, придает процессам формирования ММТ и особенностям их состояния и свойств — вероятностный характер [Мельников, Дроздов, Малкова, 2009]. Достоверные геологические признаки существования мерзлоты на Земле фиксируются на протяжении примерно 1 млрд. лет, а разрозненные признаки относятся к ещё более древним эпохам — 2—2,5 млрд лет [Мельников, 2014].

Лёд во Вселенной существовал задолго до появления Земли и так или иначе участвовал в её формировании как небесного тела и планеты, выступая по отношению к ней как элемент общей гиперсистемы, который, пересекаясь современными земными геосистемами, эволюционирует, образуя в целом отрицательно-температурные подсистемы в литосфере, гидросфере, атмосфере и на поверхностях раздела. Границы этих подсистем постоянно мигрируют, что фиксируется по смещению зон фазовых переходов. Давно и общеизвестны условия фазовых переходов льда при отрицательных температурах, но накапливающиеся в последние годы данные говорят, что реальная глубина проникновения криогенных процессов существенно глубже нулевой изотермы — это глубина распространения в литосфере и в океанах газовых гидратов, создающих горизонты положительно-температурной криолизотроны. Важно, что эта часть криосферы Земли не зависит от современного климата, астрономических параметров и ландшафтных условий, а контролируется от палео- и современными термобарическими условиями. Только 2% газовых гидратов приурочены к континентам, а 98% — к акваториям: глубоко-

водным озерам типа Байкала, морям и океанам. Таким образом, с открытием природных газогидратов зоной распространения криогенных образований в земной коре — стала вся планета Земля [Melnikov, Drozdov, 2006].

Усреднённые представления о структуре криосферы можно составить по рис. 1. Тропосфера, в которой содержится до 90% атмосферной влаги имеет толщину от 8—10 км в полярных областях до 16—18 км в экваториальной. Поверхностная криосфера (ледники, морской лёд) и под-земная криосфера (вечномёрзлые или многолетнемёрзлые горные породы сосредоточены в основном в Арктике и Антарктике и лишь ограниченно — в горных районах умеренных и низких широт [Мельников, 2014]. Т. о. очевидно, что основным сосредоточением вечной мерзлоты, как геологического образования является Арктическая и Субарктическая зоны Северного полушария. Антарктика — это преимущественно зона покровного оледенения горные породы, под которым находятся как в мёрзлом, так и в талом состоянии.

Характеристическая особенность криосферы — её циклическая динамичность. История Земли — это в том числе и непрерывная смена ледниковых эпох и межледниковий разной продолжительности и интенсивности, с крупнейшими из которых связывают и биотические перестройки. Уже второе столетие длится восходящий температурный с градиентом $0,6...0,7^\circ$ за сто лет наблюдения. При этом лишь за последнее десятилетие из-за наложения климатических флуктуаций разной продолжительности средняя температура воздуха повысилась на несколько десятых градуса. Выявление всех соответствующих закономерностей — задача междисциплинарных научных исследований [Павлов, Малкова, 2009, 2010].

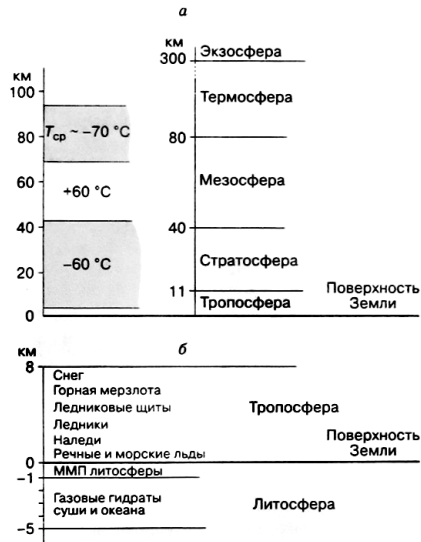


Рис. 1. Криосфера Земли в вертикальном разрезе:

a – над поверхностью Земли; *б* – на поверхности Земли и под ней.

Рис. 1. Криосфера земли в вертикальном разрезе (*a*) над поверхностью Земли, (*б*) на поверхности Земли, (*в*) в литосфере и гидросфере [Мельников 2014]

Однако в последние годы благодаря журналистам и политикам проблема изменения климата стала больше спекулятивной, чем научной, а катастрофические «прогнозы» меняются с точностью до наоборот. Тридцать с небольшим лет назад в США очень убедительно «доказывалась» неизбежность ледникового периода [Ponté, 1976] и целесообразность переезда в более теплые районы. Следующая нашумевшая «Нобелевская» книга [Гор, 2007] с еще большей убедительностью «доказывает» грядущее потепление. Страсти накаляются [Ледовое побоище 2009], и хотя российский Север ещё не прогрелся до уровня пика тепла, который наблюдался в 1935—1942 гг., богатый углеводородами Арктический регион моментально стал ареной возобновшихся старых территориальных притязаний (рис. 2). Отстаивая свои интересы, Россия приложила колоссальные усилия для проведения специальных глубоководных исследований в Северном Ледовитом океане для обоснования геологических структур подводного хребта Ломоносова как продолжения российского арктического шельфа.



Рис. 2. Территории притязания Арктических стран [Гребцов Детликович 2009]

Вечная мерзлота в России

В Российской Федерации криолитозона занимает 2/3 территории. Это северные и северо-восточные регионы России, в пределах которых приповерхностная часть земной коры частично или полностью представлена отрицательно температурными горными породами, содержащими ледяные включения. В большинстве своем — это мало освоенные регионы с суровыми природными условиями. Экономика этих регионов связана в основном либо с традиционной жизнедеятельностью, либо с разработкой месторождений полезных ископаемых. Обычно геокриологический фактор осложняет хозяйственную деятельность, но иногда мерзлота выступает как благоприятный фактор, слагая надежные основания, образуя водоупоры и снижая миграционную активность загрязняющих веществ.

Основными характеристиками ММТ являются мощность, сплошность распространения, температура, льдистость, литологические и теплофизические свойства грунтов, экзогенные геологические процессы. Засоленность грунтов часто определяет состояние пород при отрицательных температурах и образование в них т.н. криопэггов.

С мерзлыми породами связан сложный комплекс. Техногенное воздействие, как правило, резко ускоряет деструктивные экзогенные геологические процессы, доводя их до катастрофической активности, особенно, если происходит деградация сильнольдистых рыхлых горных пород или вытаивание так называемого ледового комплекса и пластовых льдов.

Зона сплошной мерзлоты наиболее обширна (рис. 3). На равнинах Европейском севера России она протягивается полосой шириною 100...200 км вдоль морского побережья. В Западно-Сибирской низменности ее южная граница примерно совпадает с полярным кругом, в Восточной Сибири и Якутии она опускается до широты Байкала.

Зона прерывистой мерзлоты на Европейском севере протягивается очень узкой полоской, расширяется в Западной Сибири до нескольких сотен километров. Восточнее прерывистая мерзлота приурочена в основном к межгорным впадинам и приморским равнинам южнее 60-й параллели.

Островная и редкоостровная мерзлота распространена до широты полярного круга в Европе, до 60-й параллели в Западной Сибири. В более восточных районах зона ее распространения опускается до южной границы РФ.

Специфическим образованием является так называемые реликтовые многлетнемерзлые породы, залегающие на глубине от десятков до сотен метров ниже поверхности земли, или отделенные горизонтами талых (межмерзлотных) пород от вышележащей поверхностной современной мерзлоты.

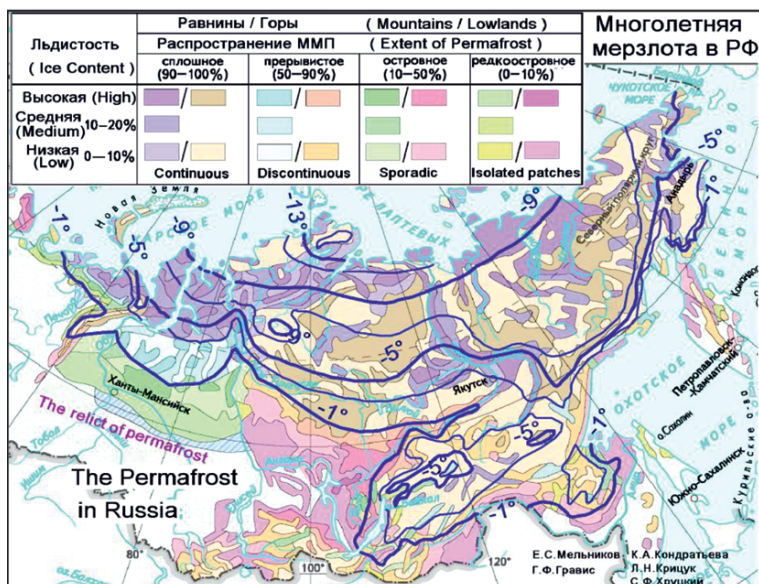


Рис. 3. Многолетняя мерзлота в России: пространственное распространение, льдистость, температура на глубине нулевых сезонных амплитуд [by E.S.Melnikov, K.A.Kondratieva, G.F.Gravis]

По соотношению времени их формирования со временем накопления минеральной и биогенной составляющих ММТ подразделяются на сингенетические и эпигенетические. В большинстве своем мерзлые толщи имеют эпикриогенное происхождение, т. е. в эпоху похолодания промерзали ранее накопившиеся или образовавшиеся грунты. Содержание льда в этих грунтах обычно примерно соответствует тому количеству, воды, которое содержалось в них до промерзания. В некоторых случаях создаются условия для перераспределения влаги по разрезу в результате привноса дополнительной влаги к фронту промерзания по водоносным горизонтам. В этом случае в промерзающей толще горных пород образуются пласты льда, толщиной от десятков сантиметров до десятков метров (рис. 4). Далеко не всегда имеются надёжные геологические и ландшафтные признаки наличия пластовых льдов в толще мерзлоты, и очевидными они становятся лишь будучи так или иначе затронуты процессами разрушения [Хомутов, Лейбман, Андреева, 2012].

Сингенетически мерзлые толщи промерзали параллельно с накоплением минеральных и/или биогенных пород. К ним относятся молодые

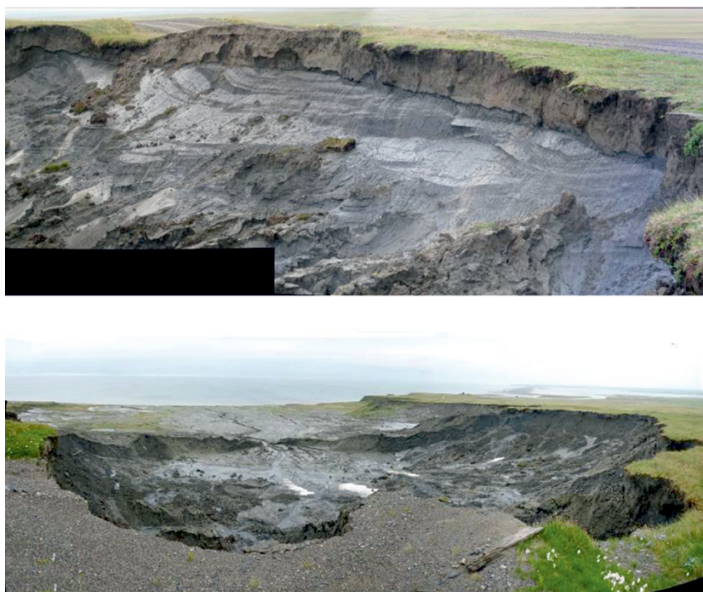


Рис. 4. Пластовые льды: А — пласт льда мощностью несколько метров практически непосредственно под грунтами деятельного слоя; Б — образование термоцирка на месте вытаявающего пластового льда

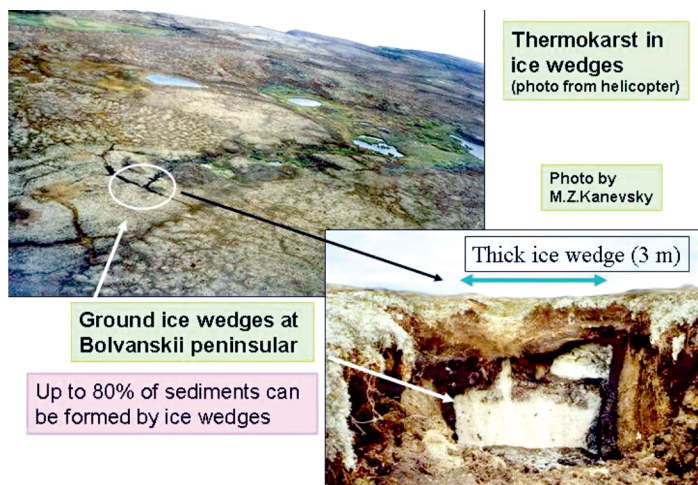


Рис. 5. Повторно-жильные льды

верхнеплейстоценовые и голоценовые пылеватые и глинистые отложения приречных и приморских равнин, а также шельфа (например, в Якутии), эолово-элювиально-делювиальных склонов арктических горных массивов, котловин крупных северных озер. Количество влаги в этих грунтах, промерзающих при накоплении, — практически не ограничено. Лед в избытке входит в т.н. криогенные текстуры и. зачастую образует т.н. повторно-жильные льды, суммарный объем которых может достигать 80% и более (рис. 5).

Динамика мерзлоты и риски

Развитие учения о геосистемах показало, с одной стороны, высокую чувствительность криолитозоны к изменению теплового поля и большую по сравнению с другими геологическими объектами динамичность состояния, а с другой — возможность типизации условий и экстраполяции данных [Ландшафты криолитозоны... 1983]. Теоретические построения о закономерностях трансформации криосферы и многолетний мониторинг ее изменчивости повлекли за собой обновление подходов и нормативной базы проектно-изыскательных работ. Однако достигнутое используется не везде и не всегда, за что природа расплачивается повсеместными «бедлендами». Аномально теплыми оказались 2007—08 и 2012—14 годы, и геокриологический мониторинг показал, как на это прореагировала вечная мерзлота и ландшафты в целом [Васильев Дроздов Москаленко 2008, Украинцева и др. 2011, Пономарева Гравис Бердников, 2012]:

- активизировалось криогенное растрескивание, и усилился рост повторно-жильных льдов;
- увеличилась пучинистость грунтов;
- активизировались процессы термокарста и термоденудации; увеличилось количество криогенных оползней, и интенсифицировалась солифлюкция;
- увеличились темпы термоэрозии и оврагообразования;
- в лесотундровых ландшафтах повсеместно наблюдается опускание кровли мерзлоты и формирование обширных надмерзлотных таликов, принципиально изменяющих тепло-влагообмен, гидрогеологические условия, несущую способность грунтов;
- резко увеличились площади выгорания бореальных лесов с последующей трансформацией ММТ;
- разрушаются льдистые берега (скорость отступления берега до 15 м/год вместо обычных 0,5—2 м/год).

Инженерные проблемы и решения

Эти естественные процессы на огромных территориях усиливаются хозяйственной деятельностью человека, особенно при строительстве линейных сооружений большой протяженности [Пендин, Ганова, 2009]. Очаговый характер освоения начинает сменяться фронтальным. Растет аварийность геотехнических систем. Это выпучивание колон, каркасов зданий, термокарстовые просадки, различные деформации сооружений и объектов. Вдоль магистральных газопроводов происходит заболачивание и подтопление и как следствие — всплывание магистральных газопроводов (рис. 6, 7).



Рис. 6. Термокарстовое озеро, образовавшееся в результате вытаивания грунтового льда
(фото Я.В. Пановой)



Рис. 7. Выпучивание трубопровода с последующей осадкой поверхности под ним

Во многом это связано с экономией на изыскания, устаревшими стандартами и нормами с нарушением режима эксплуатации. Криогенные факторы разрушительны и для теплых, и для охлажденных трубопроводов. Серьезной проблемой транспорта газа является возможность гидратообразования в трубопроводах, на предупреждение которого тратится огромное количество метанола как ингибитора. Но метанол — это сильнейший яд, губельный для любой биоты, в т. ч. морской, при прокладке газопроводов по дну. Экономические потери по одному протоколу Газпрома (55 млрд. рублей на восстановление горизонтально-го положения участков газопровода).

Серьезные проблемы возникают и при строительстве железных и авто дорог. Во всех городах, построенных на мерзлоте, растет число разрушений и аварий. В советское время Норильск был образцом свайного

строительства на вечной мерзлоте, однако закрыли мерзлотные службы, нарушаются правила эксплуатации, и тепло делает свое дело — массовыми стали аварийные деформации промышленных и гражданских зданий и сооружений (рис. 8). Аналогичная картина наблюдается и в других северных городах — Воркуте, Якутске, Анадыре.



Рис. 8. Норильск. Деформированный криогенными процессами фундамент разобранных секций 9-этажного здания (фото Д.С. Дроздова)

Это тем более обидно, поскольку технологии безопасного для природы и сооружений хозяйствования и давно разработаны, и активно совершенствуются. С конца 40-х годов XX века — времени интенсивного строительства на мерзлоте, криогенный потенциал — атмосферный холод — стал использоваться в России, США, Китае для температурной стабилизации грунтов оснований фундаментов с помощью сезонно-действующих охлаждающих установок и систем. Основные компоненты этих установок — тонкие трубы заполненные газом (аммиак, CO₂) опускаемые на необходимую глубину в скважину или укладываемые горизонтально и теплообменники. Зимний холод за счёт гравитационной конвекции «опускается» вглубь охлаждая окружающие скважину породы, а летом циркуляции нет. Эти устройства применяются для термостабилизации основания зданий, резервуаров, трубопроводов, насыпей дорог, плотин, т. д. (рис. 9, 10) [Долгих и др. 2012].

Многолетнее и сезонное промерзание грунтов на большей части территории России — причина их повышенной пучинистости, что осо-



Рис. 9. Скважинные охлаждающие элементы на сооружениях Юбилейного месторождения
(фото «Фундаментстройаркос»)



Рис. 10. Горизонтальные охлаждающие элементы в основание емкостей резервуарного парка
(фото «Фундаментстройаркос»)

бенно сказывается на качестве дорог. Дорожники Норвегии и Германии нашли способ борьбы с этим явлением, применяя в качестве теплоизоляционного и дренажного слоя в дорожных конструкциях пеностекло. Для его получения они используют отходы стекольной промышленности и собираемый стеклобой. В институте криосферы Земли СО РАН запатентована технология получения пеностекла из природного кремниевого сырья диатомита [Melnikov et al., 2014]. Огромные залежи диатомитов распространенных во многих регионах России, в том числе в Арктике и Субарктике — неисчерпаемый источник сырья для новых технологий строительства. Как показано ниже, наше пеностекло «ДиатомИК» имеет практически те же характеристики, что и его западные аналоги, но при низкой цене.

Новые направления криосферных исследований

Специальные междисциплинарные исследования проводятся, чтобы нащупать нетрадиционные природные ресурсы в «мире холода» [Melnikov et al., 2009b], и свести к минимуму риски, вызванные изменчивостью вечной мерзлоты и ее уязвимости по отношению к изменениям климата и техногенным нагрузкам. Ученые и специалисты разных профессий собираются вместе, чтобы открыть новые вещества, материалы и технологии для условий вечной мерзлоты и разных отраслей деятельности. Таким образом, создаются научные предпосылки безопасного и разумного развития северных территорий. Наиболее интересные результаты в этом отношении получены на пересечении физики, химии и биологии мерзлоты. Вот некоторые примеры.

Газовые гидраты

Газовые гидраты недаром называют углеводородным сырьем будущего. Накопленные сведения о кинетике гидратообразования и их распространение позволяют утверждать, что газа в газогидратах минимум столько же сколько и свободного природного газа, но скорей всего в 1,5—2,0 раза больше [Istomin and Yakushev, 1992]. На континентах газогидраты распространены и выше зоны их термодинамической стабильности — в толще мерзлых пород. Это, так называемые, реликтовые газогидраты, сохранившиеся благодаря эффекту самоконсервации. Это явление до сих пор вызывает интерес, и единой теории нет. Сегодня их наличие объясняется тем, что в какие-то эпохи температура среды повысилась, и началось разложение газогидратов. Начало разложения приводит к эмиссии газа разложившегося слоя газогидрата, а выделившаяся вода замерзает, поскольку температура окружающей среды остается отрицательной. Ледяная корка экранирует оставшуюся часть газогидрата, сохраняя его от дальнейшего разложения. Законсервированные в мерзлоте газогидраты называли реликтовыми. Таким образом, природные газовые гидраты существуют на различных глубинах и в мерзлоте и далеко за ее пределами при положительных температурах, оставаясь по существу льдом, насыщенным газом.

К настоящему времени газовые гидраты найдены вокруг всех континентов Земли, с содержанием в них газа в количестве, сопоставимым с доказанными запасами традиционного природного газа. Первый промышленный газ из газогидратов планируется получить в Японии на месторождениях в р-не Нанкинского желоба в 2016 г.

Исследования, выполненные в Институте криосферы Земли СО РАН [Melnikov et al. 2010, 2011b], достоверно показали, что при отрицательных температурах (т. е. в мерзлоте) диссоциация газовых гидратов может протекать через промежуточную стадию образования переохлажденной воды, которая затем переходит в лед (рис. 11).

В последнее время газовые гидраты в ММТ рассматриваются в рамках идеи захоронения избыточного количества диоксида углерода (CO_2) — сильного парникового газа, в мерзлых и подмерзлотных горизонтах в форме гидратов CO_2 . В связи с этим в ИКЗ СО РАН выполнены специальные исследования [Мельников и др. 2014], впервые давшие экспериментальные сведения о диаграмме состояний в трёхфазной системе : лед — раствор CO_2 в воде — газ в интервале температур от 0 °С до -3 °С и давления от 0 до 20 атмосфер. Полученные данные указывают, что наличие свободного CO_2 или насыщенного водного раствора CO_2 на глубине 100 м вызовет плавление подземного льда и деградацию мерзлых пород, если их температура не ниже -1,5 °С. И даже если само по себе это окажется

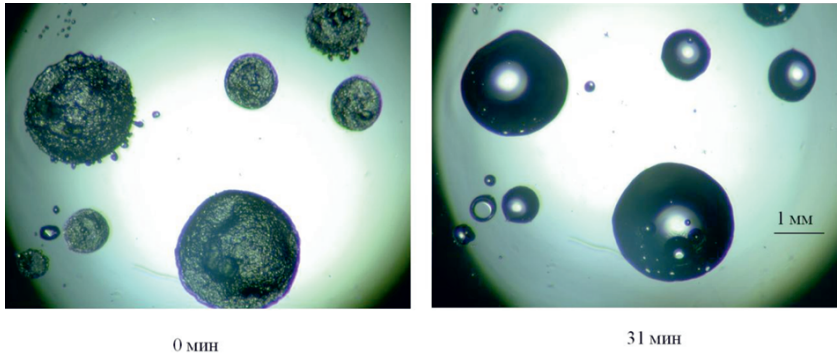


Рис. 11. Диссоциация гидратов метана и образование переохлажденной воды при -5°C и 16 атм (равновесное давление диссоциации при данной температуре равно 22 атм)

неопасным, исчезнет ледяная рубашка, предотвращающая диссоциацию реликтовых метано-гидратов. Тем самым ставится вопрос о недопустимости захоронения CO_2 в мерзлоте, хотя как средство повышения отдачи метана углекислота используется.

Газо- и гидродинамика в мерзлоте

Развитие исследований различного вида газопроявлений в криолитозоне чрезвычайно важно для установления истинной картины динамики процессов в мерзлых породах и многочисленных видах льда трещинной, клиновидной, диапировой и пластовой формы в сложных залежах. Формирование некоторых ледовых залежей сложной формы, образованных инъекциями воды, обусловлено цикличностью и стадийностью образования, развития, промерзания и разнообразием таликов [Слагода Мельников Опокина 2010, Слагода и др. 2012]. На направление движения инъекций водно-газовых растворов указывают спиральная ориентировка газовых пузырьков в прослоях льда.

Микроскопические исследования шпиров диатомовых глин в основании бугра пучения на юге Тазовского полуострова позволили обнаружить в них полые ледяные образования размером 0,1–0,5 мм сферической, футлярной и вытянутой формы. Кристаллическая гексагональная структура оболочек льда подчеркнута границами кристаллов и фигурами травления граней (рис. 12). Остаточная концентрация метана во льду в три с лишним раза превышала грунтовую. Полые кривогранные образования микронной размерности названы нами кристаллитами льда [Курчатова, Мельников, Рогов, 2014]. Подобные искаженные по-

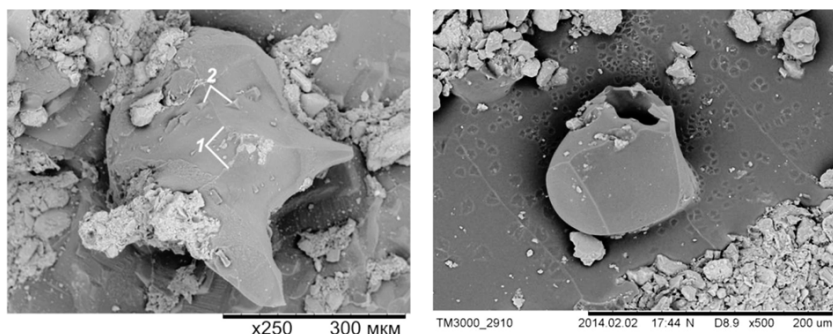


Рис. 12. Газосодержащие кристаллиты льда в диатомовых глинах, Тазовский п-ов
 1 — границы кристаллов; 2 — формы травления льда

лые кристаллы других минералов, наполненные газом, встречаются в гидротермальных жилах при высокой температуре.

И еще одно яркое явление, обязанное термо-газо-гидродинамике в мерзлоте, вызвало широкий общественный интерес. Речь идет о воронке до 30—40 м в диаметре и почти вдвое больше по глубине, образовавшейся на п-ове Ямал. Предварительные исследования показали, что возможно в результате климатических аномалий 2012—2014 гг. и предшествующего им теплого цикла был запущен механизм быстрого изменения поверхностных условий и последующего выброса льда, грунта и газа на расстояние до 120 м от центра воронки. Ранее, в 1990-х гг., подобные явления были обнаружены на шельфе Печорского и Баренцева морей.

Капельные кластеры

Открытие в 2004 году капельного кластера [Fedorets, 2004] — плоской пространственно упорядоченной структуры из капель воды (рис. 13), возникающей над подогретой водной поверхностью, положило начало развитию новой области исследований о пространственно упорядоченных аэрозолях. Нами было показано, что упорядоченные трехмерные капельные структуры могут существовать также в атмосферном тумане и облаках. Полученная в эксперименте большая вязкость тумана, в сотни раз превышающая вязкость чистого воздуха, позволила сделать вывод о возможном значительном влиянии упорядоченного капельного аэрозоля в атмосфере на процессы конвекции и теплоперенос. Криогенные процессы в атмосфере, такие как замерзание воды в аэрозоле при температурах ниже 0°C, способствуют снижению электропроводности атмо-

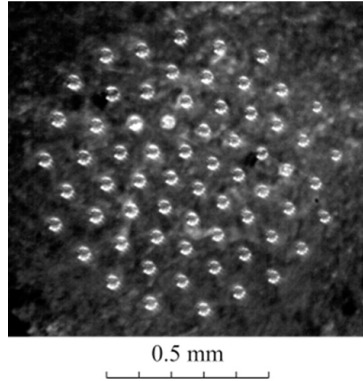


Рис. 13. Двумерный капельный кластер над поверхностью подогретой воды

сферы, увеличению межкапельного расстояния, росту плавучести аэрозоля и образованию мощных грозовых облаков. Установление важной роли криогенных процессов в атмосфере, их влияния на климат Земли — цель наших дальнейших исследований.

Микробиота в мерзлоте

Мерзлая часть литосферы традиционно считалась областью биогеохимического покоя, хотя сведения о наличии в мерзлоте живых бактерий появились в России в конце XIX века в связи с находками мамонтов на севере Сибири и изучением почв на Дальнем Востоке. Микрофлора впервые была найдена в Антарктической вечной мерзлоте в 70-х годах [Hubbard и др. 1968]. В 1979 году на Антарктической станции Восток обнаружены бактерии, грибы, диатомеи и другие микроорганизмы. Метаболизм бактерий в вечной мерзлоте был отмечен при температурах около -20°C [Friedmann 1994].

Результаты наших исследований в Якутии [Melnikov et al. 2011c] свидетельствуют, что выявляемые здесь сообщества психрофильных микроорганизмов выживают или сохраняются в чрезвычайно экстремальных геохимических условиях. Деятельность почвенных микроорганизмов криолитозоны изучена недостаточно, до сих пор нет целостной картины количественного и качественного состава микрофлоры почв мерзлотных ландшафтов, не ясны механизмы устойчивого развития микробных сообществ при отрицательных температурах. Выделенные из мерзлоты микроорганизмы обладают неизвестной стратегией сохранения жизнеспособности и легко вовлекаются в современные биогеохимические процессы при оттаивании пород. К настоящему времени россий-

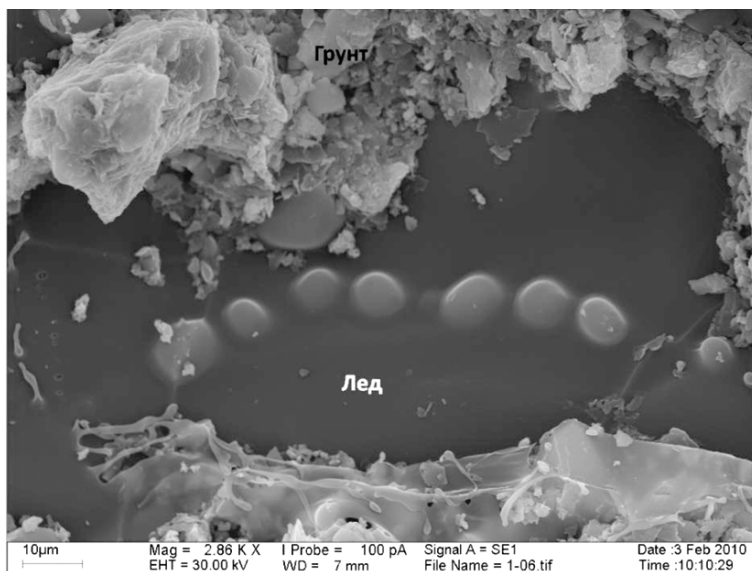


Рис. 14. Клетки в прожилке льда на Мамонтовой горе

скими микробиологами и их коллегами из Швеции, Канады, Японии выполнено секвенирование полных геномов четырех штаммов бактерий из многолетнемерзлых отложений, показаны отличия их генеалогических связей от генетически близких организмов.

Исследования на растениях показали перспективность использования отдельных штаммов микроорганизмов из мерзлоты для улучшения всхожести, повышения хладостойкости и продуктивности зернобобовых растений. Опыты на лабораторных животных показали иммуномодулирующее, репаративное и геропротекторное воздействие.

Для штамма *Vacillus F* [Brushkov et al., 2010], выделенного из мерзлых отложений Мамонтовой горы в Якутии (рис. 14), установлено дозозависимое усиление метаболизма макрофагов, снижение фактора некроза опухолей, стимулирующее влияние на активность клеточного и гуморального иммунитета, фагоцитарную активность макрофагов. Выявлено также улучшение широкого спектра физиологических показателей. Не исключено, что микроорганизмы криолитозоны имеют специальные механизмы репарации клеточных структур, необходимые для выживания в экстремальных условиях. Дальнейшие исследования по раскрытию механизмов сохранения жизнеспособности должны приблизить нас к решению проблемы увеличения продолжительности жизни.

Заключение

Криолитозона Арктики чрезвычайно чувствительна к климатическим изменениям и техногенному вмешательству, особенно если взаимоусиливается привнос тепла в геологическую среду и происходит некомпенсированное нарушение естественных покровов. Потепление климата последних десятилетий способствовало повышению температуры верхних горизонтов мерзлых толщ во многих районах Севера. При этом на юге криолитозоны России сложились благоприятные условия для оттаивания мерзлоты сверху и замены сезонного протаивания сезонным промерзанием. Полного оттаивания всей толщи ММП (как современной, так и реликтовой) пока не происходит.

Осуществление в едином комплексе мониторинга криолитозоны и климата показывает, что развитие глобального потепления климата в рамках умеренного сценария не приведет в XXI в. к повсеместной деградации многолетнемерзлых пород. Обсуждаемая проблема нуждается в дальнейшем комплексном изучении, особенно в части оценок и прогноза развития криогенных геологических процессов в условиях меняющегося климата.

Сохранение качества и долговечности сооружений и путей сообщения в высокотемпературной криолитозоне достигается применением термостабилизаторов различной конструкции, что уже давно практикуется в России, на Аляске и китайском Тибете. В сочетании с теплоизолирующими и дренирующими диатомитовыми материалами эффективность термостабилизаторов кардинально повышается.

Открытие новых веществ, материалов, технологий на базе и для нужд связанных с криолитозонной производств, обязывает ученых и специалистов разных профессий направить свой поиск на раскрытие тайн холодного мира, выявление новых, таящихся в мерзлоте ресурсов и минимизацию рисков, связанных с высокой динамичностью процессов в Арктической криолитозоне России, как при потеплении, так и при похолодании климата, а также при техногенных воздействиях.

Нормальному, полезному как для государства и общества в целом, так и для конкретных землепользователей и отдельных граждан, развитию эколого-геокриологических и иных природоохранных исследований препятствует сужение информационной базы. Оно носит как объективный характер — сокращение по сравнению с прошлыми десятилетиями региональных и всероссийских программ по картированию экологически значимых параметров, так и крайне затрудненный доступ к архивным и вновьполучаемым сведениям, которые либо скрыты за грифом коммерческой тайны, либо предполагают дорогостоящий коммерческий доступ. Следует приветствовать усилия правительства и реги-

ональных администрации по преодолению информационного вакуума, и призвать к созданию условий, в которых в этом будут заинтересованы все недоропользователи.

Очень полезным для дальнейшего познания криолитозоны Арктики будет объединение усилий ученых РАН и научно-педагогических коллективов Вузов. Примером такого объединения может служить Научно-образовательный Центр (НОЦ) ИКЗ СО РАН и МГГРИ-РГГРУ, на основе которого сформирована базовая кафедра, и многолетняя плодотворная работа организованной ИКЗ СО РАН кафедры геокриологии в ТюмГНГУ.

Благодарности:

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации» Фундаментальных программ РАН VIII.75.1 и VIII.72.2 интеграционных проектов СО РАН — ДВО РАН № 9, СО РАН № 144, ОНЗ РАН № 12; Прав.заданий Минобрнауки № 9093 и № 1082; грантов Президента НШ-5582.2012.5; РФФИ-13-05-41509-РГО, РФФИ 13-05-00811, 13-08-91001-ANF-a; РФФИ № 14-17-00131; международных программ TSP, LCLUC, CALM, SWIPA.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Васильев А.А., Дроздов Д.С., Москаленко Н.Г.* Динамика температуры многолетне-мерзлых пород Западной Сибири в связи с изменениями климата — Криосфера Земли, 2008, Том XII, № 2, с. 10—18.
2. *Гор А.* Неудобная правда: Глобальное потепление; как остановить планетарную катастрофу. М.: Амфора, 2007. 320 с.
3. *Гребцов И., Дятликович В.* Шельф цвета хаки: Россия и НАТО готовятся к войнам за нефть и газ Арктики. Русский репортер, 2009, № 12(091), с. 28.
4. *Губарьков А.А., Лейбман М.О., Хомутов А.В.* Криогенные процессы в естественных и техногенных условиях на Харасавэйском месторождении — Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 4. С. 21—27.
5. *Долгих Г.М., Окунев С.Н., Стрижков С.Н.* Строительство объектов в криолитозоне с использованием инновационных систем термостабилизации грунтов оснований // Десятая Международная конференция по мерзлотоведению (TICOP): Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире. Том 3: Статьи на русском языке. / Под ред. В.П.Мельникова при участии Д.С.Дроздова и В.Е.Романовского. — Тюмень, Россия: Печатник, 2012, с.153—157. { Dolgikh G.M., Okunev S.N., Strizhkov S.N. Construction in the Cryolithozone Using Innovative Systems of Foundation Soil Thermal Stabilization Melnikov, P.I. (ed.). 2012. Tenth International Conference on Permafrost. Vol. 2: Translations of Russian Contributions. Co-edited by D.S. Drozdov and V.E. Romanovsky. The Northern Publisher, Salekhard, Russia, pp.61-64. }
6. *Курчатова А.Н., Мельников В.П., Рогов В.В.* Газосодержащие кристаллиты льда в глинистых породах / Доклады Академии наук, 2014, том 459, № 6 с. 1—4.

7. Ландшафты криолитозоны Западной-Сибирской газоносной провинции / Под. ред. Е.С. Мельникова. Новосибирск.: Наука, 1983. 165 с.
8. *Мельников В.П.* К созданию цельного образа криосферы. // Криосфера Земли, 2014, т. XVIII, № 4, с. 3—12.
9. *Мельников В.П., Дроздов Д.С., Малкова Г.В.* Климатические и криогенные факторы обустройства северных территорий // Геология и разведка, 2009, № 6, с. 75—82.
10. *Мельников В.П., Дроздов Д.С., Малкова Г.В.* О криогенных ресурсах в связи с экологической доктриной // Северное измерение глобальных проблем. Первые итоги Международного полярного года. М.: Наука, 2009, с. 57—73.
11. *Павлов А.В., Малкова Г.В.* Динамика криолитозоны в условиях меняющегося климата XX—XXI веков // Известия РАН, сер. географическая, 2010, № 5, с. 59—66.
12. *Павлов А.В., Малкова Г.В.* Мелкомасштабное картографирование трендов современных изменений температуры грунтов на севере России // Криосфера Земли т. XIII, № 4, 2009, с. 32—39.
13. *Пендин В.В., Ганова С.Д.* Геологический мониторинг территорий расположения объектов транспорта газа в криолитозоне. М.: ОАО «ПНИИИС», 2009, 236 с.
14. *Пономарева О.Е., Гравис А.Г., Бердников Н.М.* Динамика криогенных процессов в северной тайге Западной Сибири в условиях меняющегося климата. В сб.: Тр. Десятой Межд. конф. по мерзлотоведению, 2012. С. 431—436
15. *Слагода Е.А., Мельников В.П., Опокина О.Л.* Повторно-инъекционные штоки льда в отложениях Западного Ямала // Доклады академии наук. 2010. Т. 432, № 2. С. 264—266. {Slagoda E.A., Mel'nikov V.P., Opopkina O.L. Reinjected ice stocks in sediments of the Western Yamal peninsula // Doklady Earth Sciences. 2010. vol. 432. № 1. p. 663—665.}
16. *Слагода Е.А., Опокина О.Л., Курчатова А.Н., Рогов В.В.* Строение и генезис подземных льдов в верхнеплейстоцен-голоценовых отложениях мыса Марре-Сале (Западный Ямал). Криосфера Земли, № 2, 2012. С. 9—22.
17. *Украинцева Н.Г., Дроздов Д.С., Попов К.А., Гравис А.Г., Матышак Г.В.* Ландшафтная индикация локальной изменчивости свойств многолетнемерзлых пород (уренгойское месторождение, Западная Сибирь). // Криосфера Земли, 2011, Т. XV, № 4, с. 37—40. {Ukrainitseva N.G., Drozdov D.S., Popov K.A., Gravis A.G., Matyshak G.V.. Landscape Indication of local permafrost Variability (Urengoy Territory, West Siberia). // Kriosfera Zemli, 2011, vol. XV, No. 4, pp. 32—35.}
18. *Хомутов А.В., Лейбман М.О., Андреева М.В.* Методика картографирования пластовых льдов Центрального Ямала — Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 7. С. 76—84. {Khomutov A.V., Leibman M.O., Andreyeva M.V. Mapping of Ground Ice in Central Yamal—Tyumen State University Herald. 2012. № 7. pp. 68—76.}
19. *Brushkov, A.V., Griva, G.I., Karnaukhov, N.N., Melnikov, V.P., Repin, V.E., Sukhovei, Yu.G., Milovanov, V.I., Filin, V.A.*, 2010. A strain of Bacillus sp. bacteria, with immunomodulatory and geronto-protective activity. Patent 2413760 RF. Claim 2009116228/10. Claimed on 29.04.09, published on 10.11.10, Bull. 24.
20. *Fedorets, A.A.*, 2004. Drop clusters. Letters to ZhTF 79 (8), 457—459.
21. *Friedmann, E.I.* 1994. Permafrost as microbial habitat, in: D.A. Gilichinsky (Ed.), Viable Microorganisms in Permafrost. Russian Academy of Sciences, Puschino, pp. 21-26.
22. *Istomin V.A., Yakushev V.S.*, 1992. Natural Gas Hydrates. Nedra, Moscow, 236 pp. (in Russian)
23. *Melnikov V.P., Drozdov D.S.* Distribution of permafrost in Russia. // Advances in the Geological Storage of Carbon Dioxide: International approaches to reduce anthropogenic greenhouse gas emissions / Lombardi S.; Altunina L.K.; Beaubien S.E.

- (Eds.). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers, NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences, Vol. 65, 2006, XV, pp. 69–80.
24. *Melnikov, V.P., Melnikova, A.A., Anikin, G.V., Ivanov, K.S., Spasennikova, K.A.*, 2014. Building on permafrost: engineering solutions for energy efficiency. *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli) XVIII* (3), 82–91.
 25. *Melnikov V.P., Nesterov A.N., Reshetnikov A.M., Istomin V.A.* 2011a. Metastable states during dissociation of carbon dioxide hydrates below 273 K. *Chemical Engineering Science* 66, 73–77.
 26. *Melnikov V.P., Nesterov A.N., Podenko L.S., Reshetnikov A.M., Shalamov V.V.*, 2011b. Meastable states of gas hydrates at pressures below the ‘ice–hydrate–gas’ equilibrium. *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli) XV* (4), 69–71.
 27. *Melnikov V.P., Rogov V.V., Kurchatova A.N., Brushkov A.V., Griva G.I.*, 2011c. Distribution of microorganisms in frozen ground. *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli) XV* (4), 75–78.
 28. *Ponte L.* *The Cooling*. Prentice-Hall. — Englewood Cliffs, New Jersey, 1976. 306 p.

REPORTS



NEW INNOVATIVE TASKS for PROFESSIONAL EDUCATION at MSGPI-RSGPU

Lisov V.I., Rector of MSGPI-RSGPU, PhD (in Economics), Prof.,
Corresponding Member of the Russian Academy of Education (Moscow),
Russian Federation State Award Laureate

Throughout the world, higher education is considered an important factor for the formation of the competitive policy and economy. It is important for MSGPI-RSGPU to ensure the education of high quality conformably to applied geology, geophysics, hydrogeology, mining and oil and gas industries, the economy.

The historian, political scientist and art critic Alfred Whitney Griswold (1906 —1963) is known to have been President of the famous elite private Yale University, USA for the last 12 years of his life. Here is one of his famous phrases: «Higher education is not a set of stored knowledge hidden in the files. Having will and wish it is desire for knowledge, craving for the worldview; the ability to research, solve problems, comprehend the relationship between knowledge and experience» (1954).

Being the Rector of MSGPI-RSGPU, taking into account my diverse management experience, we can understand and share this profound thought.

Five thousand students are being trained at MSGPI-RSGPU (without Stary Oskol branch based on the geological exploration college). The share of paid education is 34%. In addition, there are 122 postgraduate students and 8 doctoral students. The University has seven Dissertation councils.

MSGPI-RSGPU is a truly «international» institution, as it trains more than 700 foreigners (about 15% of the total number of students and postgraduate students). It is possible to have even greater bias towards the international geological education, profitable for Russia both economically and geopolitically.

Resulting from the special monitoring of Russian universities of 2013 and 2014 MSGPI-RSGPU is recognized as an «effectively acting university.» As well as this, there are special achievements. «Federal innovative site» is organized on the basis of the University by order of the Ministry of Education.

Scientific and educational and advisory role of MSGPI-RSGPU on improving the quality of professional education is very significant, since the University annually turns out more than the third of new young geologists and geophysicists (bachelors, masters and specialists) of the total number of graduates of the Russian universities in these specialties.

1. To take into account Russia's forthcoming transition to the «new economic model»

Russia needs a more efficient and high-tech use of resources of the enterprises. It is important to balance the civil and military economies. The Government of the Russian Federation has directed huge financial income, obtained from the export of various mineral raw materials to the innovative development of the national industry insufficiently. Thus, according to «BP Statistical Review of World Energy 2014», from 2000 to 2013 only currency oil revenues of Russia totaled \$2.753 trillion. [See: <http://www.vedomosti.ru/opinion/news/37366661/chto-sdelala-neft-s-rossiej>].

Technical development of highly profitable oil and gas industry in Russia was mainly provided by the import of highly productive equipment, machinery, devices and materials. Russian science related to the oil and gas and defense industries has been degrading noticeably for many years. This is a great strategic error of the federal government and the Ministry of Finance. Moreover, financing of oil and gas, exploration and other technical universities turned out to be insufficient, some of which having strong groundwork in terms of engineering and industrial technologies of metal and other materials machining.

Even more difficult national task of Russia is the overcoming of deep financial and economic crisis of 2015 caused by the economic sanctions imposed by the US and their NATO allies.

The radical reorganization of the economic model is sure to be vital.

The current economic model having been used in Russia for many years and based on the constant oil price rise and significant export to solve social problems has exhausted itself. There is need for a «new economic model» based on the strong democratic state, the developed state and private partnership, private investments in science, education and competitive enterprises, more harmonious distribution of social economic benefits and others. The theme of this «model» for Russia is open to discussion and much politicized.

The Russian legislators and executive authorities of the country, including the Ministry of Natural Resources and Environment, the Federal Service for Supervision of Natural Resources and JSC «Rosgeologiya» are required to change their economic views and principles of their activities substantially. It should be faster to implement the advanced foreign experience. The staff that our government previously regarded as «undesirable» or «dangerous» for large or middle Russian business is becoming relevant, important and feasible.

2. To increase the world economy knowledge level of MSGPI-RSGPU graduates

The background of the financial crisis developed in Russia since mid-2014 was laid with the tradition of taking up loans in the West, not the East (China, India, Asia-Pacific countries). The traditional «pro-Western economic thinking» of many graduates of the Faculty of Economics of MSGPI-RSGPU is also known.

The importance of attracting foreign investment for technological modernization of industries and development foreign trade in quality and competitive goods and services are certainly to preserve in Russia in the coming years. A number of important projects with the participation of foreign investors could be realized provided it is difficult to use own resources in a particular sphere of production under the crisis. According to the Central Bank 77% of all so-called foreign direct investment was our own offshore money in 2012. The money having been earned in the country was remitted to the zone of less taxation and then came back here under the guise of investment to work on. Nevertheless, there are significant funds seeking for profitable investing into profitable production on some areas of the world market not being under control of the United States. Russia has its own attractive benefits for investors from the European Union to some extent.

Under the new economic conditions, it is important MSGPI-RSGPU should raise the level of teaching the fundamentals of the world economy and the organization of foreign trade activities with the focus on the specifics of the market of raw commodities and services. This is critical for the Russian mining and oil and gas business. Perhaps, there should be «the section of international commodity trade and geopolitics» at the Conference in future. We must learn to attract foreign investors to Russia and work with them for our own benefit.

In accordance with the Federal Law «On the Procedure of foreign investing in business entities of strategic importance» of April 29, 2008 № 57 the admission of foreign investors to the large deposits of oil, gas, rare metals and other valuable minerals is to be carried out only by the decision of a special government commission. Thus, according to the law, only Russian state companies can develop offshore fields. Such strategy for mining industry in Russia during the period up to 2020 is inadequate, and the Law itself should get their new «conservative» and «liberal» niche to encourage foreign investing. In the context of economic sanctions of the US and their allies, the number of constraints should be reduced at times dramatically expanding our managerial skills of federal and regional authorities and implementing state supervision over the results of their activities.

Besides, there is the need for large restructuring of the Ministry of Natural Resources and Environment (the development of law and international relations) and the Federal Service for Supervision of Natural Resources (current work with mining companies). There have been more than 10 years since the beginning of «the administrative reform». The analysis of the activities of administrative authorities and their departments under the current system shows their lack of development and inability to solve new economic and trade objectives quickly and effectively.

3. To develop the relationships between MSGPI-RSGPU and JSC «Rosgeologiya»

In improving our exploration and mining professional education, great creative mission belongs to «Rosgeologiya» which is gaining power. Large budget of the Company will be used for strategic exploration. JSC «Rosgeologiya» is to get the right for the declarative principle (without tender or auction) to obtain licenses for exploration «for the areas within which there are no mineral deposits registered by the State cadaster. «Rosgeologiya» will deal with regional exploration and revaluation of reserves of unclaimed deposits, testing grounds for technology perfecting of cost-effective production of unconventional hydrocarbons (including shale oil and gas), works on the shelf with the best Russian and foreign companies, and others.

There are a number of problems of our professional education at MSGPI-RSGPU that cannot be effectively solved without resources and organizational support of «Rosgeologiya». It is gratifying that the scientific, educational, innovative, production and other initiatives of our technical university find understanding and possible support of «Rosgeologiya». Among the priority, there are the following issues: 1) strengthening the ties of the university with the scientific organizations of the industry; 2) the organization of qualitative working experience.

According to our experts, in connection with the expansion of functions and complexity of the tasks of «Rosgeologiya» the production structure can be recommended to develop the internal corporate document «On the geological study of Russia's mineral resources by JSC» Rosgeologiya «with the participation of large and middle businesses, leading academic institutions and technical universities of Russia». The main problems of prospecting for mineral resources and their solutions should be reflected in it. Partly, the development of corporate document can be considered as the initial stage of the preparation for the full version of the bill «On the geological study of Russia's mineral resources».

However, the bulk of prospecting work is carried out in Russia in the corporate sector in the decentralized way. In recent years, 80% of all the costs of the Russian national prospecting have been sent to search for oil and gas. On the other hand, off-budget (corporate) costs of geology in Russia accounted for about 90% of the total national expenditure. This suggests that our graduates (geologists, geophysicists and mining engineers) mostly work outside of «Rosgeologiya» and pure public sector subordinating the Ministry of Natural Resources and Environment and the Federal Service for Supervision of Natural Resources. Hence, there is the vital need for strengthening integrative ties of MSGPI-RSGPU with vertically integrated oil companies such as «Rosneft», «LUKOIL», «Gazprom», «Surgutneftegas», «Tatneft», «Slavneft», «Bashneft» and other oil and gas producing companies. In this complex management process, the University should actively work with their alumni, many of whom hold the positions in top management of the above-mentioned companies, including the ones of chief geologists.

4. New staff for geological industry, mining and oil and gas businesses

The required increase in the efficiency and competitiveness of large and middle businesses in Russia is constrained by the sheer shortage of qualified personnel, some of them being prepared at MSGPI-RSGPU. In this regard, the University is actively involved in the Parliamentary hearings and «round tables» of the State Duma and the Federation Council on different issues of professional education and improvement of legislative regulation of prospecting, exploration and development of natural and man-made mineral deposits. Generally, proposals and recommendations of MSGPI-RSGPU are in the structure of the dispenser of information material. The University has been actively involved in the activities of the Ministry of Natural Resources and Environment and the Federal Service for Supervision of Natural Resources.

The parliamentary hearing of the Committee on Natural Resources, Environment and Ecology of the State Duma on «The Strategy for development of the geological industry of the Russian Federation until 2030" (June 24, 2014) was of importance. Despite the growth in the state funding of exploration work in 2013 (32.1 billion) a great deal of problems has aroused in geology for the past 20 years. Here is one of the theses of the document: «Due to the constant underfunding of exploration and prospecting the study of the territory of the Russian Federation is much lower than in the developed countries. There is a clear trend towards the companies' with foreign capital intervention by the on the market: their share is growing steadily. It is possible to avoid losing the control over

strategic industry for Russia and ensure continuous replenishment of the mineral resource base of the country only through the modernization of fixed assets, scientific research financing and innovative technology implementation.»

How is it possible for the Russia technical Universities not only to survive in the new crisis conditions, but also to contribute to the creation of the innovative image of oil and gas and mining sphere? We believe in the necessity for the constructive interaction of: 1) the group of resource Universities (as well as MSGPI-RSGPU); 2) the relevant ministries (Ministry of Education, Ministry of Environment, Ministry of Industry, Ministry of Energy); 3) companies large and middle businesses concerning new strategies of innovative modernization. Anyway, it is not enough to find sufficient sources of financing. We need new methods of organization of research and development, the use of their results for the industry, interaction of the subjects of the innovation process, and others. The term «technical regulation» is applied to that. Senior students, postgraduate students, young scientists are among the participants of such innovative modernization. The basis of their potential is «the project approach».

The recommendations of the «round table» at the Federation Council 27, November 2014 on the theme «Improving the legal regulation of subsoil use» are worth paying attention to. In particular, the Ministry of Education and Science of the Russian Federation suggested:

— Continuing the activities to organize and conduct production (field) practice for the University students of geological specialties in the cooperation with the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation, the Federal Service for Supervision of Natural Resources, JSC «Rosgeologiya», geological organizations and mining companies

— considering the inclusion of teaching the basics of mining law and economics of mineral resources in the universities curricula for students of geological disciplines, specialties in economics, finance and public administration, as well as for refreshment course students

— considering supplementing the Nomenclature of scientific specialties with specialty 12.00.06 «Mining Law» (the Order of the Ministry of Education 25.02.2009 № 59 «On approval of the Nomenclature of scientific specialties», registered in the Ministry of Justice of Russia 20.03.2009 № 13561).

5. The list of relevant educational and innovative tasks for MSGPI-RSGPU

The analysis shows that the reasons for the deficit of qualified geological and mining staff in Russia are weak and ineffective interaction between Universities and successful scientific and industrial geological companies; deficiencies

in practical training; the absence of refreshment course system to meet the needs for innovative development of the geological industry; the lack of educational programs meeting modern requirements and others.

The authorities of MSGPI-RSGPU have sent their recommendations how to improve the level and quality of the relevant education to various federal departments several times. It can be useful to utter them once more for the participants of the XII International Scientific and Practical Conference «New Ideas in Earth Sciences» to discuss.

1. The Ministry of Education of the Russian Federation, as well as the RAS and FASO should pay more attention to the development of applied geology, science-intensive subsoil and support for innovative and educational activities of such Universities as MSGPI-RSGPU. MSGPI-RSGPU and other resource Russian Universities are concerned about the underestimation of our educational activities by the Ministry of Education and absolutely insufficient state support for the applied geological and mining sciences (through scientific contests, scientific conferences, foreign contacts and others). Such support for MSGPI-RSGPU activities is incommensurable compared the measures for support of technical Universities dealing with defense companies and the defense industry and Universities making NANO researches. It is happening at the time when 80% of Russian exports are raw materials, other 15% are fertilizers and the first products, but manufactured goods make up less than 4% of exports. At the same time, Russia's largest oil and gas companies are not competitive concerning innovation development in comparison with foreign rivals (including China).

2. Currently training in applied geology (120401), geological exploration technology (130101) and mining (130400) is underestimated under the per capita system of financing by the Ministry of Education of the Russian Federation. Therefore, it is impossible to prepare a good «specialist» in applied geology and geophysics for 67.06 thousand rub a year. Should take into account the amount of «transport» and «field» costs for the preparation of geologists, geophysicists and mining engineers in the field of industrial practice in remote regions of Russia. Financing should be raised at least up to 112, 00 thousand rub.

3. To instruct the Ministry of Natural Resources and Environment to make proposals for the development a number of infrastructure facilities intercollegiate (training facilities and landfills, centers of excellence for research and development facilities, centers of applied information technologies, database shared, etc.) in the mineral resources and mining sphere in Russia to support the profile secondary and higher education in Russia. It is reasonable to make an analysis of the regional infrastructure in the country and carry out the cre-

ation of university centers for collective use for higher and vocational education based on individual objects.

4. In order to execute item 19 of the Federal Law «On Education in the Russian Federation» by the Ministry of Education of the Russian Federation it is necessary to finance the activities of the University's educational and methodical department as well as to speed up the introduction of the «Model Provisions» about the educational and methodical department. In higher professional education scientific, methodological and managerial work on assessing the quality of textbooks and manuals used by higher education institutions is significant, including their «unification» and «standardization» of individual training courses and University groups. This mission of educational and methodical departments is disclosed in item 19 of the Federal Law «On Education in the Russian Federation.» The educational and methodical association of higher schools of the Russian Federation on education in the field of applied geology was created in 1988. It has been acting based on MSGPI-RSGPU since then. In any case, today the coordination of more than 30 universities in Russia with their specialized geological faculties and departments are being realized. Yet, textbooks and teaching methodologies in applied geology being of high quality are recommended for using at high schools throughout Russia.

5. Training high-quality engineers at technical Universities requires reforming their relationships with scientific organizations (research institutes and design departments), RAS / FASO, the Ministry of Education of the Russian Federation and relevant science. It should be required not only to balance the innovative development of technical Universities so that they are actively pursuing research and development, but the educational mission of Russian research organizations (new and important task). Russian research institutes and design bureaus have emphasized mainly on the development of their postgraduate and doctoral studies so far. This is not enough.

6. Russian scientific organizations should teach the most gifted and educated senior students new scientific and industrial technologies. The relevant «training system of MPTI students» is known. It is necessary to create inter-university academic departments, research and education centers in all prominent research institutions, including the Academy of Sciences and industry Academies. Substantial scientific and educational reform on the level of our major cities such as Moscow, St. Petersburg, and Nizhny Novgorod, Samara, Yekaterinburg, Novosibirsk and a number of other major cities is on the mind. It is clear that such an overdue innovation requires special government financing and a new way of operating of institutes and design bureaus. A number of regulations of federal significance are needed to solve this problem.



CONCLUSION

The above-mentioned conceptual approaches need discussing and clarifying.

A preliminary analysis of the reports received shows a good understanding of relevant economic and administrative problems of the country by specialists in geology and geophysics, mining engineers and others.

We are sure that MSGPI-RSGPU will overcome all the barriers preventing from effective development during the crisis years under our «anti-crisis and innovative mobilization».

Of course, Russia has historically experienced a lot of large and small wars and upheavals. We are all interested in friendly relations with all countries of the world.

MSGPI-RSGPU is quite ready for the preparation of highly qualified geology staff for all countries, including the US, Canada, Australia, EU countries, the Asia-Pacific region and others.

Dear participants and guests to our scientific Conference! Best wishes! New creative and vital victories!

IN COMMEMORATION OF THE 70TH ANNIVERSARY OF THE GREAT VICTORY. GEOLOGY: IN THE COURSE OF BUILDING AND WAR

Kozlovsky E.A. Vice President of the Russian Academy of Natural Sciences, Member of the Supreme Mining Council of Russia, the Minister of Geology of the USSR (1975–1989), Professor

In 2015, the whole world celebrates the greatest event of the XX century, the 70th anniversary of the Victory of the Soviet Union and the countries of the coalition in the Great Patriotic War, the war when millions of soldiers and innocent victims of the fascism disaster were killed. Historians (yet again!) will chronologically present the facts and explain the essence and meaning of this huge event.

The Second World War was not only a battle of armies, but also a fierce fight of the economies. Therefore, below I will highlight one of the factors of the victory. It is the mineral resource complex!

Unfortunately, not only positive emotions accompany our memories. There is a visible process of rewriting the history of the Great War. The impression is that the united front is made to vilify and falsify the heroic past of our country, to revise the results of World War II.

After all, the international situation does not show us any generosity, i.e. love for Russia for its past, given not only for the freedom of Europe, but the greatness of our country.

It is extremely important for us to understand that national interests are the highest level of evaluation of all actions! It determines the path and the level of state development, to evaluate the role of the government and its ability to ensure the independence of the state!

Celebrating the 70th anniversary of the Victory of the Great Patriotic War, we must remember that geologists, prospectors of entrails of the earth did everything to ensure the economic development throughout the progress of the State. It is necessary to know and use during the new stage of the development of the country! The milestones of the history in brief.

The forefront of geology. A significant part of the mining industry enterprises were in the hands of foreign capital before the revolution. One hundred and eighty four foreign companies with the total capital of nearly 300 million rubles were established in Russia from 1901 to 1911. The share of oil, coal and

gold-platinum industries accounted for more than two thirds of the business capital. Most of the Donbass coalmines belonged to German industrialists. The owners of private mining companies preferred not to spend money on exploration work.

Exceptionally low level of geological knowledge of Czarist Russia territory caused the lack of exploration of its mineral wealth. According Vernadsky V.I., sixty one elements of the D.I. Mendeleev's periodic table were used abroad in the beginning of the XX century, whereas only thirty one in Russia. Moreover, there were only seventeen elements were known for deposits of proven or inferred resource.

In April 1929, XVI Conference of the All-Russian Communist party (bolsheviks) adopted the first five-year plan and the time of radical restructuring of the country's entire economy began. Solving fundamentally new problems required drastic changes in the methods of the geological service activities. In 1940, the production of capital goods of major industries increased by 17 times compared to 1913, and by 91 times in relation to 1920. The structure of the industry changed dramatically. In 1913 the production of means of production in Russia was only 34% of its volume, and in 1940 its share in the Soviet Union reached 61%, including engineering and metal 36%.

Those achievements were made possible largely owing to the selfless labor of the young geological industry workers ensuring the discovery, accelerated exploration and preparation for industrial development of many mineral deposits.

The estimation of the total resources made in the pre-war period under the leadership of Gubkin I. M. was of great importance for the development of oil exploration in the USSR and its regions. That work was based on extensive, scientifically rethought factual material and contained the quantitative estimate of the expected oil reserves, including the regions explored in the less degree.

Full reassessment of reserves for coal was made. Oil shale deposits were identified. High capacity power station operated on the base of explored peat deposits. The prospects for iron ore of known iron fields of Kursk magnetic anomaly, Krivoy Rog, Kerch and some fields of the Urals, Western Siberia were significantly enhanced. As well as this, a number of new geological objects of the Caucasus, the Urals, Siberia and others were prospected.

Systematic search and audit work carried out during the first five year periods by Soviet geologists, in addition to the two previously developed manganese fields (Chiatura and Nikopol), a number of new deposits of manganese in the Northern Urals (Polunochny, Berezovsky, Novo-Berezovsky and others) were explored. The whole province with manganese ore deposits of sedimentary and sedimentary-metamorphic cores of the Paleozoic period were

found. Mugodzhyry (Kazakhstan) in the southern Urals and Don (Kempirsai) chromite deposits being of unique quality and reserves of ores was discovered, as well as Shakhtama field in the Trans-Baikal.

On the eve of World War II the industrial importance for a number of large molybdenum porphyry copper deposits (Kounrad in Central Kazakhstan, Kalmakyrskin Uzbekistan and others) was proved. On the eve of the war industrial deposits of tungsten were prospected, the development of which being carried out in the ongoing prospecting process. They were Tyrnyauz in the North Caucasus, Akchatau in Central Kazakhstan, Langar, Chorukh-Dayron, Koytash, Ingichki in Central Asia, Kalgutinsky Altai, Dzhida in Transbaikalia, Alyaskit in the North-East of the USSR, and others.

Based on the use of mineral wealth discovered in the depths of the country, mining and processing industries of the USSR was a considerable success during the prewar period. Only for 12 years, the first three incomplete five-year plans (1929—1932; 1933—1937; 1938—1940), the coal production in the country increased by 4.7 times, oil — 2.7, natural gas — more than 10 times, mining of iron ore — by almost 5 times, manganese ore — 3.7 times, pig iron — 4.5, steel — 4.3 times, production of mineral fertilizers — 23 times, cement — 3 times. The production of aluminum, copper, lead, zinc, nickel, tin, and other non-ferrous and rare metals grew significantly.

Mineral base during the war. The Patriotic War demanded the immediate transfer of the Soviet economy to the war economy model. On August 16, 1941, the Soviet government adopted «Military-economic plan» on the period of the fourth quarter of 1941 and 1942 for the Volga region, the Urals, Western Siberia, Kazakhstan and Central Asia, which envisaged significant increase in the production of coal, oil, automobile and aircraft fuel, iron, pig steel, rolled products, copper, aluminum, explosives and ammunition, various military equipment.

That plan provided for the evacuation of hundreds of industrial enterprises to the east of the European regions, the construction of new power plants with the total capacity of 1,386 thousand kw and the construction of five new blast furnaces, 27 open-hearth furnaces, blooming, five coke batteries, 59 coal mines and others. The value totaled 16 billion rubles. The plan was not only fulfilled, but exceeded.

Soviet geologists of the pre-war years were able to create a rich mineral resources base of the country, providing it with the proven reserves of almost all kinds of mineral resources, and, most importantly, the ones that defined the scientific and technical progress. By the early 1940s, the proven reserves increased incomparably with the ones known prior to the October Revolution, by

6 times in terms of oil, 7 — coal, 5,5 — iron ore, 9 — chrome ore, lead, and zinc, 4 — manganese ores, 27 — copper. The share of the Soviet Union accounted for more than half of the estimated world's reserves of iron ore and oil. It is important to emphasize that, geological exploration in the Urals and in the eastern parts of the country during the pre-war years resulted in the considerable amount of prospected mineral resources. The new mineral resources base provided a significant increase in mining operations, development of new large enterprises of ferrous and non-ferrous metallurgy, construction industry, production of mineral fertilizers. Huge Magnitogorsk and Kuznetsk Metallurgical Companies constructed at that time played a significant role for providing the defense industry with high quality steel during pre-war years, and especially during the Great Patriotic War. It generally referred to the rare metals.

Our mining industry developed rapidly, but still not enough. It caused the lag of military equipment quality compared to their German analogue. It was especially noticeable concerning aircraft and tank manufacturing. The turning point came only in the course of the war, when mineral resources of the eastern regions of the country began being used, alloying metals and aluminum in particular.

The second half of 1941 was the time of great movements of the productive forces to the east. From July to December of that year 2593 enterprises including 1523 large ones were evacuated to the eastern regions. The world history had not known such large-scale movement of productive forces, as it happened in 1941 in the Soviet Union, and then under the new onslaught of the Wehrmacht in 1942. The sector included geology as well. The oil industry was no exception either.

The war set oil industry workers two main tasks. First, it was necessary to do everything to provide the smooth front and the military production with petroleum products in sufficient quantities, and, secondly, to take all measures to make it impossible for the enemy to extract oil from wells, being located temporarily on the occupied areas.

Oil and gas exploration in Western Siberia did not stop even in the midst of the Great Patriotic War. Large prospecting and exploration companies having experienced staff of geologists, drillers, drilling equipment, materials and machinery were deployed from the southern parts of the country to Bashkiria, Kuibyshev, Orenburg and Perm region. That promoted search, exploration and prospecting activities greatly, especially in 1942. The total volume of 1941—1945 of exploration drilling reached 427 thousand meters, exceeding 1.5 times the amount of exploration drilling during the whole five year period from 1936 to 1940.

In the fourth quarter of 1941 it accounted for 62% of the pig iron produced in the country, about half of the production of steel and copper, almost one third of the zinc and all aluminum manufactured during that period, and nickel, cobalt and magnesium. By September 1942, industrial production in the Urals had increased by 2.5 times in comparison with the prewar level.

The production capacity of metallurgical enterprises significantly increased after reinforcing with evacuated equipment. Magnitogorsk plant took the equipment of 34 enterprises, Nizhny Tagil, Chelyabinsk and Orsk of 13 plants. The first phase of a new steel plant in the Chelyabinsk region was built just for two and a half months. The capacity of the old ironworks of Zlatoust, Sverdlovsk and others were also expanded.

Exploration activities, primarily in the areas of operating smelters such as Tagil-Kushvinsky, Baikal, Magnitogorsk, Orsk-Khalilov and others were significantly activated to meet the rapidly increasing demand for iron ore. Exploration for iron ore was carried out in the areas of the Kuznetsk Combine in the fields of the Mountainous Shoria and Kuznetsk Alatau, in Western Siberia.

Due to the failure of the nickel mines in the Kola Peninsula the value of sulfide nickel ore in the Noril'sk region of Krasnoyarsk Territory and in the fields of silicate nickel ores in the Ural sharply increased. The latter were the main source of raw materials of Ufaley Nickel Plant.

The occupation of Ukraine caused the extremely acute situation concerning the industry provision with aluminum. There was only one of the five smelters left, situated in the Urals, being of low power. Therefore, emergency measures were taken to increase its capacity and construct new plants. In September 1942, the second phase of the Ural plant was put into operation.

During the war Dzhezkazgan and Balkhash copper ore mills were expanded. The major East Kounrad copper-molybdenum deposit was established and quickly mastered close the latter one. The copper industry of the country provided the needs for the defense industries completely.

The main part of the production of lead and zinc ores accounted for the deposits of Ore Altai and Karatau (South Kazakhstan), which stocks were substantially increased during the war years.

The increased demand for tungsten met by the deposits of Dzhida, Beluhinskoe and Antonov Mountain in Transbaikalia, Mulchihinskoe in Altai, Lyangarskoe and Koytashskoe in Uzbekistan, Chorukh-Dayronskoe in Tajikistan.

Ingichkinsky tungsten mine (Western Uzbekistan), built in record time on the basis of skarn deposits, and was launched on the day of the war beginning, June 22, 1941. Molybdenum concentrates were supplied by Balkhash plant, mines of Umaltinsk in the Far East, Pervomaiskii (at Dzhidinsky field) and Chikoyk in Transbaikalia.

Anticipating the inevitable military confrontation with fascism, the Soviet leadership strengthened the mineral resource base of all sectors of the economy, created new centers of heavy industry in the east. It should be recalled that such unique objects of mineral raw materials as the «Second Baku, the Volga-Ural oil and gas province, iron ore deposits of Mount Magnet, nickel deposits in the Murmansk region, bauxite deposit ‘Little Red Riding Hood’ in the Urals, Kolyma gold-bearing area, tin deposits Valkumey and Iultin in the Magadan Region, Ege-Hay in Yakutia, Tyrnyauz deposit of molybdenum and tungsten ores in Kabardino-Balkaria, Khaidarkan mercury mine in Kyrgyzstan, Verkhne — Kama deposit of potassium salts, Khibinogorsk apatite-nepheline ores and many others were discovered and explored in 1930s.

Thus, despite the temporary loss of the largest centers of the fuel and metallurgical industries in the European part of the USSR, the fuel reserves of crude ore stored before the war in other parts of the country, as well as the stocks of new deposits, accelerated efficiently during the war, allowed to increase gradually the volume of fuel production, iron and steel products (Table 1).

Table 1

Mining and production figures by year, million

Indexes	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1950
Coal output	165,9	151,4	75,5	93,1	121,5	149,3	261
Oil output	31,1	33	22	18	18,3	19,4	37,9
Iron ore output	29,9	24,7	9,7	9,3	11,7	15,9	39,7
Pig iron production	14,9	13,8	4,8	5,6	7,3	8,8	19,2
Smelted steel	18,3	17,9	8,1	8,5	10,9	12,3	27,3

Kozlovsky E.A. Lessons from the Great War. 2005.

The contents of the table show that the most difficult and critical in the production of coal, iron ore and iron and steel were the years of 1942 and 1943, and oil production — 1943 and 1944. Mobilized fuel and metal reserves, as well as coal, oil, ore, iron and steel mined and produced in the eastern regions of the country played a great role during the war. They were created on the eve of the war. Yet, in 1943, the level of coal mining, iron and steel began to grow, and from 1944, the production of oil and iron ore began to increase. In 1945, simultaneously with the beginning of the restoration of companies destroyed by the enemy there was a further increase in mining and producing fuel and metal.

Geological support of troop combat. The effectiveness of military geological service of the fronts depended not only on the organization of the work, but also on the theoretical foundations of military geology as a special applied science. Academician Fersman A. E. identified the following main tasks for military geologists serving the fronts of the Great Patriotic War. They can be listed as the following: the use of geological data for the construction fortifications, shelters, bunkers and pillboxes, trenching and trenches; data for geological structure of the area for the construction of underground mine galleries and warehouses; hydrogeology study to account for water conditions at different times of the year for the purpose of drying and artificial irrigation areas; hydrogeological conditions of the area, water resource surface, shallow aquifers for water supply areas of location of large military units, etc.

The situation demanded hard and fast decisions. Dozens of military geological units (VGO) were urgently formed to study the terrain, which had become the theater of war. They were to check the status of surface water courses and reservoirs, determine the depth of groundwater quality, watery, preservation of existing water sources, the possibility of cross-country terrain, the presence of mineral deposits for military constructions (crushed stone, sand, gravel, clay, etc.), evaluate forests in terms of their use as building material in order to disguise and overcoming them by tanks.

Military-geological maintenance of offensives of the 1st, 2nd and 3rd Belorussian Fronts in the summer of 1944 was carried out by VGO-1 (Chapovsky E.G.), VGO-5 (Rakhov G.N.), VGO-13 (Nizhegorodov M.F.), VGO-15 (Yankovsky A.A.), VGO-16 (Shapiro A.I.).

Military and geological service of the troops during the offensive in the lower reaches of the Kuban and the Taman Peninsula was served by VGO-8 headed by Kunitsyn P.V. and so on.

Restoration of the national economy. On August 6, 1947, the USSR Council of Ministers instructed the State Planning Commission of the USSR of the General plan for the economic development of the country for up to 20 years. The scientists of the USSR Academy of Sciences, industry research institutes, ministries, departments, national planning commissions, local party and government bodies, the Council of Scientific and Technical Expertise of Gosplan were involved in the work. The importance of the planned work could be judged from the fact that in August 1947 80 sub-committees were established for the development of the individual problems of the general plan.

One thousand and forty seven coal mines were restored on the liberated areas in a short time. Their annual output (in million tons): 44 of coal, 13 blast furnaces with the total capacity of 2.3 iron, steel furnaces 70 2.8 steel, 28 mills

with the annual capacity of 1.7 rolled steel, 40000 km of railway lines (40% of the total length of the pre-war lines in the USSR).

The hard task fell to Soviet geologists' lot. They had to explore rapidly and prepare the deposits of local building materials for mining, find the sources of water supply for restored settlements and industrial enterprises, take part in the preparations for the operation of the flooded and destroyed mines pits, compensate a number of reserves by the exploration of significant minerals lost during the war and at the same time search for new sources of minerals, including uranium and diamonds.

It should be emphasized that, despite the hardships of the war, geological service of the country did not curtail their activities. The fact that the number of the personnel working for the industry even slightly increased by the end of the war testifies to it.

In the early postwar period the reconnaissance and exploration for uranium was resumed in 1943, in the midst of the military confrontation.

The second major task of the geological service of the country was the development of raw material base for the oil industry. Already in 1943, the industry began to get a lot more material and human resources. Military factories settled down to the production of oil equipment. It was decided to demobilize oil specialists and return them to their former jobs. The measures taken in the second half of 1943 resulted in the oil production increase by 4% compared with the first half of the year.

In late 1957, the Minister of Geology of the USSR Antropov P.Ya. set up a commission to verify the direction of exploration work on the search for oil and gas in Siberia. The famous scientist, Doctorate of geological and mineral sciences A.A. Bakirov headed the commission. The Commission approved of activating the work in the north. However, the southern part of Western Siberia was recognized as unpromising. Then Hervieu Yu. G., Rovnin L.I., Salmanov F. K. and many other geologists accomplished a huge professional feat, for many years heading scientific and practical work on revealing the potential of the West Siberian oil and gas provinces.

Forty years after the Great Patriotic War, the Soviet Union made great progress in the economic development. Based on the use of mineral resources explored by geologists in the depths of the country during the post-war decades. The extractive industries of the USSR took made fresh gains. (Table 2).

Putting in order the system of reporting and inventory write-downs greatly contributed to that. The objectives of raw material supply of the postwar reconstruction demanded the improvement of its organizational structure.

Table 2

Mining and production figures by year, mln. t

Indexes	1945	1955	1965	1975	1985	Increase for 40 years
Coal mining	149,3	390	578	701		4,8
Crude oil production (including gas condensate)	19,4	70,8	243	491	628	32
Gas production, bln. m ³	3,3	9	128	289	632	190
Iron ore	15,9	71,9	153	235	247*	15,4
Steel output	12,3	45,3	91	141	154*	12,5
Mineral fertilizers**	0,25	2,3	7,4	22	30,8*	123
Cement production	1,80	22,5	72,4	122	132	73

*Actual execution in 1984

**Equivalent to 100% of the nutrients.

Source: Kozlovsky E. A. Lessons from the Great War. 2005.

On the eve of «perestroika». By the beginning of «perestroika», our country came to the following indicators:

- production of oil and condensate was 624 million tons (13 times higher than the pre-war 1940);
- gas production — 727 billion M3 (227 times);
- coal mining — 700 million tons (4.6 times);
- iron ore — 251 million tons (8 times);
- production of mineral fertilizers increased by 45 times compared to 1940.

Further production of the above (and other) kinds of minerals: oil — up to 625—742 million tons, gas — up to 835—850 billion m³, coal — to 780—800 million tons, etc. was planned to rise for 1990.

From the history of the mineral resources studies it should be remembered that sustainable development and the enviable political situation in the world ensured the single body of research over a significant period of history of the USSR and Russia. The Soviet period, with its intricate history of development has reasons to comprehend the covered way.

- The centralization of geological prospecting and exploration was completed. It included 50 scientific and research institutes, 60 research and production (including regional) organizations, 30 factories producing geophysical drilling and other equipment.

- Vigorously technically well- equipped geological service of the country with an extensive network of regional branches was organized.

— An extensive network of research institutes was formed. Research institutes carried out scientific research on 20 main problems: general geological work, geocataclisms, entrails protection, energy resources, ore raw materials, non-metallic raw materials, groundwater, mineral raw materials synthesis, methods of prospecting, geophysics, aerospace survey, in-depth study of the subsoil using deep drilling and geophysical sensing, the study of near and far space, including the Moon, geoinformatics and others.

Geological service of the Soviet Union did not confine to itself. It actively developed mutually beneficial relations with many countries. Gratuitous assistance to a number of former colonies was rendered. For example, specialists were trained and contracts for exploration and mining operations were made.

By the end of the considered period there had been no more blind spots on the geological map of the country. All the territory was photographed on a medium and small scale (1: 500 000). Besides, the program of large-scale geological and specialized surveys was launched. This provided the basis for further in-depth searches, which were secured by great theoretical achievements of geological science. The results of scientific and technical progress in the industry allowed to bring about the deep drilling program, geophysical geotraverses, aerospace survey and others.

«New» **Russia**. Russia has inherited from the Soviet Union the top position of the country provided with mineral resources. Russia's share of world oil reserves (in%) 13, gas — 32, coal — 11, lead, zinc, cobalt, nickel, iron, from 10 to 36, etc. D. The gross value of the proven and preliminary estimated reserves is about \$ 28, 5 trillion.

Mineral resources complex of Russia (MRC), created before the 90s and being more resistant to survive under reforming compared to other sectors of the economy, turned out to be in the critical state. Nevertheless, it continues to be of fundamental importance for the national economy, saving it from a deeper crisis.

It should be noted that the fall in the GDP, industrial and agricultural production in Russia among world economies during the economic crises of the XX century was the most sizable. Neither the First World War with the October Revolution of 1917 nor the Second World War led to such a considerable drop. According to the most conservative estimate, for the period of the crisis Russia's national wealth has declined by more than two times, the efficiency of its use has significantly deteriorated. For example, Russia's GDP in 1998 decreased to 55.8% in relation to 1989. Industrial production fall reached 40.9% of the 1990 level.

We should emphasize that it took the US four years to recover after the beginning of the Great Depression (1933), and only eight years later the economy reached the pre-crisis level of the GDP, i.e. in 1937. Russia spent 8 and 17 years respectively.

We have lagged behind in the economic development among other countries. Our share is only 1.5% in the global production volume of gross output. The situation is even worse concerning the high-tech products, defining the modern development. We manufacture only 0.3% of the world production, 36% of the US, 30 % of Japan, 17% of Germany. Labor productivity in Russia is 3—5 times lower than in the United States and other developed countries.

The exorbitant growth in export of mineral complex products, observed in the years of perestroika, has a negative impact on the development of the Russian economy. We can speak about the following aspects in particular.

— Increased export of mineral resource products with a sharp decline in the production does not only increase the imbalance between production and consumption, but also worsens the macrostructure of the economy, approaching the raw materials export model more and more.

— Exaggerated development of energy resources and the main liquid metals export led to the decline in raw material provision of the national industry and limited the possibility of its effective operating.

— Export of strategic and critical types of minerals was not accompanied by the effective use of foreign exchange earnings in the industrial sector.

— Finally, raw materials export orientation is developing. That increases the dependence of the social and economic situation in Russia from the world market price and discriminatory actions against Russian producers.

Policies in the sphere of national mineral security requires taking into consideration the consequences of mineral resources globalization and the realization of our country's part in the future global mineral resource provision. Russia has vast natural resources. On the one hand, they are a solid foundation for prudent management. However, on the other hand, they could be attractive for cooperation and a tasty morsel for the «new aggressors.»

Mineral and other natural resources of our country are not only the main tool for the country to overcome the protracted crisis and transit to new technologies, but are also a great defensive force. Unfortunately, there are those who desire to repeat the aggressive experience of the Great Patriotic War. We must remember it!

Organizing role of the state. We are now silent about the main factors of our victories. It is the organizing role of the state. In late 1994, «Statement of Nobel laureates» appeared in the west. Our compatriot Leontiev V.V. was

among the signatories. He was never tired of repeating the need for combine the plan and the market, proving convincingly that planning at all levels, from the enterprise to the national strategy of economic development of the country, is vital since economic activities without common purposes are meaningless.

J. Galbraith outlined his position on a government role for the country's economy very clearly in his interview for the magazine «The problems of management theory and practice» (№ 5, 1999). «If you take the normal conditions, rather than the current state of crisis in Russia, the general formula is economy generally works well in the capitalist society, if the state controls about 50% of the GDP.»

Thus, the return to the state, but indicative planning of main indicators of the national economic development, as it is done in all developed countries, is inevitable. In this case, the state must define and control the level of prices for goods and services, actually determining the «rigidity» level of planning. It is necessary to set fixed prices and tariffs for energy, fuel, oil, transport services and other products of natural monopolies, as well as the maximum retail prices for consumer goods of prime necessity. Furthermore, it is worthwhile to provide the demanded parity between the prices for agricultural products and the prices for industrial products for agriculture on the principle of the state regulation for prices. This is not a complete list of the things to be done.

Nevertheless, the issue of the first priority for Russia is to determine new state mineral resources policy, based on the long-term research system of mineral resources, being scientifically and organizationally an executive link of the system. Geology has always been forward-looking for the economy. Geology humiliation are associated with mismanagement and lack of understanding of its role for the future development of the country. It is a chronic disease of the country's leadership. The sooner we eliminate the symptoms, the sooner we proceed the path of introducing new technologies using mineral resource potential. Apparently, this is one of the primary political and economic problems, the necessity of solving which are demonstrated not only by the lessons of the Great Patriotic War, but the level of development of our country over the past 100 years.

There are questions of strengthening the political and economic situation in the world and in every state, Government's responsibility, and, finally, their erudition and ability to create the conditions for safe national development.

Integrative globalization is one of the most important measures aimed at strengthening the position of the West, especially of the United States. Recently introduced the term «globalization» using under the guise of something positive and natural is a purely ideological fiction, covering the new world order that the

United States and their partners are rushing to set in the wake of the collapse of the USSR. Another name for it is the hegemony of the «golden billion».

National security is the basis of the state. It follows that we must be wary of the principle of national security. We must understand that the example of many countries indicates that the sovereignty of the state and its integrity depends primarily on the political line of the government and the preservation of their national values among which mineral resource potential (and all natural resources) is the property of the people, their future and hope!

It is time to talk about Russia's innovation defeat, the rejection of the economic and social systems of innovations, inventions and creative activity. This is alarming!

Meanwhile, the financial crisis has not only entered every Russian company, but also every family. He is definitely systemic, i.e. destroys economic ties, stepped over the perspective development of the country, which just began developing, devalues national values and destroys the society fundamentals.

In the 90s, after the collapse of the Soviet Union, the markets became global. They almost mastered the whole world. The world capitalist elite are forced to stimulate demand artificially where it is possible, for example, by pumping credit.

It seems to us to be more deeply appreciates external threats and the «pressure» that show countries of the West, devoid of strategic mineral resources, especially energy.

Administrative and legal organization of the state, its present character, devoided of dynamism and ability to adapt to rapidly changing domestic and international processes, significantly reduces the level of economic security of Russia.

What should we do first? Criticizing Russia's approach to the reform, the famous economist John Stieglitz spoke very favorably of the Chinese. The contrast between the strategies (and the results of the development) of two largest countries, Russia and China, he said, is very instructive. For ten years (1989—1999), China's GDP almost doubled, and it fell by almost two-fold in Russia. In the early period Russia's GDP was by more than two times higher than China's. At the end of it became less than a third. J. Stieglitz pointed out that China has been able to build their own path of development without using «recipes» of consultants from the IMF.

Based on the problem of the priorities of state policy in the field of geological study and reproduction of SMEs, it would be appropriate:

— reconstruction and development of the strategic subsoil research of Russia in order to create the advanced growth and reproduction of mineral resources at the expense of the state and subsoil users;

— radical improvement in the structure of the mineral resource base through enhanced forecasting and mineralogical and search and assessment work for strategic and short supply kinds of minerals, especially uranium, manganese, chromium, high-quality bauxite;

— continuation of geological and economic re-evaluation of mineral resources base taking into account the conditions of the market economy and the global environment;

— the creation of economic conditions for improving the system of mining in order to reduce losses of minerals in the ground, their dilution and others.

According to the forward-looking patterns, Russia may face the problem of large-scale deficit of profitable stocks in most major minerals in the near future if drastic measures are not taken in the area of the domestic system of sub-soil use and creation of effective economic mechanisms.

Hence, it is necessary to recognize the special role of professional analysis and prognoses for mining.

We must look for new ways! It is extremely important today to «breathe» into the remaining industrial and scientific geological organizations the hope for the future, in particular, for the revival of mineral resources research system and the need for the trade union for specialists linked by the desire to raise the fallen banner of Geology, hope and faith in the powerful mineral base of Russia as an integral part of the national security of the country, the belief that the work of a geologist is urgently needed and extremely important for the country!

The political aspect is the major direction. We cannot help dwelling on the main issues arising from the foregoing.

1. Russia has no strategy and philosophy for the state. In the meantime, they should determine the political, moral and practical activities of the government and their subordinate structures. Taking into account that we have marked time for more than two decades, we have failed to make conclusions from the past! Ninety seven percent of the population, according to sociologists, believe that they can in no way affect the decisions taken by the authorities, and, of course, are not responsible for them. This returns us to the scheme of social antagonism, «we» and «they», which deprives the modernization of the chances of success.

Thus, the social aspect, the dream of their civilized imperatives for the renewal and development of Russia is no less important than technological and economic innovation.

One of the most important modern technologies is the algorithm for design of the future. They are methods of trend analyses, forecasting future changes, the analyses of possible scenarios, risk assessment and management.

Today, to take serious visionary solutions in key areas of life, social, economic, educational, military, technological, and a number of others, it is necessary to look 25—30 years ahead.

2. The political line of the state should give the possibility of a strategic economic development of the country with a clear view of the objectives, priorities, regional plans, national security, etc. This is an essential element for bringing together people, organizations and businesses.

3. It is particularly important for the economic security to act as a dynamic concept of balanced and sustainable economic development. It defines the goal of economic policy that is to put the society on the track of dynamic development.

4. National security is related closely to the problem of state intervention in the economy. Only remembering this fact, we can talk about there are signs of security in government economic policy.

5. It has become apparent that one of the key requirements for the strategic planning of both the national economy and the company at the present crisis stage of development is not only the planning of technical and economic performance of resource management, and the development of criteria and parameters for a multi-faceted economic security.

The first step is to adjust the concept of Russia's security in accordance with the new conditions of the development of the society, to develop new national security priorities with a view to ensuring the country's strategic mineral resources and their products; to develop a modern system of principles for the priority areas in order to implement social reforms aimed at ensuring the quality life of Russian citizens.

After all, Winston Churchill, our system enemy, is right, «Two things turn the crowd of people into a nation: great common past and shared plans for the future.» Historians understand it well. Vernadsky G. (Academician, Vernadsky's son) in his detailed work «Russian History» (M.: Algraf. 1997) writes: «The Russian people are not just prolific. They are gifted people, whose contribution to world culture in literature, music and fine arts, theater, ballet are appreciated by all who are familiar with the history of art firsthand ... At the turn of the XIX and XX centuries, Russia went through the process of rapid industrialization. In connection with a particular form of the government that emerged there in 1917, and tense relations between the government and Western states in 1940–1950s, Russia's technological progress caused various feelings in the Western world, from admiration to distrust and fear ... ».

However, the main question is, unfortunately, remains unanswered! How has the nation, which won the greatest battle, become a third-rate country in

the political, economic and security terms? What caused the loss of the huge life potential? Who has brought us to this?

It is important for Russia to answer these global and sore questions in the court of history. Having answered them we will, finally, find the Russian way of development, which will provide our homeland with stable economic development and high level national security in the long term!

Why have we lost so many people's lives in their prime? For the sake of stability and prosperity of Russia, the Motherland, we associate the hope for the future!

LITERATURE

1. *Andrianov V., Kosygin M.* Young Guard. 2003.
2. *Bezmyansky A.* Special folder «Barbarossa». M. Novosti Press Agency. 1972.
3. *Vernadsky T.V.* History. M. Algraf. 1997.
4. *Wert A.* Russia in the war of 1941—1945. M. Publishing House «Progress». 1967.
5. *Voznesensky N.A.* The war economy of the USSR during the Great Patriotic War. M. OGIZ. 1946.
6. Geological Survey 1941-1945. Front and rear. M. JSC «Geoinformmark»
7. *Eystrakhin V.A.* Mineral resources in World War II. M. JSC «Geoinformmark.»
8. *Kozlovsky E.A.* Prospector. On the 40th anniversary of the Great Victory. Exploration and conservation of mineral resources. № 5. 1988.
9. *Kozlovsky E.A.* Russia: mineral resources policy and national security. M. Publishing House of the Moscow State Mining University. 2002.
10. *Kozlovsky E.A.* Economic security and investigation of mineral resources. Mine Surveying and subsoil. № 5—6. 2008.
11. *Kozlovsky E.A.* Lessons from the Great War: geology and national security. M. VNI-Igeosystem. 2009. 598 p.
12. *Kozlovsky E.A.* and others. The history of the Great War. 2 vols. Iness-Rebin. 2010. 592 p.

ENVIRONMENTAL AND ENERGY PROBLEMS OF COMPREHENSIVE EXPLOITATION AND CONSERVATION OF NATURAL RESOURCES

The author: prof., *Valery Zakharov*, e-mail: ipkon-dir@ipkonran.ru
Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources RAS, Moscow.

Ecologically balanced and energy-efficient development of the mining industry in the world, the basic object of which is the natural and technical geosystem and processes of anthropogenic impact on rock mass, initially located in the natural geodynamic, hydrodynamic and gas-dynamic equilibrium, in order to extract and subsequent processing of minerals, currently faces the challenges of the fundamental nature.

As a result of human technogenic intervention into the lithosphere a huge number of cavities and voids in the form of waste mines and quarries are formed in the bowels of the earth, balanced tense state of masses changes, the groundwater and surface water mode breaks and the surface of the Earth itself deforms.

The total quantity of the staff extracted from the lithosphere annually, and its distribution by types of minerals is listed in Table 1.

Table 1

Volume and structure mining

	Raw material type	Total production Share, %	Annual mineral resources production, bln.t/year	Annual rock production, bln.t/year	Annual rock mass production, bln.t/year	Specific volume of rock production, bln.t/year
1	Ore inc.	14,6	72,3	484,1	556,4	6,7
	Ferrous metals	9,9	49,0	339,6	388,6	6,93
	Non-ferrous metals	4,7	23,3	144,5	167,8	6,2
2	Nonmetallic inc.	62,9	311,7	358,5	670,2	1,15
	Mining chemistry	4,8	23,8	41,8	65,6	1,75
	Building materials	58,1	237,9	316,7	604,7	1,1
3	Energy inc.	22,5	111,5	234,2	345,7	2,1
	Coal	10,7	53,0	114,0	167,0	2,15
	Total	100	495,5	1076,8	1572,3	2,17

The growing technological pressure on natural ecosystems leads to their rapid and often irreversible damage, which in its scope gradually becomes global. The total quantity of substances extracted from the lithosphere and included into the turnover on the Earth's surface in one or another way ($1.573 \cdot 10^{12}$ tons / year) is almost 85% of the global value of the dry weight of the biomass of all the continental ecosystems ($1,842 \cdot 10^{12}$ tons/year), that is 31% of the fresh weight of the animals and plants inhabiting the land of the planet (Tab. 1 and 2).

Table 2

Biomass terrestrial ecosystems of the Earth (dry weight / fresh weight)

	Ecosystem types	SquareIn km ²	Biomass value	Specific biomass Kg/m ²	Biological Primary *10 ton/year	Productivity Secondary *10 ton/year
1	Land nature ecosystems	131	1792,9/4484,2	13,7/35,62	109/253	0,86/2,56
	Forests of all types	48,5	1650,6/4126,9	34,0/88,4	74/184	0,44/1,3
2	Land used by man	14	14,1/35,1	1,01/2,63	9/23	0,01/0,027
3	Water ecosystems of the land	4	30/150,5	1,7/19,3	4,5/22,5	0,042/0,21
4	Continental ecosystems	149	1837/4669,8	12,3/31,98	115/299	0,9/2,8
5	Marine ecosystems	361	4,9/24,8	0,015/0,049	55/274	3/15,1
6	Earth total indicator	510	1840/4694,6	3,6/9,2	170/573	3,9/17,9

Converting the amount of extracted rock mass parameters into similar to those of biological productivity, we can see that even at our time for each square meter of the land surface annually accounts for only 4.08 kg of waste rock extracted under the production of mineral resources. That is 5 times the specific finished productivity of all terrestrial ecosystems, and 3.6 times more than the annual specific productivity of the natural biota in general.

The paradox, at the same time, is that the progressive nature degradation takes place against the backdrop of rapidly rising costs of humanity for its protection.

Therefore, the search for ways of resolving environmental conflicts between growing requirements of the society for natural resources and the urgent need for preserving the natural biota of the Earth, as a determining factor for

the preservation of the humanity, is today the vital problem for both mining sciences and the Earth sciences as a whole.

Mining and metallurgy, mining and chemical, construction and energy complex occupy one of the dominant places in the global industry development. People extracts annually 1.5 trillion tons of ore, fuels and construction materials from the bowels of the Earth for the effective functioning of the industry. Solid mineral mining industry takes the first place in the formation and accumulation of solid waste on the surface, the amount of which is not less than 65—70% of the total production.

The lithosphere resources are mined for the development almost all spheres of the economic activity. Virtually all anthropogenic material world is built and operates through direct or indirect destruction of certain areas of the lithosphere and the subsequent use of the obtained substance. According to recent reports, minerals provide the raw materials and energy foundation for the production of 70% of the range of the final product of the human society.

Our entire economic system consists of people, means of production and wealth. A huge quantitative growth has been its most prominent feature over the past centuries. The population has grown at a rate far greater than previously known, but that unprecedented increase has been possible due to more rapid expansion of material goods production. Over the past 100-odd years the Earth population has grown from 1.6 billion people up to 7.2 billion people.

In this case, the first doubling of the population was for 65 years, and the second — for 38 years. By 2050, the world population could reach 10.0 billion people.

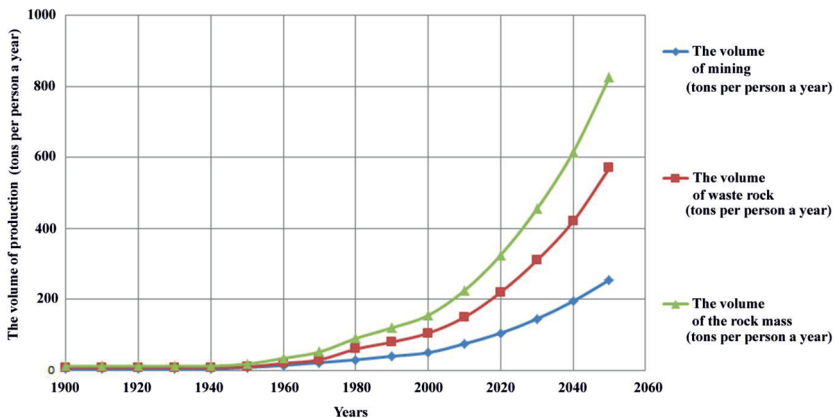


Fig. 1. Specific production of the lithosphere staff

During the same period the lithosphere staff production, based on one person increased from 10 tons per year to 220 tons. (Figure 1.)

Figure 2 and Table 1 also show that due to geological reasons the actual mining of minerals having economic value, is always accompanied by the inevitable production of waste rock (curve 2) in an amount substantially exceeding the amount of minerals (curve 1).

The rapid growth of the economies of developing countries, especially China, India, Brazil, Indonesia, Mexico, and Malaysia has led to a sharp increase in the consumption of mineral resources in the world (Figure 2).

If the growth rate of mineral resources consumption persist and the technology of mineral developing and processing will not have changed by 2050, the volume of development of the rock mass can reach 9 trillion tons per year, or about 900 tons (person per year) (Fig. 1). The Earth will not stand such scale of anthropogenic interference with the lithosphere and the waste amount of the mining production and we shall have a planetary scale ecological disaster.

It is impossible to convert waste into raw materials without power consumption, which inevitably results in the waste heat, it not being renewable. Nature can regenerate some kinds of waste, but it takes time and leads to the danger

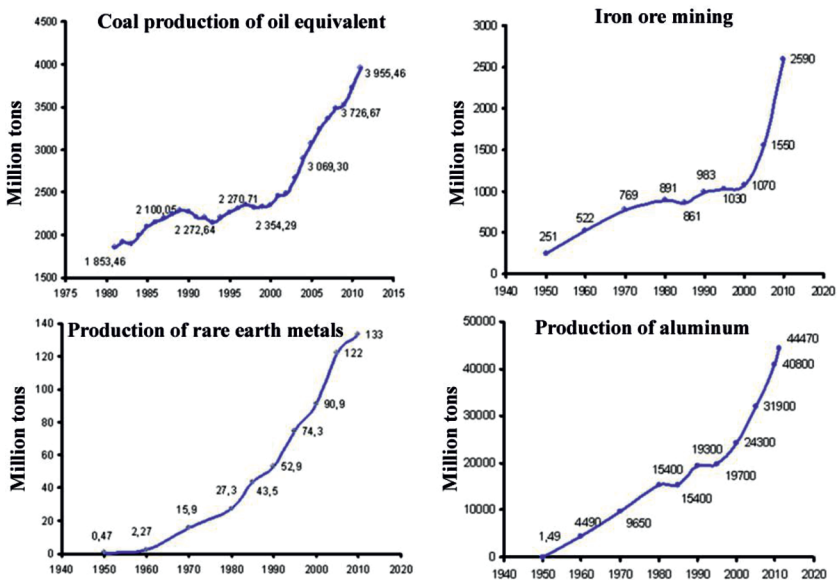


Fig. 2. The increase in the consumption of mineral resources in the world

of natural system overloading. Theregeneration possibilities are limited with the process of material and energy dissipating, or the second law of thermodynamics. The substance can renew, but the efficiency is always much less than 100% and energy is non-renewable at all. That is why quantitative and qualitative development of civilization will always require a certain level of production from the earth minerals and, above all, energy raw materials. The growth rates of energy consumption in the world (Figure 3) and low energy efficiency of the mining production, especially in Russia confirms the statement (Figure 4, 5, Tab. 3).

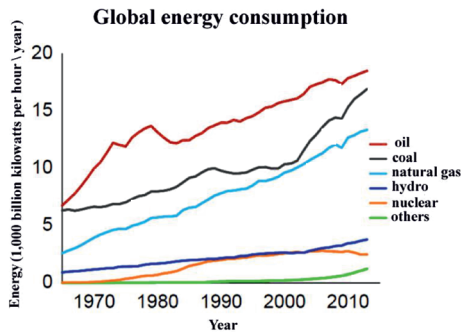


Fig. 3. The world consumption of electricity

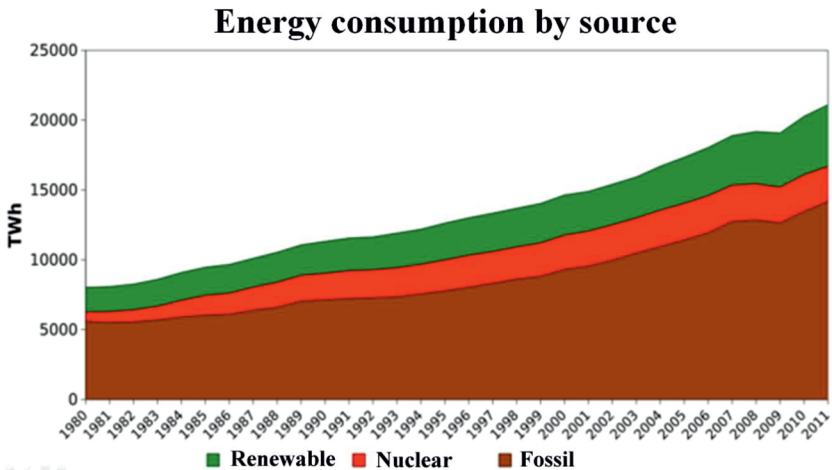


Fig. 4. Energy consumption by type of energy-generation

Table 3

**Electricity consumption by energy-intensive industries by economic activity
(billion kWh)**

Economic activity type	2007	2008	2009
Minerals production	102,9	111,1	108,7
Processing industries	303,2	334,4	268,9
Food production, including beverages and tobacco	14,0	15,5	13,4
Pulp and paper production, publishing and printing activities	16,5	22,9	16,1
Coke and oil-refining product production	16,8	16,9	16,7
Chemistry production	35,8	38,4	33,4
production	149,6	158,9	134,9
Machine and equipment production	8,8	8,9	10,1
Electronic, electrical and optical equipment production	6,0	5,3	5,3
Transport means and equipment production	11,8	11,3	11,6
Power, gas and water production and consumption	92,5	107,9	105,9

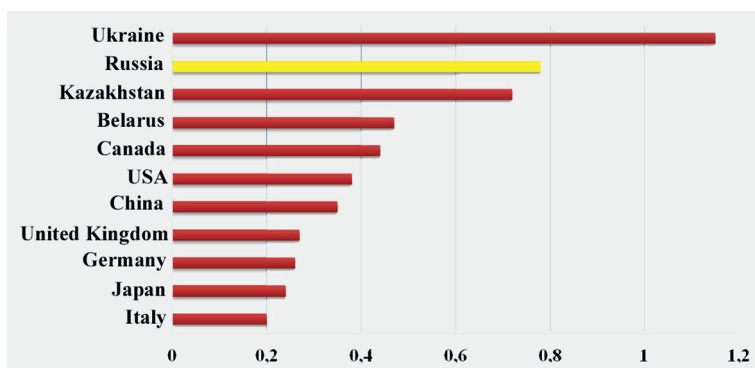


Fig. 5. The energy intensity of the GDP in the world, toe / thousand USD

Therefore, it is clear that drastic means of preserving the natural biota of the Earth would be re-utilization of the raw materials within closed cycles of their circulation. However, analyzing the structure of mining (Table 1) and the nature of future use of each type, we can confidently say that the possibilities of the ways for reducing human pressure on the rock are very limited. The most essential part of the raw stream from the lithosphere is nonmetallic raw materials (mainly building materials) and are used in a way that re-using it in the original as it is practically impossible. Therefore, any increase in the consumption of these raw materials requires a proportional increase in the anthropogenic disturbance of the lithosphere and commensurate loads on the biosphere. There is the similar situation, concerning energy raw materials because of the complete non-renewable energy derived from it. However, some opportunities to reduce anthropogenic pressure on the biota in the mining industry sector still exist due to improved energy efficiency, use of renewable energy technologies, limiting the uncontrolled use of energy and encouraging exploitation of a «clean» alternative energy sources.

Most realistic prospects for reducing the environmental impacts of mineral complex due to the regeneration of products derived from crude ore is just 14.6% of the total mining and 42.5% in the annual mined rock. The possibility of recovery of metals are largely restricted by the technological and economic conditions, as well as the period of existence of these metals. It should be noted that metal recovery requires additional energy consumption and, therefore, the environmental impact of the re-use will be significantly weakened. Thus, although the method of resource can play an important role for solving local environmental problems, it will be unable to decide these problems in the future. Further development of the consumption level in our society will always be associated with the growing need for obtaining mineral resources of the lithosphere. In these circumstances, the construction of a technocratic civilization based on extensive process of wasting the reserves of matter and energy accumulated throughout the planet development history is associated with a number of significant problems.

This is primarily due to the uneven distribution of mineral resources on our planet and consumption volumes by the countries of different technological development levels (Table 4).

Secondly, it is the degree of orientation of the world's economies in the mineral sector (Figure 6)

The presented data on the growth of energy consumption, increase in the production of mineral and energy resources show that their reserves, at least concerning technologically available ones, will gradually scare and in the future

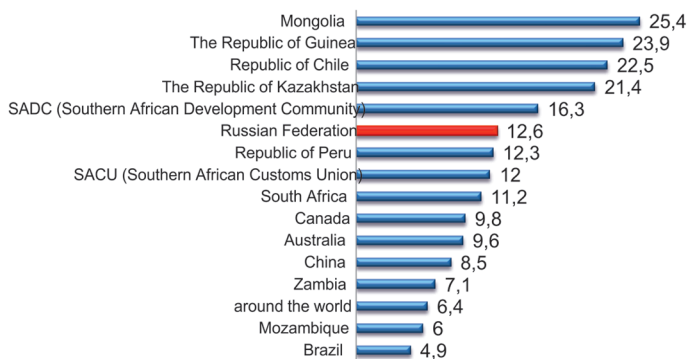
Table 4

The world's resources availability and consumption, %

Countries	Population	Resource availability	Resource consumption
USA	5	6	40
EC	15	10	40
RF	3	25	5
The rest world	77	59	15
The whole world	100	100	100

Distribution of reserves of mineral resources and population

Mineral resources	Countries	World population share, %	World reserves share, %
Oil	14	32,6	85,0
Gas	6	9,0	66,7
Uranium	7	5,0	80,0
Coal	7	46,0	78,0
Iron ore	7	33,0	69,0
Manganese ore	8	7,5	88,0
Copper	7	29,0	63,0
Nickel	5	4,0	84,0
Lead	8	29,0	69,0
Zinc	10	42,0	87,0
Tungsten	5	25,0	83,0
Molybdenum	6	25,0	75,0
Phosphate	8	9,0	81,0


Fig. 6. The contribution of mining industry to the GDP in 2010

exhausted. Resource replacement will prolong their lives, but not create new ones. Moreover, since the person is the only biological species living outside the solar energy budget, he will inevitably come out of balance with the rest of the biosphere, which has adapted to a fixed flow of solar energy for the long evolution. It is natural that such a discrepancy of methods for obtaining energy will lead to the most adverse to human forms reaction of the Earth's lithosphere. Raw materials of lithosphere, of course, have to be spent. Nonetheless, this process must find the form for the payment for the development of human civilization not to be the complete destruction of the natural biota of the Earth.

Currently used geotechnology under the development of mineral deposits has a number of common drawbacks, defining the main negative consequences of anthropogenic impact on the Earth's lithosphere.

These disadvantages include:

1. The inadmissibly high degree ratio of disturbance of the rock mass (the volume of extracted rock mass) and useful amounts of mineral raw materials (1-7 tons of rock).

2. Huge amounts of energy spent on the destruction, removal and recycling of the rock mass into a useful product.

3. Storage of unused processing waste on the Earth's surface.

4. The violation of natural hydrodynamic regimes of the surface and groundwater, the reduction and disturbance of soil fertility and the withdrawal of huge territories from cultivation.

5. Pollution of large amount of water used for industrial processes of extraction and processing.

6. The Earth's surface and atmosphere pollution with the mining and processing industry by-products, such as solids, including nano-sized ones with unexplored properties and the negative impact on the biosphere and the atmosphere.

The above analysis of the development and operation of mining complex shows current trends and challenges for the further evolution of human civilization on the Earth.

The most basic and obvious contradiction under this approach is that resources and energy spent to protect the nature, man can get only by man-made destruction of this nature, and above all the Earth's lithosphere.

What are the possible ways of environmentally acceptable, energy-efficient and resource-renewable development of the Earth mineral complex at the present stage of the technocratic civilization?

The remedy here is seen as giving the anthropogenic destruction of natural ecosystems of biota biologically reversible character, allowing localize these

fracture over time due to its different scale in the development of man-made and biogenic processes. Besides, this problem is of complex nature and contains two components, closely interconnected provided we take into account the ultimate goal:

- the creation, on the basis of knowledge of the laws of nature, scorecards, regulating the amount of external load on the lithosphere mining geosystems;
- the creation, on the basis of knowledge of the laws of the technosphere development, technical standards and technologies controlling the level of external influences in a biologically reasonable ranges.

The main task and the object of the research is not only to study the fact of anthropogenic impact of the production in the country on the nature, but also the search for new ways of eliminating the causes by means of the targeted selection and creation of technologies that will allow not to exceed the natural biota perturbation threshold.

The technical component of these systems includes the entire set of actions for recovery of the lithosphere, only that part of its substance, which is necessary for the existence and development of modern technocratic civilization at this stage of development.

For the development of environmentally sustainable and energy-efficient geotechnologies, it is necessary to make a research to obtain new knowledge about the physical and mechanical, mechanical and chemical, thermodynamic, structural, mineralogical properties of rocks and minerals. Cycle research implementation and development of new technologies, technological processes and equipment for the entire range of products for mineral complex with an environmentally acceptable level of interference in the lithosphere of the Earth.

THE FUNDAMENTAL BASIS FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS INDUSTRY

A.N. Dmitrievsky,

Academician of RAS, Director of the Institute of Problems
of Oil and Gas of Russian Academy of Sciences

At the turn of the centuries, the oil and gas industry of Russia faced unprecedented challenges that created the need for a paradigm shift of the technological development of oil and gas complex of Russia. Nowadays oil and gas production in the traditional regions, supplying the bulk of oil and gas, is characterized by:

- concentration of oil production in high-yield stockfields;
- sharp decrease in the proportion of active and increase in the share of oil difficult to extract;
- decrease in the average recovery factor both for particular regions and the country;
- completion of the giant fields having unique oil and gas reserves, which development began in the 60s and 70s;
- rapid stock depletion of cheap conventional Cenomanian gas fields in Western Siberia;
- oil and gas stock depletion being deposited at depths of up to 3 km.

Especially great difficulties arose in the oil industry. Neither oil-producing country had to solve such drastic and far-reaching problems in relatively short time. We were let down, as always, by our wealth: a huge number of large and giant fields of light low-viscosity oil located in the natural reservoirs with high-capacity collectors. Carefully proven technology to maintain reservoir pressure was created especially for those deposits, which made it possible to leave often very large deposits «until better times», but the parameters of that did not allow to use the technology. Such time has come. However, it does not turn out to be the best, particularly for implementing expensive technologies in the context of the global financial crisis.

Search and exploration of oil and gas fields

Natural depletion of traditional deposits usually not being deeper than 2000—3000 meters causes large-scale industrial development of the depths of 3—5 km, and in some regions of 5—7 km.

Great depths mean sophisticated geological conditions, different fluid dynamics, the development of oil and gas reservoirs modified by catagenetic transformation that is higher temperature and pressure. We need new scientific, technical and technological solutions to both 7–10 km depth oil and gas potential justification and the possibility of real oil and gas production from these depths.

In recent years, strong evidence for quite widespread fluid-saturated zones in the lithosphere has accumulated. Geophysical work at the depths of 10–25 km has found the anomalies characterized by seismic velocity inversions, electrical conductivity changes of rocks and other effects. These anomalous zones, being fractured rocks and fluid-filled, are proposed to be called the crustal waveguide (CW). The mechanisms for dilatancy and compaction, which are implemented in the crustal waveguide, are described. Dilatancy effect is connected with the opening of cracks and filling with CW fluids, including deep hydrocarbons. In the compaction fluids to a greater or lesser extent, are squeezed out of the crustal waveguide and move toward lower pressures in the upper layers of the Earth's crust, actively «washing» sedimentary strata. Similar processes ensure efficient collection of micro oil in a deposit. In addition, both oil and gas of organic origin and deep hydrocarbons can accumulate in the emerging field (Figure 1).

Extensive factual material, indicating polygenic oil and gas are collected. It is not just about the possibility of biogenic and abiotic genesis of hydrocarbons, but what is most important, about the subordination of any process of formation of oil and gas to global processes of energy, dynamics and degassing of the Earth. The upper horizons of the Earth's crust, where the oil and gas reserves developed today are located, are subject to exogenous and endogenous processes causing atmosphere- biosphere-lithosphere interaction. All above mentioned is reflected in the specific oil and gas formation processes and characteristics of hydrocarbon deposit formation. According to the concept of polygenesis, the determining role in the oil and gas formation process is given to the energy and fluid potential of the Earth. In fact, endogenous energy and fluid dynamics are critical factors in the maturation of the organic matter, formation of micro oil, its collection in the reservoir, as well as mineral synthesis of hydrocarbons. The advantages of the hypothesis of oil and gas polygenesis are obvious. It allows us to represent the hydrocarbon formation process not from the standpoint of opposing antagonistic directions of biogenic and abiotic genesis, but from the one of a single process of hydrocarbon formation. It makes possible to establish the influence of exogenous and endogenous factors, link the processes of transformation of organic matter during diagenesis and catagenesis with endogenous energy and fluid dynamic processes and assess the impact of

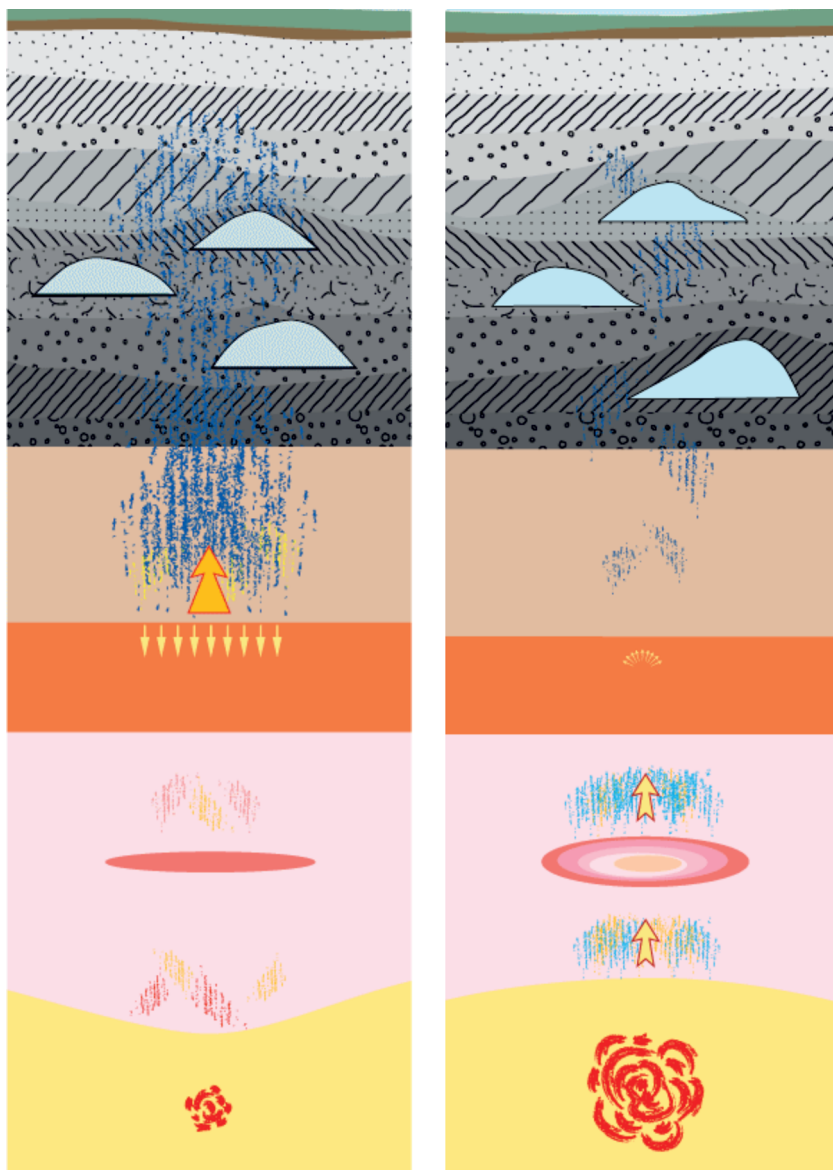


Fig. 1. The mechanism for the «work» of the crustal waveguide

fluid-saturated zones of the Earth on the features of the formation of oil and gas in the Earth's crust.

Crustal waveguides and structural and real formations of these similar properties are quite widespread. These are dissipative structures, the formation of which is provided by the endogenous flow of energy and fluids. «Run» mode of crustal waveguides can be described as a long-term mechanism for delivering the rhythmic deep fluids in sedimentary cover.

Triassic and Permian-Triassic sediments are widespread in Western Siberia. Their power in the valleys, basins and troughs are more than 5 km. There are reasons for believing that the productive deposits will be discovered in the deeper horizons of Western Siberia.

Deep wells such as Yen-Yakhinskaya number 7, Tyumen number 6, Yen-Yakhinskaya number 496 have proven the ability of preserving collection parameters (porosity up to 18–20%) with significant saturation of rocks with hydrocarbon gases at the considerable depths (8250 m, 7502 and 160 m, respectively) under abnormal high pressures of a layer.

Education and development of the giant Astrakhan deposits connected with the movement of fluids along the faults tracing thrust faults of the Karpinsky Ridge. The character of fluid dynamics in the deep fractures depends on successively alternating processes of dilatancy and compaction in crustal waveguides. The calculations have shown that the shear mode dilatancy in the fault causes such negative pressures that create powerful fluid pumping effect. The self-oscillatory processes in fault zones and crustal waveguides result in fluid rush into the surrounding rock mass (Figure 2).

In 1997, having been suggested by the scientists of the Institute of Oil and Gas of the Russian Academy of Sciences and the Geological Institute, Russian Academy of Sciences exploratory drilling in deep horizons within the Astrakhan carbonate massif begun. To this end, five deep wells were introduced into drilling. One of these wells on the right bank of the Volga was the pioneer of gas condensate field in the Carboniferous deposits. The inflows of hydrocarbons were received in the well of Devonskaya 2 of terrigenous and carbonate complex of the middle Devonian at the depth of 6850 m in 2001. This discovery allows us to consider the Astrakhan carbonate massif as a giant field with unique hydrocarbon reserves. In this regard, there is an actual problem of the formation of deposits with such a high density of stocks.

Positive drilling results in the Astrakhan massif, taking into account the existing data indicate a regional oil and gas potential of the Devonian complex of the Caspian depression. The predictive assessment of the hydrocarbon potential, the direction of prospecting, regional and research should be revised from these positions.

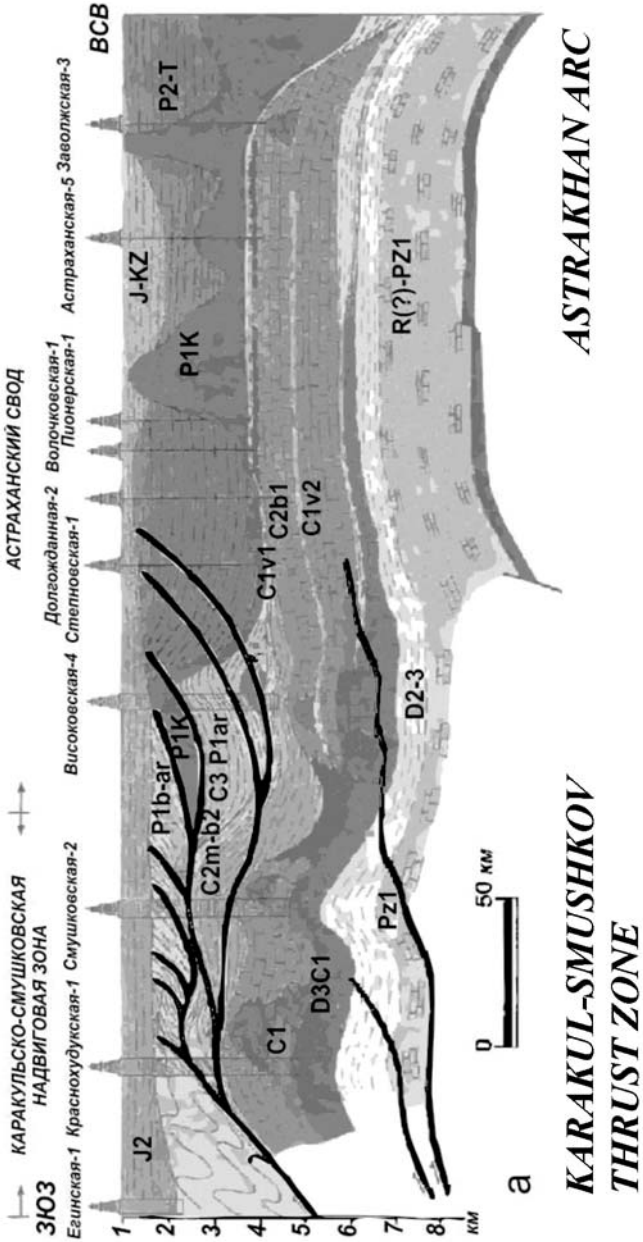


Fig. 2. Profile section of the Astrakhan gas condensate field

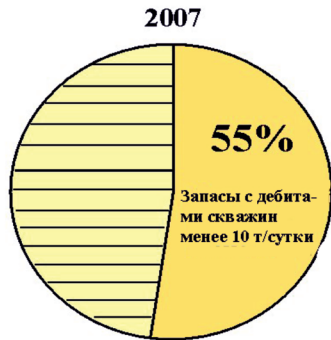
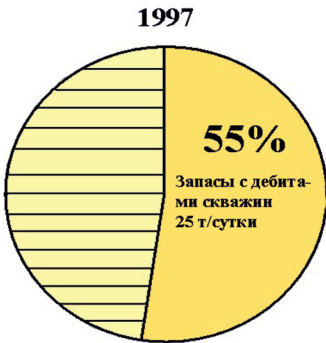
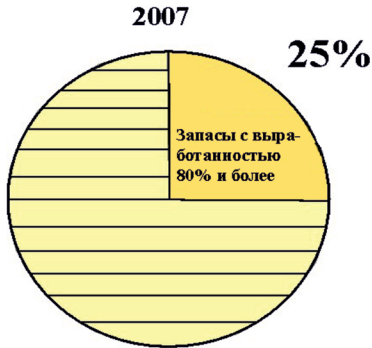
Oil and gas deposit development

To date, about \$ 150 billion tons of oil were extracted from the bowels of the planet. Russia accounts for almost 18 billion tons. The world practice shows that using technology to maintain reservoir pressure produces about 30% of the oil. In our country, the share of technology flooding accounted for more than 99% of the production. To sum up, in contrast to international practice, our oil workers favored a single, but extremely effective technology to maintain reservoir pressure. However, this technology demonstrates its maximum efficiency in the extraction of high light low-viscosity oil reserves, well suitable for storing in reservoirs with excellent reservoir properties. Russia accounts for almost 40% of 45 billion tons of the world's reserves of oil produced. This practice ensured higher than the world average, the rate of oil production in our country. Nevertheless, the results are achieved by exploiting the most valuable oil reserves. The share has dropped to 30% by now. This means that the time of cheap oil in the country is about to be over and a new stage in the development of Russian oil production, which is characterized by an increasingly growing share of stranded reserves is coming (Figure 3).

For the fundamental change in the oil industry state, it is necessary to replenish the active oil and create efficient production technology of hard oil reserves. The first problem can be solved through more active exploration activities in new regions (Eastern Siberia, the Arctic shelf) and intellectual, and then industrial development and of greater depths. The deterioration in the structure of reserves can be compensated for the use of modern large-scale innovative methods for oil recovery — thermal, gas, chemical, microbiological and rapid scale-up of their application.

Adverse changes in the structure of the raw material base, primarily related to the increase in the proportion of stranded reserves, can drastically reduce oil production in the short term. Under the program of «The fundamental basis of new technology in the oil and gas industry» scientists of our Institute in cooperation with scientists of academic and industrial institutes are working on the implementation of the innovative program for the industry development, which provides:

- creation and development of technologies and equipment, providing high-performance development of stranded oil for conditions of low permeability and anisotropic reservoirs, heavy oil and bitumen, residual oil reserves of watered zones of oil with a gas cap;
- the improvement of existing and creation of the methods of reservoir stimulation in order to extract hydrocarbons more efficiently;



2007 (25%)
Reserves with elaboration 80% and more

2007(33%)
Reserves with watering 70% and more

1997(55%)
Reserves with yields of wells 25t/24 hours

2007(55%)
Reserves with yields of wells less 10 t/24 hours

Fig. 3. The structure of reserves of oil (according to company «Rosneft»)

- the creation of displacing agents with desired properties;
- the development of new scientific fundamentals of modeling the process of oil field development and the creation of competitive next generation technologies;
- the creation of new integrated technologies of impact on oil reservoirs based on synergistic use of physical, hydrodynamic, thermodynamic, mechanical, chemical and physical effects;
- improving the design of wells, in particular, horizontal wells with circular trajectories of small radius (100—200 m);
- global monitoring of the collector: continuous monitoring of the parameters of bottom zone of the producing formation, followed by the construction of maps showing the features of collector parameterchange; volumetric monitoring, in which (owing to special column design) a downhole can be regarded as electrodes, «implanted» into the body of the reservoir.

When implementing this program particular attention is paid to the creation of scientific bases for new innovative technologies for the extraction of the categories of oil, which predominate in the structure of stranded reserves. First of all, these are the fields with heavy oil and high-watered field.

The scientific basis for new effective technologies of field development with heavy viscous oils are established. The technology is based on the «fractal» model, which explains the dynamic properties of the oil, including oscillatory nature of viscosityrelaxation.

The technological solutionshaving been gainedallow purposefully to reduce the heavy oil viscosity, effectively implement the separation of water, oil and gas, and to prevent the growth in asphalt, resin and paraffin deposits.

Understanding the mechanisms for reducing oil viscosity enables to justify the choice of effective integrated technologies for extracting high-viscosity oil (combined-cycle effect on a deposit, high-frequency electromagnetic heating of the near-wellbore formation zone, followed by use of a solvent, and others.).

As we know, the vast majority of oil fields in our country are operated using the technology to maintain reservoir pressure. In suchoil fields the water cut, i.e. the amount of water in the crude product is over 70%, and in some deposits reaches 96—98%. With long-term use of the technology for maintaining reservoir pressure, water selects the most permeable interlayers, bypassing less permeable areas, zones of the lens, where there is a sort of «mothballed» significant reserves of oil.Streams of watershould be directed in the area of poorly permeable interlayers for the production of this oil.

Scientists of the Institute of Problems of Oil and Gas of the Russian Academy of Sciences have developed a polymer-gel system «Temposkrin». The new technology for physical and chemical effects «Temposkrin» is made for gaining additional oil and reducing water cut in crude production in the fields of complex geological structure with heterogeneous sand-shale reservoirs when they are operated using the methods of flood and entered the late stage of development with a high water content of the produced products. This is next generation technology. «Temposkrin» belongs to the category of so-called «intelligent» agents. The system acts selectively in the highly permeable water-bearing strata and rushes into the interlayers with a maximum speed displacing oil water, reducing the permeability of these interlayers, which ensures alignment of well profile injectivity and reservoir and changes filtration flows. The same processes lead to a decrease in water cut in crude production; increase in the volume of oil produced and enhanced oil reservoirs. Technology has been tested in 34 oil fields in Russia, Kazakhstan and Azerbaijan. More than 1000 operations have been performed with wells so far.

Physical mechanisms to reduce water cut of oil with wave action on the productive strata at the late stage of development are elicited. It is shown that the wave action activates the process of unloading excess stresses that accumulate in the rock when developing deposits, which in turn leads to some local redistribution of filtration flows and greater coverage of the reservoir flooding. The results can be used to plan a rational use of technology wave (vibroseis) to stimulate productive formations.

The situation in the Russian gas industry is no less complicated. For more than 30 years, the main gas production in the country is provided due to the base of the giant fields in Western Siberia such as Urengoy, Yamburg, Medvejy, which entered the stage of declining production and are characterized by the steady decline in reservoir pressure. Gas production from the Cenomanian deposits of these fields annually reduces by 20–25 billion m³. At the same time, remaining reserves of so-called low-pressure gas exceed 3 trillion m³.

The Institute staff are working to create effective processes to extract residual giant Cenomanian gas reserves, which include:

- scientific and methodical substantiation of low-pressure gas reserve estimates;
- development of methodological foundations for a system for management and control of exploitation in the period of declining production;
- creation and implementation of new technologies for intensification of low-pressure gas production;

- development of scientific bases gas wells under complicated conditions (low reservoir pressures, sand plugs, the presence of sand and water in the gas stream et al.);
- The development of new techniques and technologies for production and gas compression to reduce the amount of pressure in the final stage of operation in order to enhance the ultimate gas recovery significantly;
- development of new environmentally friendly technologies in the exploitation period of declining production;
- conducting fundamental theoretical and experimental investigations of the peculiarities of motion liquid mixtures in porous media, vertical and horizontal pipes, mechanism of trapping gas intruding water and gas water displacement in porous media, conditions and mechanism for fracture reservoir for various geological-field characteristics;
- creation of proving grounds at the sites of Cenomanian gas production in Western Siberia (especially in the field of Medvejy) for testing new techniques and technologies for low-pressure gas extraction.

Mathematical modeling of dispersed-annular flow gas-liquid mixture in the annular channel resulted in creating technologies that provided training to low-pressure gas transporting at the wellhead. Low-pressure gas extraction is accompanied by the removal of large water volumes. The design of a three-stage conical separator is offered, it providing an effective separation of water from the gas.

The problem of gas extraction containing hydrogen sulfide is equally important. The proven gas reserves of Astrakhan gas condensate field exceeds 3.2 billion m^3 . The main feature of the field is the high content of hydrogen sulfide. The share of H_2S is more than 25%. The gas and chemical complex with the performance of 12 billion m^3 was built for the separation of hydrogen sulfide from methane. These volumes determine the rate of gas production.

According to the RAS scientists, the opening of three new fields within the Astrakhan carbonate massif has allowed to increase gas reserves to about 5 trillion m^3 . However, the increase in production was restrained by the lack of effective separation technology for the hydrogen sulfide from the main methane production.

Together with the scientific and technical center «ENGO», an original supersonic «3S» technology for hydrocarbon mixture separation is developed. The technology is based on modern aerodynamics, gas dynamics, shock-wave theory, thermodynamics and the theory of phase transformations of hydrocarbon mixtures. «3S» technology has several advantages compared with conven-

tional separation technology from natural hydrocarbon gas. It is used for the following tasks of gas industry: preparing gas for the transportation (dehydration and separation of heavy hydrocarbons); separation of propane and butane; separation of hydrogen sulfide and carbon dioxide from methane; allocation of ethane; liquefaction of hydrogen sulfide. Solving the problem of separation of hydrogen sulfide directly at the wellhead, low cost installation (it is ten times less than the cost of the plant) will significantly increase gas production within the Astrakhan carbonate massif.

Methaneresources in hydrate deposits exceed an order of total gas reserves of all open fields nowadays. Gas production from hydrate deposits, despite some progress, is still seen as a problem for the distant future. The new approach, which can be the basis for future technology development of hydrate deposits, is offered. Experimental studies have shown the ability to replace the methane gas hydrates with carbon dioxide. The optimal modes of repression are obtained and the characteristic process time are measured. At the same time the problem of huge volumes of preservation of carbon dioxide, which is known to affect significantly the rate of global warming, is being solved.

Innovative technologies should meet the requirements of effective development of oil and gas industry. Furthermore, it is essential to combine high rate of selection of oil when developing the field with the rational use of hydrocarbon reserves. They should avoid watering holes, a sharp drop in reservoir pressure, degassing of oil, and provide opportunities for longer preservation of permeability and the maximum degree of oil recovery.

A new approach to 3D geological and hydrodynamic modeling of the processes of development of oil, gas and condensate of stranded reserves, taking into account the heterogeneity and anisotropy of reservoir properties, the nature of the rock wettability by fluids, capillary pressure hysteresis, non-Newtonian oil rheology, structure and distribution of residual oil.

The generalized theory of thermohydrodynamics of multiphase flow of hydrocarbon mixtures as a basis for introducing new knowledge in the development of hydrodynamic models of hydrocarbon deposits and new import-substituting domestic software products.

The unique capabilities of computer technologies allow to ensure significant advance in the development of methods for three-dimensional hydrodynamic modeling and adequate simulation of the life cycle of oil and gas fields. In combination with an integrated multidisciplinary approach to the problems of mining such modeling and monitoring its implementation can get the effect that is comparable to or exceeding the results of the use of «tertiary» oil recovery methods.

A new direction in the physicochemical hydrodynamics is the theory of unstable flow regimes and gas-condensate mixtures. It is theoretically proved that filtering liquid mixtures with a phase transition in the framework of classical models leads to the appearance of the areas where it is difficult to take the final decisions. In fact, these areas are confined to the near-wellbore zone of condensate and oil and gas fields. In the areas of instability, various non-classical modes of oscillating character of currents arise. The effects of non-equilibrium phase transitions, capillary relaxation and others, are usually negligible. They are beginning to play a dominant role in the areas of instability. The developed theory allows us to describe the oscillatory modes of well work observed in practice, and to design new methods for studying gas-condensate wells.

Using different criteria of randomization the dynamics of the transitions «chaos - order» is studied during the process of exploitation. This permits to create methods for monitoring the state of the system connections and develop technologies for field energy management.

The combination of these studies with modern methods for analysis of the noise component of the time series of process parameters makes it possible to develop an effective set of diagnostics of natural reservoirs in the process of exploitation of oil and gas for optimum control of the development process. This determines the time evolution of the parameters for the formation and hydrocarbon systems that are responsible for the dynamics of multiphase flow. This approach allows us to evaluate the effectiveness of the secondary methods for field development.

Fundamental works show the possibility of the transition from traditional technologies to develop oil and gas fields to the creation of management technology of field energy, mechanisms and methods for controlling hydrocarbon system. Moreover, it is necessary to maintain the original condition of unstable system equilibrium, which has formed for millions of years and which allows to use own energy system at most, monitor, and possibly control the phase state of the hydrocarbon system.

The current stage of the development of the theory of oil and gas is at the crossroads. It is caused by the unprecedented scale of computerization and information of all infrastructure related to the exploration and development of oil and gas fields, the introduction of the achievements of fundamental developments in the techniques and technology of production, transportation and processing oil and gas. It makes possible to move to the innovative stage of the Russian oil and gas industry development.

ARCTIC PERMAFROST: DYNAMICS, RISKS, PROBLEMS AND SOLUTIONS

V.P. Melnikov^{1,4}, D.S. Drozdov^{2,3,4}, V.V. Pandin³

¹Tyumen science Center SB RAS

²Earth Cryosphere Institute SB RAS

³Russian State Geological Prospecting University

⁴Tyumen State Oil and Gas University

Introduction

The permafrost and the active layer arose when the water-ice phase boundary ($t^{\circ} 0^{\circ}\text{C}$) moved to the subsurface over a large part of the land and within limited shelf areas at some point of the Earth's geological history due to orbital changes and to the formation of the atmosphere. The behavior of permafrost is probabilistic as its structure and state have multiple controls: orbital, climatic, geological, geographic, etc. [Melnikov et al., 2009a]. Reliable signatures of permafrost date back to at least 1 byr ago, while the earliest sporadic traces appeared 2 or 2.5 Ga ago [Melnikov, 2014].

Ice existed in the Universe long before the Earth's origin and somehow participated in its formation as a planet. It is an element of a supersystem which evolves in interaction with terrestrial geological systems and produces negative-temperature subsystems in the lithosphere, hydrosphere, atmosphere, and at their interfaces. The boundaries of the subsystems are subject to changes recorded in changes of phase transition zones. The conditions of ice phase changes at negative temperatures are well known, but a wealth of new data indicates that cryotic processes can penetrate to large depths and produce gas hydrates all over the globe in zones of warm permafrost [Melnikov and Drozdov, 2006]. By the time being, gas hydrates have been found in submarine environments around all continents, as well as in continental settings.

Thus, the Earth's cryosphere [Melnikov 2014] extends vertically (Fig. 1) from the high troposphere, which stores up to 90 % of vapor and varies in thickness from 8–10 km to 16–18 km in the high and tropic latitudes, respectively, to the depths of gas hydrate formation.

Permafrost is the most abundant in the Arctic and Subarctic zones of the Northern Hemisphere, while the rocks under the Antarctic ice sheet may be either frozen or unfrozen.

The basic parameters of permafrost include its thickness, continuity, temperature, ice content, lithology, thermal properties of soils, erosion rates, and

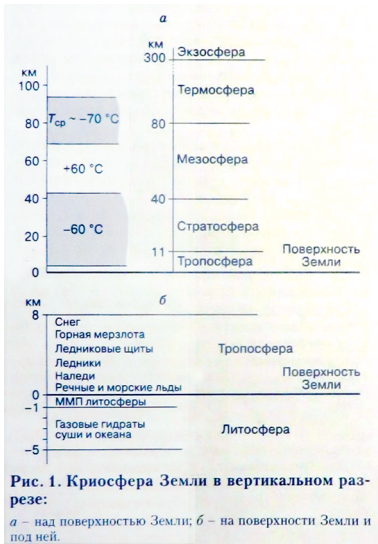


Fig. 1. Model of Earth's cryosphere, above (a), upon, and below (b) the surface, after [Melnikov, 2014].

Exosphere Thermosphere Mesosphere Stratosphere Troposphere Earth's surface

Снег = Snow горная мерзлота = Mountain permafrost ледниковые щиты = Ice sheets ледники = Glaciers наледь = Aufice Речные и морские льды = River and sea ice МПП литосферы Deep permafrost Газовые гидраты суши и океана = Terrestrial and oceanic gas hydrates Литосфера = Lithosphere

salinity, the latter being an important control of the ground state at negative temperature and formation of cyopegs (lenses of frozen brine).

Permafrost in Russia

Permafrost covers two thirds of Russia occupying its northern and north-eastern regions where near-surface rocks are partly or fully frozen and enclose ice. Some polar regions, especially those rich in oil and gas, have been a scene of territorial disputes (Fig. 2). Russia put in a lot of efforts to deepwater re-



Fig. 2. Territorial claims of Arctic countries [Grebtsov and Dyatlikovich, 2009]

Shelf limits
 Territorial claims
 Disputed territories

search in the Arctic Ocean to prove that the Lomonosov Ridge is geologically an extension of the Russian Arctic shelf.

Continuous permafrost in Russia has a very large extent (Fig. 3): it stretches in a 100–200 km strip along the Arctic coast in the European north, approaches the Polar Circle in West Siberia, and reaches the latitude of Lake Baikal in East Siberia and Yakutia.

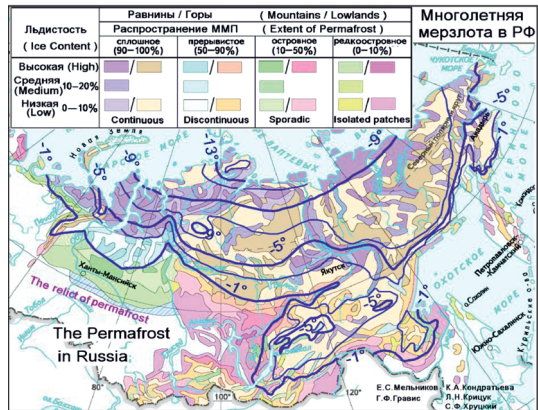


Fig. 3. Permafrost in Russia:
Extent, ice content, and temperature at zero annual amplitude depth, after [Melnikov E. et al., 1983]

Discontinuous permafrost is restricted to a very narrow strip in the European north and broadens to hundreds of kilometers in West Siberia. Farther eastward it lies mainly within intermontane basins and coastal plains south of 60° N.

Sporadic and insular permafrost spreads southward till the Polar Circle in the European part of the country, till 60° N in West Siberia, and as far as the southern border of Russia in East Siberia.

There is also relict permafrost buried tens to hundreds of meters below the surface separated from the contemporaneous permafrost by unfrozen (inter-permafrost) rocks.

Most of permafrost is epigenetic, i.e., postdating abiogenic and biogenic sedimentation. It results from freezing of pore water in previously deposited sediments, and the amount of this water approximately corresponds to the ice content upon freezing. Additional moisture input possible along aquifers in some conditions produces tens of centimeters to tens of meters thick layers of ground ice (Fig. 4). Ground ice leaves no geological or geomorphic imprints but becomes exposed by erosion [Khomutov et al., 2012].



Fig.4. Ground ice

A: meters thick ice immediately beneath the active layer.
 B: a depression in place of thawed ground ice

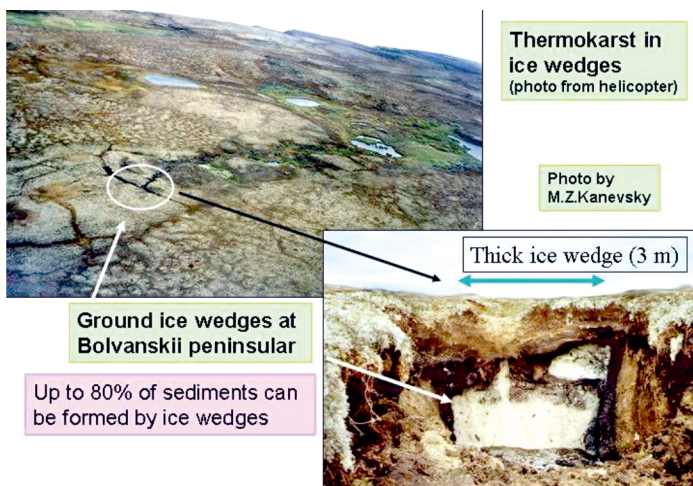


Fig. 5. Wedge ice

Peninsula
 Wedge ice can occupy up to 80 vol. % of sediments

Some part of permafrost is syngenetic, i.e., coeval with deposition of Late Pleistocene and Holocene silt and clay in fluvial and coastal plains and on the shelf (e.g., in Yakutia), as well as on slopes of Arctic mountains and in lake basins. The soils which froze during sediment accumulation may store boundless amounts of water. Ice makes part of cryostructures and often forms wedges, which may reach 80 vol.% or more in total (Fig. 5).

Permafrost dynamics and risks

The evolution of the cryosphere is cyclic, with alternating glacial and interglacial periods of different lengths and strengths, the largest events being correlated with events in the biological history. We are living through a period of warming with a positive temperature gradient of 0.6–0.7° per 100 years. In the recent decade, mean annual air temperatures have been a few fractions of a degree higher due to overlap of large and small climate cycles, though the Russian north has not reached yet the warming peak of 1935–1942.

Monitoring of different permafrost and climate parameters shows that global warming hardly will lead to widespread permafrost degradation in the 21st century within the limits of the moderate scenario. The problem requires further integrated investigation, especially as to assessment and prediction of the permafrost behavior under climate changes.

However, the global change problem often becomes a focus of political rather than scientific discussions. As a result, the predictions are controversial, with the nearest future being expected to be the time of either an ice age according to Ponte [1976] or a span of warming predicted by Gore [2006] in another Nobel-prize book. Meanwhile, all patterns involved in the process have to be studied in the course of interdisciplinary research [Pavlov and Malkova, 2009, 2010].

Studies based on the landscape approach [Melnikov E., 1983], which allow classifying permafrost conditions and extrapolating data, including landscape indication results [e.g., Ukraintseva et al., 2011], show that permafrost is highly vulnerable to temperature variations and changes more strongly than other geological objects. As revealed by geocryological monitoring [Vasiliev et al., 2008; Ukraintseva et al., 2011; Ponomareva et al., 2012], the permafrost and related landscapes responded to the warm excursions of 2007–08 and 2012–14 by increasing the rates of

- growth of frost cracks and ice wedges;
- heaving;
- karst formation;
- landsliding and solifluction;

- thermal erosion and gullying;
- degradation of permafrost and formation of taliks in forest tundra, which change heat and water exchange, hydrogeological conditions, and bearing capacity of soils;
- permafrost changes caused by burning of boreal forests;
- erosion of ice-rich coasts (coastal retreat as fast as 15 m/yr instead of 0.5—2.0 m/yr).

Development problems

The natural risks are additionally strengthened by human activities. Man-caused effects most often accelerate the rate of erosion to catastrophic scales, especially, if it acts upon soft sediments with high ice contents or causes thawing of the so-called ice complex and ground ice.

Most of risks are related to development in permafrost regions. Because of severe climate conditions, the economy of northern territories is still largely traditional but has been increasingly more involved in petroleum production. Large-scale development instead of sporadic projects entails greater number of breakdowns of engineering systems and risks of accidents, especially in pipelining [Pandin and Ganova, 2009]. The hazard is associated with heaving of column foundations, thermokarst soil subsidence, deformation of buildings and structures, swamping and flooding along pipelines and their emergence (Figs. 6, 7).

The emergency results from low quality of exploration and maintenance as a result of parsimony and obsolence of norms and standards. Permafrost-related effects act upon both warm and cold pipelines, which causes great eco-



Fig. 6. Pipeline flooded as a result of ground ice thawing
(photo by Ya. Panova)



Fig. 7. Emergence of a pipeline and soil subsidence beneath it



Fig. 8. Norilsk. Pile basement of a 9-storey house that was deformed as a result of permafrost degradation and demolished
(photo by D. Drozdov)

conomic losses: e.g., *Gasprom* spent about 1 billion dollars for repairing the horizontal position pipelines.

Many problems with gas transport are due to the possibility of gas hydrate formation in pipes which is mitigated using methanol as an inhibitor. However, methanol is extremely toxic and fatal for any biota, including marine organisms threatened by pipelines laid on seafloor.

Warming and permafrost degradation pose serious problems to roadways, railways, buildings, and engineering structures. Damage and accidents increase progressively in all cities and villages built on permafrost. For example, Norilsk was a paragon of high-quality piling in the soviet times, but has suffered many accidents (Fig. 8) in three recent decades after permafrost monitoring was stopped while maintenance regulations were violated. The same happens in other winter cities, such as Vorkuta, Yakutsk, and Anadyr.

Strategies of exploration in high latitudes and the respective regulations are being updated on the basis of theoretical studies, data of long-term monitoring of permafrost patterns, and engineering advances.

Engineering solutions

Although permafrost commonly poses problems to economic activity, it ensures stability of foundations and provides pressure confinement reducing migration of contaminants. The cryogenic potential of atmospheric cold has been used in the US, Russia, and China for thermal stabilization of foundations since the late 1940s, the time of rapid construction on permafrost. The cooling systems (thermosyphons) are based on the gravity convection of gas



Fig. 9. Vertical cooling systems at Yubileinoe field

(photo by Fundamentstroirkos)



Fig. 10. Horizontal cooling systems at base of tanks

(photo by Fundamentstroirkos)

(NH_3 or CO_2) and consist of heat exchangers and gas-filled thin pipes, which are put either horizontally or vertically to a certain depth in boreholes. The gas circulation is seasonal: cold air flows down in winter and cools the surrounding ground but does not circulate in summer time. Thermosyphons are used for stabilization of basements and foundations beneath buildings, tanks, pipelines, roads, dams, etc. (Figs. 9, 10) [Dolgikh et al., 2012].

The risks from heaving in perennially and seasonally frozen soils, and the damage caused to roadways, can be mitigated using thermal insulation. To combat heaving, road engineers from Norway and Germany use foam glass made from recycled by-products of the glass industry and glass wastes. Foam glass insulators can be also made by foaming a siliceous composite based on diatomaceous earth, or diatomite. Diatomite is a sedimentary rock found everywhere worldwide; it is abundant in the Arctic and Subarctic areas thus providing a boundless source of raw material for new construction technologies. The DiatomIC foam glass created at the Institute of Cryosphere in Tyumen has similar thermal insulation properties as other kinds of foam glass used in Europe but is cheaper (Melnikov et al., 2014).

Safe development technologies reducing both environment and engineering risks, have been developed since long ago and are being constantly updated. Neglect of these achievements leads to formation of badlands.

Main lines of current cryosphere research

Multidisciplinary research is required to discover the mysteries of the cold world, to make proper use of its unconventional resources [Melnikov et al., 2009b], and to minimize the risks caused by variability of permafrost and its vulnerability to climate change and anthropogenic loads. Scientists and spe-

cialists of different professions have to work together to discover new substances, materials, and technologies for permafrost-related industries and thus create a scientific background for safe and reasonable development of northern territories. Most interesting results in this respect have been obtained at the crossways of physics, chemistry, and biology of permafrost. Some examples are cited below.

Gas hydrates

Natural gas hydrates, which are crystalline compounds forming from water and low-molecular gases, actually gas-filled ice, are called hydrocarbon raw materials for the future. They have good economic prospects, and first economic extraction of gas from hydrates is planned from the Nansei (Ryukyu) trench in Japan in 2016. Most gas hydrates (98%) occur in oceans, seas, or deep lakes (Lake Baikal) and store the amounts of gas commensurate with the proven resources of conventional natural gas or even 1.5–2.0 times more (Istomin and Yakushev, 1992). They exist also in continental environments (2%) beyond their thermodynamic stability, within permafrost. Note that this part of the terrestrial cryosphere does not depend on the contemporary climate, orbital parameters, and landscapes but is rather controlled by past and present PT conditions.

Gas hydrates found in permafrost may have originated during past cold events, when the pressure and temperature were sufficient for their formation, and survived later in a warmer climate due to self-preservation in the pore space of frozen rocks. Self-preservation arouses much interest but no universally accepted theory has been suggested so far. As it is currently understood, hydrate dissociation upon warming leads to gas emission while the ground remains cold and freezes the released water; this produces ice crusts which prevent the remaining gas hydrate from further breakdown.

Dissociation of gas hydrates at negative temperatures in permafrost includes an intermediate stage of supercooled water formation (Fig. 11) and conversion to ice [Melnikov et al. 2010, 2011b].

Gas hydrates were suggested to be useful for permafrost and sub-permafrost disposal of excess greenhouse carbon dioxide. However, this use turned out to be unreasonable, as it was shown by a special experimental study at the Institute of Earth's Cryosphere (Tyumen) [Melnikov et al., 2014]. Ice melting experiments under the effect of pressurized CO₂, were applied to investigate phase relations in the system 'ice — dissolved CO₂ — gas' at the temperature and pressure ranges 0 °C to -3°C and 0 to 20 bar, respectively. The presence of

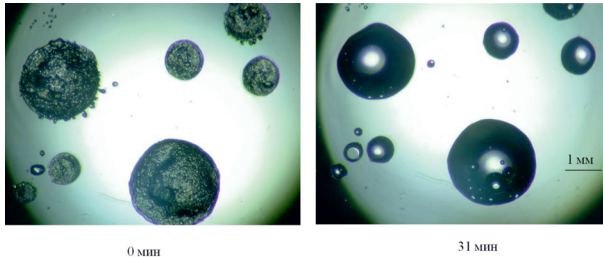


Fig. 11. Dissociation of methane hydrates and formation of supercooled water at -5°C and 16 bar
(equilibrium dissociation pressure at this temperature is 22

free CO_2 , or a gas-saturated aqueous solution, at the depth of 100 m was inferred to cause melting of ground ice and degradation of permafrost, unless it is colder than -1.5°C . This effect might be inoffensive by itself, but it can destroy the ice coat preventing gas hydrates from dissociation. Thus, CO_2 disposal in permafrost is unacceptable, though CO_2 can be used for enhancement of methane recovery.

Gas and fluid dynamics in permafrost

Investigation into gas occurrences in permafrost is crucial for understanding the dynamics of permafrost and various kinds of ice (crack, wedge, diapir, and massive ice) in complex accumulations. The cycles and states of complex talik and wedge ice that forms in some accumulations and in pingoes are difficult to constrain [Slagoda et al., 2010, 2012]. Some solutions may lie with spiral-like bubbles tracing the motion under the effect of a gas flux toward the freezing front.

Gas fills voids in the so-called ice crystallites discovered in diatom mud lenses at the base of a heave in the southern Taz Peninsula. They are 0.1–0.5 mm spherical, box-shaped and oval ice cavities with a typical ice crystal structure and plain or curved hexagonal faces delineated by grain boundaries and etch features (Fig. 12) [Kurchatova et al., 2014]. The voids may store residual methane, over three times more than the soil concentration. Similar gas-filled curved hollow crystals of other minerals occur in hydrothermal veins at high temperatures.

Another unusual phenomenon of gas and fluid dynamics in permafrost was found onshore in the Yamal Peninsula in 2014 and aroused a large public interest: a crater (or a sinkhole), 30–40 m in diameter and about twice deep. It

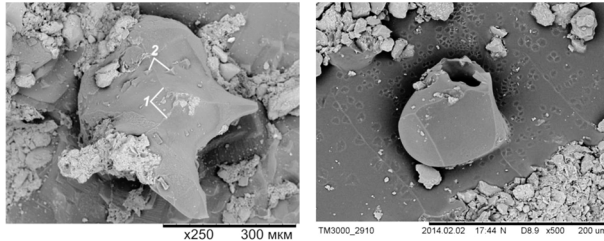


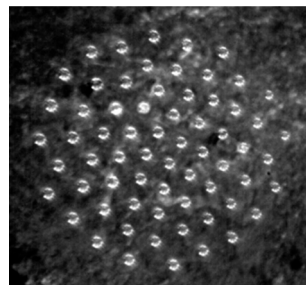
Fig. 12. Gas-filled ice crystallites in diatom mud, Taz Peninsula.
1 and 2 are, respectively, crystal edges and etch features

may result from explosive discharge of ice, soil, and gas to a distance of 120 m around triggered by warming-induced changes of 2012—2013 and previous warm years (reference). Similar craters were discovered in the Pechora and Barents Sea shelf areas in the 1990s (reference, 1997).

Drop clusters

Drop clusters (Fedorets, 2004) are stable dissipative structures in the form of ordered tiny condensate balls that appear in the gradient zone over a locally heated liquid phase (Fig. 13). The ordered 3D drop clusters may exist also in atmospheric mist and clouds (reference). The experimentally obtained greater viscosity of mist, hundred times that of pure air, is evidence that the atmospheric ordered drop aerosols may influence convection and heat-mass transfer in the atmosphere (reference). Freezing of aerosol water at subzero temperatures decreases air electrical conductivity, increases the spacing between drops and the aerosol buoyancy, and favors the formation of thick thunderstorm clouds.

Fig. 13. A two-dimensional drop cluster over the surface of heated water



0.5 mm

Microbial life

The frozen ground has been commonly presumed to be a zone of biogeochemical quiescence, though the presence of alive bacteria in permafrost was discovered as early as the late 1890s in northern Siberia, with the finds of mammoths (Omeliansky, 1911), and in the Far East, during soil studies (Isachenko, 1912). Microbial life was discovered also in the Antarctic permafrost in 1968 (Hubbard et al., 1968), and fungi, bacteria, diatoms, and other organisms were found in 1979 at the Vostok site. Metabolic activity of bacteria was reported from environments exposed to negative temperatures as low as -20°C (Friedmann, 1994).

Viable psychrophile organisms from Yakutia (Melnikov et al., 2011c; 2014) demonstrate extraordinary tenacity. Further research of microbial communities that survive in the extreme conditions of permafrost is required to constrain their qualitative and quantitative characteristics and understand the reasons for their sustainability at negative temperatures. Bacteria isolated from permafrost must possess some unknown strategy of keeping viable and become easily involved in current biogeochemical processes upon permafrost thawing. By present, international efforts (Russian, Swedish, Canadian, and Japan teams) have resulted in full genome sequencing of ten bacterial strains isolated from permafrost (reference).

The isolates are promising agricultural agents which can improve germination ability, cold strength, and productivity of grain legume crops (refer-

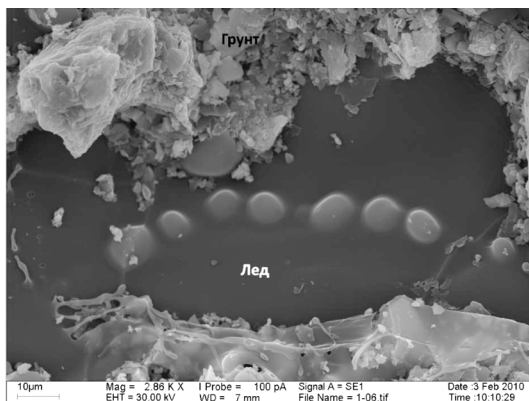


Fig. 14. Cells in an ice vein, Mamontova Gora (Mammoth Hill) site

ence). Moreover, they demonstrate immunomodulatory and geronto-protective activity in experiments on animals (reference).

The strain *Bacillus F* (Brushkov et al., 2010) isolated from permafrost at the Mammoth Hill site in Yakutia (Fig. 8) shows dose-dependent increase in metabolic activity of microphages and phagocytal activity of macrophages, reduces tumor necrosis, stimulates cell and antibody-mediated immunity, and improves many physiological parameters in the tested organisms (reference). The permafrost biota may use special cell repairing mechanisms to survive in extreme habitats. The causes of its tenacity has implications for longevity in humans.

Conclusions

The Arctic permafrost is strongly vulnerable to climate change and man-caused effects and is exposed to irreversible degradation of land covers and heat inputs. Climate warming through the recent decades has caused temperature increase of the upper permafrost in many polar and subpolar areas. The conditions in the southern limits of permafrost extent are favorable for thawing from above; seasonal thawing gives rise to seasonal freezing, though the whole section of permafrost (both past and present) generally keeps frozen.

Comprehensive monitoring of permafrost and climate shows that global warming will not lead to widespread permafrost degradation in the 21st century within the limits of the moderate scenario. However, the problem requires further integrated investigation, especially as to assessment and prediction of the permafrost behavior under climate changes.

Preservation of quality and lifespan of buildings, engineering constructions and roadways in the zone of warm permafrost can be provided by different models of thermosyphons, which have been utilized in Russia, Alaska, and Chinese Tibet. The efficiency of thermosyphons is further improved by the use of thermal insulating and draining diatomite materials.

Discovery of new substances, materials, and technologies for permafrost-related industries requires that scientists and specialists of different professions create a scientific background for safe and reasonable development in the high latitudes with due regard for the properties and dynamics of permafrost and related risks. Further multidisciplinary research can unthread the mysteries of the cold world, to discover its unconventional resources, and to minimize the risks caused by variability of permafrost and its vulnerability to climate change and anthropogenic loads.

It should be noted that shortage of available information impedes the progress of environmental and permafrost studies, which are crucial for the so-

ciety in general and for soil users and people in particular. The reasons of this shortage are related either with suspension of regional and national projects on mapping of key environmental parameters in post-soviet times or with problematic access to archive and new data which are commercially classified or costly to purchase. The Russian government and regional administration have to undertake measures for beaking the information vacuum and creating conditions in which all parts, including soil users, would be interested in collecting and sharing data.

Of special importance in this respect is to bring together the efforts of academic and educational institutions for research of the Arctic permafrost. There are successful examples of such cooperation: the Science and Education Center shared by the Institute of Earth's Cryosphere (Tyumen) and the Russian State Geological Prospecting University, as well as long-term research by the Geocryology subdepartment at the Tyumen State Oil and Gas University organized by the Earth's Cryosphere Institute.

Acknowledgements:

The work has been carried out as part of several projects: Program "Basic Research for Development of the Russian Arctic" run by the Russian Academy of Sciences; Programs VIII.75.1 and VIII.72.2 of the Russian Academy of Sciences; Integration projects 9 (Siberian-Far East Branches of the Russian Academy of Sciences), 144 (Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences), and 12 (Earth Science Department of the Russian Academy of Sciences); as well as international programs TSP, LCLUC, CALM, and SWIPA. More support was by grants: SS-5582.2012.514-17-00131 from the President of the Russian Federation; 14-17-00131 from the Russian Science Foundation; RFFI-13-05-41509-RGO, RFFI 13-05-00811, and 13-08-91001-ANF-a from the Russian Foundation for Basic Research. A part of studies was performed as government tasks 9093 and 1082 from the Ministry of Science and Education.

REFERENCES

1. *Brushkov, A.V., Griva, G.I., Karnaukhov, N.N., Melnikov, V.P., Repin, V.E., Sukhovei, Yu.G., Milovanov, V.I., Filin, V.A.*, 2010. A strain of *Bacillus* sp. bacteria, with immunomodulatory and geronto-protective activity. Patent 2413760 RF. Claim 2009116228/10. Claimed on 29.04.09, published on 10.11.10, Bull. 24.
2. *Dolgikh, G.M., Okunev, S.N., Strizhkov, S.N.*, 2012. Construction in the cryolithozone using innovative systems of foundation soil thermal stabilization, in: Melnikov, V.P. (Ed.), Tenth International Conference on Permafrost. Vol. 2: Translations of Russian Contributions. Co-edited by D.S. Drozdov and V.E. Romanovsky. The Northern Publisher, Salekhard, Russia, pp. 61–64.
3. *Fedorets, A.A.*, 2004. Drop clusters. Letters to ZhTF 79 (8), 457–459.

4. *Friedmann, E.I.* 1994. Permafrost as microbial habitat, in: D.A. Gilichinsky (Ed.), *Viable Microorganisms in Permafrost*. Russian Academy of Sciences, Puschino, pp. 21–26.
5. *Gore, A.I.*, 2006. *An Inconvenient Truth: The Planetary Emergency of Global Warming and What We Can Do about it*. Rodale Press, Emmaus, PA, 327 pp.
6. *Grebtsov, I., Dyatlikovich, V.*, 2009. The khaki-colored shelf: Russia and NATO ready to fight for Arctic oil and gas. *Russkii Reporter*, No. 12(091), 28.
7. *Gubarkov, A.A., Leibman, M.O., Khomutov, A.V.*, 2012. Natural and manmade cryogenic processes at the Kharasavei gas field. *Izvestiya Vuzov. Neft' i Gaz*, No. 4, 21–27.
8. *Istomin, V.A., Yakushev, V.S.*, 1992. *Natural Gas Hydrates*. Nedra, Moscow, 236 pp. (in Russian)
9. *Khomutov, A.V., Leibman, M.O., Andreeva, M.V.*, 2012. Mapping of ground ice in Central Yamal. *Tyumen State University Herald*, No 7, 68–76.
10. *Kurchatova, A.N., Melnikov, V.P., Rogov, V.V.*, 2014. Gas-bearing ice crystallites in clayey deposits. *Doklady Earth Sci.* 459 (2), 1510–1513.
11. *Melnikov, E.S.* (Ed.), 1983. *Permafrost Landscapes in the West Siberian Petroleum Province*. Nauka, Novosibirsk, 165 pp. (in Russian)
12. *Melnikov, V.P.*, 2014. The cryosphere: A holistic approach. *Earth's Cryosphere (Kriosfera Zemli)* XVIII (4), 3–12.
13. *Melnikov, V.P., Drozdov, D.S.*, 2006. Distribution of permafrost in Russia, in: Lombardi, S.; Altunina, L.K., Beaubien, S.E. (Eds.), *Advances in the Geological Storage of Carbon Dioxide: International Approaches to Reduce Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions*. Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow. NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences 65 (XV), 69–80.
14. *Melnikov, V.P., Drozdov, D.S., Malkova, G.V.*, 2009a. Development of northern territories: Climatic and permafrost factors. *Geologiya i Razvedka*, No. 6, 75–82.
15. *Melnikov, V.P., Drozdov, D.S., Malkova, G.V.*, 2009b. Permafrost-related resources: implications for environment, in: *Global Problems in Northern Dimension. Preliminary Results of the International Polar Year*, Nauka, Moscow, pp. 57–73. (in Russian)
15. *Melnikov, V.P., Nesterov A.N., Reshetnikov A.M., Istomin V.A.* 2011a. Metastable states during dissociation of carbon dioxide hydrates below 273 K. *Chemical Engineering Science* 66, 73–77.
17. *Melnikov, V.P., Nesterov A.N., Podenko, L.S., Reshetnikov A.M., Shalamov, V.V.*, 2011b. Metastable states of gas hydrates at pressures below the ‘ice–hydrate–gas’ equilibrium. *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli)* XV (4), 69–71.
18. *Melnikov, V.P., Rogov, V.V., Kurchatova, A.N., Brushkov, A.V., Griva, G.I.*, 2011c. Distribution of microorganisms in frozen ground. *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli)* XV (4), 75–78.
19. *Melnikov, V.P., Melnikova, A.A., Anikin, G.V., Ivanov, K.S., Spasennikova, K.A.*, 2014. Building on permafrost: engineering solutions for energy efficiency. *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli)* XVIII (3), 82–91.
20. *Pavlov, A.V., Malkova, G.V.*, 2009. High-resolution mapping of current ground temperature trends in northern Russia. *Kriosfera Zemli* XIII (4), 32–39.
21. *Pavlov, A.V., Malkova, G.V.*, 2010. Permafrost dynamics in the changing climate through the 20th–21st centuries. *Izv. RAN. Ser. Geogr.*, No. 5, 44–51.
22. *Pendin, V.V., Ganova S.D.*, 2009. *Geo-environmental Monitoring of Gas Pipelines in Permafrost*. OAO PNIIS, Moscow, 236 pp.
23. *Ponomareva, O.E., Gravis, A.G., Berdnikov, N.M.*, 2012. Dynamics of cryogenic processes in the northern taiga of West Siberia in the conditions of changing climate. in: Melnikov, V.P. (Ed.), *Tenth International Conference on Permafrost. Vol. 2: Translations of Russian Contributions*. Co-edited by D.S. Drozdov and V.E. Romanovsky. The Northern Publisher, Salekhard, Russia, pp. 431–436.

24. *Ponte, L.*, 1976. *The Cooling*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 306 pp.
25. *Slagoda, E.A., Melnikov, V.P., Opokina, O.L.*, 2010. Reinjected ice stocks in sediments of the Western Yamal peninsula. *Doklady Earth Sciences* 432 (1), 663—665.
26. *Slagoda, E.A., Opokina, O.L., Kurchatova, A.N., Rogov, V.V.*, 2012. Structure and genesis of the underground ice in the Neopleistocene-Holocene sediments of Marre-Sale cape, Western Yamal. *Kriosfera Zemli* XVI (2), 9—22.
27. *Ukrainitseva, N.G., Drozdov, D.S., Popov, K.A., Gravis, A.G., Matyshak, G.V.*, 2011. Landscape indication of local permafrost variability (Urengoy Territory, West Siberia). *Earth Cryosphere (Kriosfera Zemli)* XV (4), 32—35.
28. *Vasiliev, A.A., Drozdov, D.S., Moskalenko, N.G.*, 2008. Permafrost temperature dynamics of West Siberia in context of climate changes. *Kriosfera Zemli* XII (2), 10—18.

СОДЕРЖАНИЕ

ДОКЛАДЫ

<i>В.И. Лисов.</i> Новые инновационные задачи профессионального образования в МГРИ-РГГРУ	7
<i>Е.А. Козловский.</i> К 70-летию Великой Победы. Геология: в созидании и войнах	16
<i>В.Н. Захаров.</i> Экологические и энергетические проблемы комплексного освоения и сохранения недр земли	33
<i>А.Н. Дмитриевский.</i> Фундаментальный базис инновационного развития нефтяной и газовой промышленности	43
<i>В.П. Мельников, Д.С. Дроздов, В.В. Пендин.</i> Динамика, ресурсы и факторы риска криолитозоны Арктики	56

REPORTS

<i>Lisov V.I.</i> New innovative tasks for professional education at MSGPI-RSGPU	76
<i>Kozlovsky E.A.</i> In commemoration of the 70th anniversary of the Great Victory Geology: In the course of building and war	85
<i>Zakharov V.N.</i> Environmental and energy problems of comprehensive exploitation and conservation of natural resources	101
<i>Dmitrievsky A.N.</i> The fundamental basis for innovative development of oil and gasindustry	111
<i>Melnikov V.P., Drozdov D.S., Pendin V.V.</i> Arctic permafrost: dynamics, risks, problems and solutions	123