

## О ГОРНОМ ДЕЛЕ В СВЕТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

**В.Ж. Аренс**

РАЕН, Москва, Россия, e-mail: arens33@mail.ru.

*Для цитирования:* Аренс В. Ж. О горном деле в свете глобальных проблем человечества // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 3. – С. 221–231.

### О сложности текущего момента

В 2018 г. «Римский клуб», международная общественная организация, призванная обсуждать глобальные проблемы человечества, отметил свое пятидесятилетие. Все свои ежегодные доклады клуб посвящал актуальным мировым проблемам. Одним из самых заметных был доклад 1972 г. «Пределы роста», подготовленный Донелл и Дениз Медоуз, в котором провозглашалась конечность существования экстенсивного развития человечества, основанного на индустриализации, урбанизации и мировой глобальной капиталистической экономике. Но Медоузы надеялись, что со временем капитализм сможет измениться и выжить.

Последним был 43 доклад «COME ON!» [1], его авторами стали председатели Римского клуба Андрес Вайкман и Эрнст Вайнзеркерн. Они заявили, что надвигается будущее, которое неопределенно, и определить его невозможно. А. Вайкман и Э. Вайнзеркерн утверждают, что глобальный капитализм исчерпал себя, и его следует заменить, чтобы он не погубил всех нас вместе с собой. Авторы считают, что во многом кризис капитализма является результатом глобального неравенства и сверхпотребления богатых.

Сегодня человечество не осознает сложности происходящих изменений. Современный бизнес поделен на высокодоходное инвестирование и недофинансирование перспективных научных исследований и крупных мероприятий по охране окружающей среды. Все это приводит к разрушению реальной экономики, объектов использования природных ресурсов и экологической защиты. Докладчики показали, что капитализм дошел до уровня финансовых и банковских спекуляций, не считаясь ни с чем, кроме «прибыли ради прибыли», что сегодня продолжается кризис, начавшийся еще 2008 г. Причина кризиса — это избыточное потребление мировых ресурсов прослойкой богатых. Так, на примере выбросов углекислого газа показано, что дальнейшее развитие человечества связано с увеличением всех выбросов, в том числе  $\text{CO}_2$ . Потребление богатого человека в 53 раза больше, чем человека со среднестатистическим достатком, и богатое меньшинство дает более 50% выбросов  $\text{CO}_2$ , причем каждый из них генерирует 318 т  $\text{CO}_2$  в год, в то время как рядовой житель всего 6 т.

Широко известно, что горное дело, в свою очередь, дает свой громадный объем негатива, связанного с выбросами

ми газов, загрязненных вод и твердых отходов в громадных хвостохранилищах и отвалах вскрышных пород.

Современный мир полон борьбой человеческих интересов, и пока побеждает его наиболее «алчная» часть, которая разрушает биосферу, сознательно исключая мысли о необратимости этого процесса. До середины XX в. бизнес творил фактически в «пустом» мире, позволяющем производить любые «эксперименты» вплоть до гигантских войн. Сегодня «невидимая рука рынка» разрушает не только экономику, но и биосферу Земли.

Необходим поиск баланса между жизнью людей и природы. Достичь его при линейной экономике, превращающей невозобновляемые ресурсы в отходы и предметы потребления, которые со временем также становятся мусором, сложно.

Авторы требуют от общества по-новому подходить к образованию молодого поколения жителей Земли. Оно должно быть основано на грамотном отношении к будущему, предусматривать его устойчивое развитие и долгосрочное планирование, воспитывать в людях отсутствие стремления к поиску «мгновенной прибыли», желание учиться для самого себя и помогать другому.

В докладе утверждается, что люди способны реализовать свой талант в создании будущего человечества, а власть имущие обязаны этому способствовать. Авторы говорят словами А.С. Пушкина: «Мы ленивы и не любопытны». Сейчас время пришло. Если хотим выжить, надо действовать.

Надо сказать, что мысли авторов о кризисе капитализма не новы. Марксисты об этом говорят очень давно. А сегодня даже в книге «Есть ли будущее у капитализма», перевод которой издан институтом Гайдара [2], ее пять американских авторов во главе с Эммануилом Валлерстайном также, каждый по свое-

му, не видят будущего развития мира на основе усовершенствования капитализма.

Построить социализм в СССР не удалось. Китай и Куба продолжают его строительство. Арабский социализм в Ливии капиталистическое окружение сообщая погасило. Швеция была близка к его построению, но постепенно отходит от идей близких к социалистическому укладу общества. Сегодня в Норвегии на базе коллективного использования доходов от нефти построили самое благополучное государство в мире. Еще в прошлом веке папа Иоанн Павел II сказал, что нужно от капитализма и социализма взять лучшее, но как это сделать? Что должно произойти?

### **Что спасет человечество?**

Сегодняшняя ситуация в России — плод человеческого воображения. Призыв одного из руководителей «немного потерпеть», имея в виду, что рай уже за поворотом, — просто пустые слова, не подкрепленные чем-то конкретным. К сожалению, не все понимают происходящие в мире, да и в стране, события, занимаясь удовлетворением сиюминутных потребностей, оставляя без внимания проблемы, решение которых необходимо для развития страны. А это говорит о неготовности многих руководителей заглядывать в будущее. У власть имущих имеются деньги и привилегии, напротив, многие подданные обречены на бедность, дискриминацию и угнетение. Сейчас большинство богатых в России — это люди или наследники людей, урвавших у государства часть принадлежавшего всем. Надо знать, что комфорт и удовольствия не дают счастья, его можно достичь только совместно со всеми. В будущем идеи капитализма, да, пожалуй, и коммунизма, будут заменены чем-то новым, к чему мировое сообщество стремилось издавна. Об этом стоит подумать.

На смену капитализма — жесткой конкуренции должно прийти сотрудничество, взаимопомощь, партнерство между странами, людьми и их группами. Почитайте работу П.А. Кропоткина «Взаимопомощь как фактор эволюции» [3], и вам будет понятно, что все это возможно на базе перемен, происходящих в информационной сфере. Новое общество должно быть основано на возможности людей широко пользоваться общественными благами — результатом научно-технологического прогресса, необходимости охраны природы усилиями всего человечества и замене труда людей многих профессий работой роботов. Таким образом, в будущем основным приложением труда людей будет поиск новшеств в знаниях, то есть исследовательская работа.

### **О проблемах горного дела**

Многим кажется, что полезные ископаемые ушли из центра внимания как общества, так и политиков. Появился интернет, а это новые коммуникации, ведь мир стал доступен практически мгновенно. К достижениям кремниевой долины и стартапов сегодня устремились интересы людей. А значение горной промышленности, казалось бы, резко снизилось. Но это не так. Наряду с социальными и экологическими проблемами, сегодня у человечества имеется три главных вопроса, от решения которых зависит его будущее, — это сырье, энергия и знания.

Сырье — основа всякого производства, это, прежде всего, минеральное сырье — полезные ископаемые, добытые из недр, и они не бесконечны.

Энергия — ее источник — Солнце и полезные ископаемые (газ, нефть, уголь, уран, тепло Земли), дающие людям возможность эффективно работать.

Знания — это результаты исследований в виде понятий и представлений в форме датаизма [4], который будет контролировать и направлять абсолютно все,

что связано с жизнью людей. По Ю.Н. Харари, датаизм состоит из потоков данных всякого явления или сущности. Его высшая ценность — поток информации. Жизнь — это движение информации. Каждое наше слово и действие — это часть информационного потока. Отсутствие информационного потока, по существу, равносильно потере смысла жизни. Именно случившаяся победа компьютера над человеком в будущем определит путь развития человеческого общества.

Сырье и энергию будет все трудней добывать. Для их получения необходимы новые знания. Процесс их добычи вечен. От успеха их получения зависит будущее человечества.

Доля минерального сырья, изымаемого из недр Земли, во все времена составляла 70—80% в основе предметов обихода людей, будь то скрепки, стрелы, копья или современные машины и различные механизмы. В статье «Горное дело и его влияние на развитие цивилизаций» [5] показано, что на протяжении всей истории человечества, развитие цивилизаций было связано с технологическими укладами, в основе которых было горное дело — дело рук и ума людей!

То, что «знание — сила» известно с 1620 г., когда Френсис Бэкон опубликовал свой научный манифест, но правители еще долго не думали финансировать науку. Правда, в Европе уже давно содержали учебные заведения. Науку в России государство начало содержать при Петре Первом, когда он создал свою Академию Наук.

Современные научные исследования в России финансируются по остаточному принципу, если кто-то из руководства страны видит в этом необходимость, а для этого правители должны быть «на уровне», чтобы понять, что для сохранения страны и их власти следует искать пути выживания через получение и накопление новых знаний и умений и их пере-

дачи следующему поколению жителей страны.

Сегодня проблемы минерально-сырьевого комплекса для будущих поколений земель выходят за рамки решения только узких технических задач и требуют привлечения науки к решению глобальных исследований в опытно-промышленном масштабе, а это значительное финансирование и годы исследований.

Понять и ощутить значение проблем минерального сырья можно, прочитав книгу Дэниел Ергина «Добыча» [6], показывающую на примере нефти роль минерального сырья в формировании общества XX и XXI вв. Нефть, выходящая на передний край истории мировой цивилизации, в принципе, определяет международную политику во всех ее аспектах.

Минеральное сырье в виде твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых было и будет необходимо для успешного функционирования нашего государства, да, по существу, и всего человечества.

С годами в мире постоянно возрастает потребность в минеральном сырье, но его добыча из новых месторождений связана с усложнением географических и горно-геологических условий, что негативно отражается на экономике и экологической обстановке целых регионов, мира.

Известно, что полезные ископаемые являются природным ресурсом, практически обеспечивающим само существование людей. В обозримом будущем в мире обострится борьба за источники минерального сырья, поскольку многие государства желают осуществить их перераспределение в свою пользу. А это мировые кризисы, то есть «пересдача карт», где каждому нужно найти «джокер», а он один, поэтому, скорее всего, мирно решить проблему будет возможно только при некапиталистическом устройстве мира.

## **Об инвестициях**

Еще в советское время акад. А.Г. Аганбегян назвал горную промышленность «тяжелыми оковами на ногах развития народного хозяйства страны» (Вестник АН СССР № 4 1987 г.), и чтобы ее развивать приходится привлекать до четверти капиталовложений. Сегодня горно-геологические условия месторождений усложняются, что требует для их освоения увеличения капложений, а производительность труда падает, поскольку практически отсутствуют новые кардинальные решения в технологиях горного дела. Фактически, это «желтая карточка» горной науке, поскольку, занимаясь совершенствованием существующих процессов, она из-за отсутствия четких требований и финансирования на разработку новых технологий не ведет необходимых работ по поиску новых революционных технологий во всех объектах технологической цепочки горного производства. В результате резко снижается объем и уровень исследований, что сказывается и на квалификации кадров. Для того чтобы осуществить резкий перелом в решении кардинальных вопросов освоения новых месторождений необходимы крупные инвестиции на поисковые работы по всему фронту опытных работ на конкретных месторождениях и подготовку по-новому мыслящих специалистов горного дела.

## **Запасы кончаются?**

Минеральное сырье еще долго будет основой нашего экспорта, поэтому, чтобы не стать лузером, стране нужны исследователи, в головах которых должны быть идеи, способные решать проблемы будущего.

Анализ, выполненный Е.А. Козловским [7], показал, что потребность в минерально-сырьевых ресурсах за последние 20 лет возросла в 2–3 раза, а открытие новых месторождений, перспективных

для разработки традиционными методами, практически ничтожно.

К сожалению, сегодня модели прогноза истощения природных ресурсов не вписываются в круг реально финансируемых и обсуждаемых тем. Подготовленные к разработке по традиционным технологиям месторождения истощаются. Для поиска новых нужны новые технологии, а на их создание и проверку в промышленных условиях потребуется финансирование и десятки лет апробации. Этот вопрос чрезвычайно актуален для нашей страны. Поскольку сегодня сырьевые продукты России составляют более 50% доходов федерального бюджета или 10,3% в ВВП.

Думаю, в ближайшие 25–30 лет природопользование будет основной, дающей валюту отраслью промышленного производства. Поэтому минерально-сырьевой цех страны требует особого внимания к его развитию, а это значит, необходимо укрепление человеческого капитала с ориентацией на вызовы будущего. В этом плане необходимо сделать горное дело привлекательным для людей. Думаю, инженерный идеал рудника будущего — это рудник без рабочих, и именно наука может дать нам такой рудник.

Современные задачи, стоящие перед горными инженерами, «архисложные», но их необходимо решать не когда-нибудь, а сегодня. В качестве примера покажем, что может быть с производством фосфатных удобрений. Считается [8], что к 2050 г. численность народонаселения возрастет на 40%. Сможет ли биосфера вынести такую нагрузку? Для обеспечения его продовольствием необходимы минеральные удобрения. Их потребление с 1950 по 2000 гг. выросло в 6 раз, а месторождений, содержащих фосфор, явно недостаточно. В 2008 г. фосфор пережил свой ценовой шок — цены с 50 долл. поднялись до 450 долл. за тон-

ну. Подсчитано, что мировой пик добычи фосфоритов будет пройден уже в 2033 г. [9]. Это приведет к истощению богатых и переходу к разработке бедных месторождений, и, как следствие, — к росту капиталоемкости, энергоемкости добычи и переработки. Поэтому необходим поиск принципиально новых решений, основанных на соединении добычи и переработки в единый процесс и получению в финале товарного продукта — минерального удобрения. Лабораторные исследования и полупромышленные работы на Верхнекамском фосфатном руднике [10] показали, что осуществить это возможно, используя метод подземного выщелачивания. Но его надо от опытов довести до промышленного использования, а это крупное финансирование и годы исследований.

### **О науке в горном деле**

Наука и образование является базой экспертизы при принятии решений в жизни общества. Расширение круга исследований неизбежно приводит к объединению на основе миграции идей и представлений из естественных и гуманитарных наук, а единство Науки и Образования, Природы и Человека — основа жизни на Земле, поэтому их развитие должно быть сочетаемо.

Воздух, вода, земля, ее недра, растительный и животный мир окружают человека, который благодаря своим знаниям и умениям, посредством орудий труда и технологий производит предметы своего потребления. В этом вся жизнь человечества. Именно поэтому природные ресурсы, — полезные ископаемые, — еще с доисторических времен являются основой жизни человечества.

Прикладная наука в горном деле на первом этапе была наблюдательно-описательной. Затем создавался математический аппарат, отображающий количественные отношения и пространственные

формы. На этом этапе исследователи стремились познать природу числом и мерой, но удовлетворялись арифметическим учетом и пространственной трехмерностью. Теперь наука должна строиться на учете факторов природной среды, ее строения и пространственного изменения во времени, на основе знаний фундаментальных наук. Конечный результат исследований — получение знаний — товарный продукт.

Начиная с XIX и XX вв., в развитии науки горного дела отчетливо видна тенденция ее дифференциации с появлением новых наук и ослабление связи между ними. В настоящее время, одновременно с дифференциацией, возникла тенденция интеграции знаний, примером которой является формирование геотехнологии, основой которой является классификация знаний, их систематизация и рассмотрение их как системы, погруженной в управляемую и возмущающую среду [11].

**УМИРАНИЕ многих НАУЧНЫХ ШКОЛ В ОБЛАСТИ ГОРНЫХ ЗНАНИЙ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ СВЯЗАНО НЕ СО СМЕРТЬЮ НАУЧНЫХ ЛИДЕРОВ,** а с ошибочным курсом развития науки и образования в области горного дела. Так, гибнут школы: использования тепла Земли, подземной переработки и газификация углеводородов, скважинной гидродобычи, технологий разработки подводных месторождений морей и океанов и других новых направлений исследований.

Все вышесказанное показывает, что в ближайшее время появляется глобальный кризис минеральных ресурсов, угрожающий самому существованию человечества, но большинство людей об этом не думают. Сегодня состояние исследований в области геотехнологии по многим параметрам можно назвать наисложнейшим. Ситуация требует серьезных перемен в тематике исследований, ведь еще Сократ сказал: «секрет перемен со-

стоит в том, чтобы сосредоточиться на создании нового, а не на (усовершенствовании — В.А.) борьбе со старым».

Современные исследовательские работы ведутся не на главных актуальных направлениях, связанных с решением наших, да и мировых проблем будущего развития горного дела. Основа современной тематики исследований — это усовершенствование частных вопросов горного дела, что во многом является балластом, а не двигателем процесса. Фактически, мы движемся по колее, на которую выделяются деньги, а образ будущего горного дела — это прообраз возможностей, а ими серьезно никто не занимается (нет финансирования). Почему это происходит? Проще вести исследования в области, где многое ясно, а не в сфере неизвестного. Обладатели грантов на исследовательские работы заранее уверены в их успешном решении, то есть это фактически исследования без НИОКР. Лидеры горной науки накопили свой авторитет на старых технологиях и не обращают внимания на трудности будущих поколений в освоении новых месторождений. Кроме того, раскрутка многих авторитетов произошла в кругах, далеких от науки, но близких к власти имущим.

Наука горного дела — это конгломерат знаний, связанный с освоением недр Земли, входящий в понятие «геотехнология», которое нельзя изъять из широкого понимания ее контакта и взаимосвязи с другими науками и средой горного дела, где она развивается. Под этим термином понимается сумма знаний об освоении и использовании недр Земли. Это система различных дисциплин, которые возникли еще во времена Аристотеля, Г. Агриколы, и активно создавались в XIX и XX вв., знания о технологиях, включающих оборудование, приборы управления, знания о процессах разведки, разработки, переработки самого разнообраз-



разного добытого сырья (нефть, газ, уголь, руды металлов и других полезных ископаемых), строительстве подземных сооружений и путях совершенствования и прогнозирования развития горного дела [11].

Надеюсь, что объединение под термином «геотехнология» наук, необходимых при освоении недр Земли, будет принято горными инженерами и под этим именем войдет в ряд наук о Земле: геологии, геохимии, геофизики и др.

Как уже говорилось, сегодня добываемые полезные ископаемые извлекаются на основе экономической эффективности их производства, а такого сырья становится все меньше. Существующий выход — развитие физико-химической геотехнологии (ФХГ) и ее методов [12]. ФХГ это единое целое, а, как известно, целое больше суммы его частей. Каждый раздел ФХГ привносит нечто новое в копилку знаний этой науки, ее следует обогащать новыми идеями. Необходимо разработать систему воздействия на горную среду так, чтобы горный массив превратился в подвижную среду, из которой возможно извлечь на поверхность через скважины максимально обогащенное полезное ископаемое. Именно такой фундаментальной задачей сейчас озабочены исследователи недр. Это одна из задач, решение которой требует союза многих естественных наук.

Можно утверждать, что в горном деле сегодня, а особенно в будущем, будет возрастать роль использования в промышленном масштабах химических, физических и микробиологических процессов при ведении самых разнообразных горных работ. ФХГ способствует образованию «мостов» между разобщающимися науками, связанными с освоением недр Земли.

Стыковка и срастание наук в решении крупных проблем горного дела — веление времени. Именно их результа-

том являются революционные технологии. Сегодня исследования в области ФХГ развиваются вширь, охватывая все новые методы добычи полезных ископаемых, и вглубь, раскрывая внутренние и внешние противоречия процессов и явлений разработки месторождений полезных ископаемых. Именно здесь надо ожидать появления инновационных решений в химии и физике перевода полезного ископаемого в подвижное состояние.

В современной геотехнологии процессы исследования будут стремиться к переходу от изучения месторождения в целом, горной породы, минерала, до молекулы и атома. Вероятно, в будущем некоторые проблемы, связанные с происхождением минералов, будут рассматриваться на уровне кварков, образующих протоны и нейтроны, которые соединяясь с электронами, будут создавать заданные атомы.

Возможность и эффективность использования методов ФХГ определяют в результате оценки условий разработки, лабораторных, опытно-промышленных работ в производственных условиях. Инженерные и технико-экономические расчеты определяют оптимальное сочетание эффективности вложений, затрат на экологическую охрану и максимально возможное извлечение полезного компонента.

Методы добычи ФХГ — это настоящее и будущее горного дела, именно они определяются как непрерывные процессы, обеспеченные соответствующим оборудованием и вспомогательными устройствами контроля и управления.

Методы ФХГ это:

- возможность вовлечения в разработку бедных, глубоко залегающих в сложных горно-геологических условиях месторождений;

- снижение капитальных затрат и сокращение сроков строительства;

- возможность полной автоматизации промышленного объекта и снижение экологической нагрузки на окружающую среду.

В настоящее время вполне реально при проектировании разработки месторождений полезных ископаемых, а впоследствии при их эксплуатационной разработке, построив математическую модель объекта управления предложенной технологической схемы и систем, с которыми она взаимодействует, использовать идею Н.Н. Моисеева диалога с ЭВМ для выбора оптимальных решений, тут же посмотреть, какие будут вероятные последствия принятых решений.

Для расширения работ в области ФХГ надо привлечь самых разных специалистов. Прежде всего, для каждого месторождения химикам необходимо находить свои растворители, сочетающие легкость выщелачивания и избирательность действия при разложении минералов, поиск новых рабочих агентов и способов переработки продуктивных флюидов. Физики, горные технологи призваны решать проблемы движения рабочих и продукционных растворов в недрах.

Специалисты-буровики должны совершенствовать конструктивное оформление скважин для методов ФХГ в двух совершенно противоположных направлениях:

- во-первых, вести работы по упрощению добычных скважин для снижения их материалоемкости и экономичности сооружения,

- во-вторых, по строительству сложных, многофункциональных, многозабойных и горизонтальных скважин, что удорожает их строительство, но даст эффект в эксплуатации месторождения.

Надо не забывать о разработке новых буровых станков и забойных двигателей, способных быстро и эффективно создавать рабочее пространство для ведения процесса добычи. Громадное зна-

чение в современной обстановке имеют вопросы экологии, которые для методов ФХГ решаются значительно легче.

В науках о Земле есть различные гипотезы по динамике ее развития, в результате которых образовались месторождения полезных ископаемых. Это гипотезы связанные с механизмами: гравитационного проседания, охлаждения Земли, пульсации (периодической активности и «покое») или с существованием собственной «печки» за счет диффузии неоднородных веществ земной коры и магмы.

Надо сказать, что осадочный бассейн земной коры довольно хорошо изучен, но об изучении жизни глубинных слоев Земли этого сказать нельзя. А ведь именно там происходит взаимодействие геофизических и геохимических полей, идут процессы, приуроченные к разломам и очагам дислокаций земной коры.

Как образовались месторождения полезных ископаемых?

Вероятно, это результат физико-химических реакций, возникающих при движении мантийных веществ и происходящих в результате:

- конвекции в магме (гравитационная диффузия веществ магмы и радиоактивный распад элементов);

- движения жидких оболочек земного ядра;

- движения мантийного вещества при взаимодействии литосферных плит.

На сегодня удалось понять процесс образования алмазов, более того, научились повторять процесс их образования и получать искусственные алмазы. Появились новые представления о глубинном (не органическом) происхождении нефти.

В современных работах геологов появились доказательства глубинного генезиса месторождений нефти и газа и выявлены условия их аккумуляции и миграции в земной коре.



Исследователи изучают природные механизмы и выводят физико-химические законы, определяющие и контролирующие процессы внутри очаговой мобилизации и генерации мантийных систем, Эти процессы способствуют образованию минералов, в результате чего появляются различные месторождения полезных ископаемых. То есть, вполне реально, изучая генезис минералов [13], научиться создавать условия генерации заданных месторождений.

В ближайшем будущем необходимо научиться создавать месторождения многих полезных ископаемых. Давайте подумаем, как извлечь полезные ископаемые из магмы? Ведь там все есть. При ее движении к поверхности образовались разные минералы. В этом поиске необходим контакт горного дела с разделами фундаментальной геологии, физики, химии.

### **О прогнозировании будущего.**

Можно согласиться с 43 докладом Римского клуба — у капитализма будущего нет, но у человечества оно будет, не смотря на то, что Америка санкциями душит Россию, ведет, пока только экономические войны с Китаем, Ираном, да и вообще со всем миром. Внутри у капитализма все не просто: Трамп воюет с конгрессом, английский премьер Мэй со своим парламентом, народ Франции с президентом Макроном. Надо сказать, что и в России все не просто: богатые богатеют, бедные беднеют. Прав был П.А. Кропоткин сказав, что только взаимопомощью и сотрудничеством выживет человечество. И вернувшись к общечеловеческим проблемам, выскажу свои соображения о будущем.

Несмотря ни на что, в ближайшие годы полезные ископаемые и их передел останутся в центре внимания мировой экономики и будут влиять на глобальную политику. А это значит, что для России мас-

штаб их добычи будет определять мощь государства и уровень жизни людей.

Горное дело — это основа минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов страны, для которых следует построить стратегии их развития с расчетом на перспективу. Сегодня необходимо определить долгосрочные тенденции их развития, что особенно важно в связи с ростом дефицита минерального сырья для самых различных производств, особенно в части обеспечения их редкоземельными элементами. В этом плане нам следует помнить, что «мы ответственны не только за то, что сделано, но и за то, что не сделано», а об этом еще в XVII в. сказал комедиограф Мольер.

Сегодня для прогнозирования будущего горного дела в России, необходимо определить, сколько и какое нужно добывать сырье для обеспечения своего промышленного производств и потребностей экспорта. В этом плане следует разработать стратегию развития горного дела (по большинству получаемых из полезных ископаемых продуктов и услуг) на ближайшую (7—10 лет) и долгосрочную (20—30 лет) перспективу.

Надо сказать, что первая концепция развития горного дела была еще в Горном уставе Российской Империи и повторена в Законе о недрах РФ. Она состоит в «обеспечении воспроизводства сырьевой базы и ее рационального использования в интересах нынешнего и будущих поколений народов России». Эту работу по развитию необходимо выполнить по большинству полезных ископаемых, чтобы оценить их сырьевую базу и возможности материально-технического состояния решать проблемы горного дела с точки зрения обеспечения отраслей технологическими, техническими и экономическими ресурсами.

Полезные ископаемые еще долго будут основой нашего экспорта, поэтому стране нужны исследователи, в головах

которых должны быть идеи, способные решать названные выше проблемы будущего горного дела.

В концепции закона о науке РФ (утв. 23 ноября 2014 г.) говорится: «Основная функция науки ... познавательная, она порождает две прикладные функции — прогнозирования развития общества и выработки рекомендаций для более успешного его развития».

Для нашей страны, связанной с экспортом минерального сырья, ее существование сегодня и в будущем во многом будет определяться состоянием геотехнологии. В этом плане необходимы исследования и подготовка специалистов, владеющих знаниями для решения задач будущего горного дела, а это социальные и экологические проблемы, вопросы повышения производительности труда, энергосбережения, повышения извлечения полезных компонентов и, конечно, высокого уровня подготовки горных инженеров [14—16].

Все вышесказанное является основой для оценки того с чем нам придется сталкиваться в будущем.

А это критические проблемы производства, возможные риски и неприятности, то есть «конец и вновь начало», которые нас ждут впереди [17]. В плане сказанного надо всесторонне обсуждать принимаемые решения, ибо часто имеющие власть уверены, что знают «что делать», то есть истина у них в руках, а все иначе мыслящие не нужны. Надо знать, что уверенность в своей непогрешимо-

сти делает власть безответственной за свои слова и дела.

Подводя итоги размышлениям о будущем развития не только горного дела, но и связанного с ним состояния жизни людей не лишне высказать может быть тривиальные, но актуальные к воплощению в настоящую жизнь мысли.

1. Очень многое будет зависеть от грамотного управления подготовкой нового человеческого капитала, способного находить не стандартные решения производственных задач.

2. Во всех сторонах жизни любых коллективов определяющую роль будет играть высокая квалификация, жесткий контроль и ответственность руководителя при выполнении принятых решений.

3. Неравенство и ее следствие бедность части населения необходимо выравнивать налогами и социальной поддержкой нуждающихся.

4. Все общество, каждый человек обязан участвовать в решении стоящих перед ними проблем, постоянно улучшая качество и производительность своего труда (давний пример этого — японские кружки качества и их современные реинкарнации).

5. Руководство всех уровней обязано обеспечивать стабильность жизни доверенного ему коллектива людей, бороться с безразличием и апатией, вдохнуть патриотизм и энергию в жителей страны.

6. Надо верить, что мы сегодня строим жизнь страны надолго и верим, что это навсегда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Римский клуб. Университет. Доклад 2017 г.
2. Валерстайн И. Коллинз Р. Манн М. Дерлугьян Г. Колхун К. Есть ли будущее у капитализма. — М.: Изд-во «Институт Гайдара», 2015. — С. 316.
3. Кропоткин П. А. Взаимопомощь как фактор эволюции. — М.: Самообразование, 2007. — С. 240.
4. Харари Ю. Н. Sapiens. Краткая история человечества. — М.: Синбад, 2018. — С. 520.
5. Аренс В. Ж. Горное дело и его влияние на развитие цивилизаций // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — СВ 1. — С. 263—276.
6. Ергин Дэниел Добыча. Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть. — М.: Альбина, 2018. — С. 940.

7. Козловский Е. А. Минеральное-сырьевые ресурсы в экономике мира и России. — М.: МГРИ, 2014. — С. 514.
8. Капица С. П. Общая теория населения Земли. — М.: Наука, 1999. — 210 с.
9. Анпилогов А. Мир на пике. Мир в пике. — М.: Селадо, 2015. — С. 388.
10. Аренс В. Ж., Гриден О. М., Дербунович Н. Н., Хчегян Г. Х. Опыт подземного выщелачивания фосфоритов // Горный журнал. — 2016. — № 6. — С. 73–77.
11. Аренс В. Ж. Геотехнология. — М.: Изд-во «МИСиС», 2018. — С. 100.
12. Аренс В. Ж. Физико-химическая геотехнология. — М.: Изд-во «Горная книга», 2001. — С. 460.
13. Федоровский Н. М. Генезис минералов. — М.: Гостехиздат, 1923. — С. 186.
14. Пучков Л. А., Петров В. Л. Система подготовки горных инженеров России. Стратегический подход в определении прогноза развития. — М.: Изд-во МГИ, 2008. — 52 с.
15. Черникова А. А., Петров В. Л. Подготовка горных инженеров в Российских университетах исследовательского типа // Горный журнал. — 2015. — № 8. — С. 107–108.
16. Аренс В. Ж. Горный инженер — это перспективно. — М.: Изд-во «МИСиС», 2017. — С. 24.
17. Гумилев Л. Н. Конец и вновь начало. — М.: Изд-во «Айрис пресс», 2004. — С. 384. **ПИАБ**

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Аренс Виктор Жанович — д.т.н., профессор, РАЕН, Москва, e-mail: arens33@mail.ru.



---

## ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

---

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОДНОПУТНЫХ И ДВУХПУТНЫХ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА В УВЯЗКЕ СО СТАНЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ (2018, № 12, СБ 55, 16 с.)

Панкратенко Александр Никитович — д.т.н., проф., зав. кафедрой, НИТУ «МИСиС», e-mail: sps.misis@mail.ru,  
Грошиков Сергей Николаевич — генеральный директор, ООО «Бустрен РМ»,  
Хуснуллин Марат Шакирзянович — заместитель Мэра Москвы в Правительстве Москвы,  
Сандуковский Александр Эзарович — технический директор, ООО «Бустрен РМ»,  
Рубинчик Эдуард Борисович — главный конструктор, ООО «Бустрен РМ».

Выполнен сравнительный анализ для двух решений метрополитена: два однопутных тоннеля и станция с центральной платформой и двухпутный тоннель и станция с двумя боковыми платформами. Установлено, что ширина мульды оседания при строительстве двухпутного тоннеля в аналогичных условиях на 14–18% меньше, чем в случае влияния двух однопутных тоннелей. Задача по обеспечению необходимой несущей способности тоннельных конструкций двухпутного тоннеля успешно решается при применении современных высокопрочных сборных обделок. В целом по факторам «продолжительность строительства» и «стоимость строительства» технология сооружения двухпутных перегонных тоннелей является более эффективной в сравнении с традиционной схемой с двумя однопутными тоннелями. Эффект достигается благодаря снижению затрат на персонал, уменьшению стоимости изготовления и монтажа обделки, монтажа и демонстрации проходческих комплексов, снижению объемов и сложности земляных и подземных работ.

Ключевые слова: метрополитен, перегонный тоннель, тоннелепроходческий комплекс, обделка, скорость строительства, продолжительность строительства, стоимость строительства.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTION EFFICIENCY OF SINGLE-TRACK AND DOUBLE-TRACK SUBWAY TUNNELS OF THE METRO IN CONJUNCTION WITH STATION COMPLEXES

Pankratenko A.N., Groshikov S.N., Khusnullin M.Sh., Sandukovsky A.E., Rubinchik E.B. Moscow, Russia.

The article contains a comparative analysis for two metro solutions: two single-track tunnels and a station with a central platform and a double-track tunnel and a station with two side platforms. It has been established that the width of the subsidence mold during the construction of a double-track tunnel under similar conditions is 14–18% less than in the case of the influence of two single-track tunnels. The task of providing the necessary carrying capacity of tunnel structures of the double-track tunnel is successfully solved with the use of modern high-strength prefabricated linings. In general, according to the factors of «construction duration» and «construction cost», the technology of construction of double-track tunnels is more effective in comparison with the traditional scheme with two single-track tunnels. The effect is achieved by reducing the cost of personnel, reducing the cost of manufacturing and installation of lining, installation and dismantling of tunneling complexes, reducing the volume and complexity of excavation and subsurface works.

Key words: tunnel, TBM, tunnel lining, construction speed, construction time, construction costs.