

Яковлев Виктор Леонтьевич

член-корр. РАН,
доктор технических наук, профессор,
Институт горного дела УрО РАН
620219, Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, д.58,
e-mail: yakovlev@igduran.ru

**ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ
НАУЧНЫХ ИДЕЙ И МЕТОДОЛОГИЧЕ-
СКИХ ПОДХОДОВ К ОБОСНОВАНИЮ
ТЕХНОЛОГИЙ, ПАРАМЕТРОВ ГОРНЫХ
РАБОТ И СТРАТЕГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР**

Аннотация:

Проведен анализ истории развития научных идей и методологических подходов к обоснованию технологий, параметров горных работ и стратегии освоения недр начиная с основополагающих фундаментальных исследований академиков Л.Д. Шевякова, М.И. Агошкова, Н.В. Мельникова, В.В. Ржевского, научных трудов других ученых, охватывающих значительный период становления и развития горного дела и горных наук (1930-1993 гг.).

Выделен новый этап выхода горных наук на принципиально новые позиции в понимании предмета, содержания и в целом их идеологии и методологии, изложенной в коллективной монографии «Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли» (1997г.).

Ключевые слова: методология, горные науки, технология, проектирование, освоение недр, стратегия развития горного производства.

Yakovlev V.L.

corresponding member RAS,
professor
The Institute of Mining, UB RAS
620219, Yekaterinburg,
Mamina-Sibiryaka str. 58
e-mail: yakovlev@igduran.ru

**THE HISTORICAL EXPERIENCE OF THE
DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC IDEAS
AND METHODOLOGICAL APPROACHES
TO THE JUSTIFICATION OF TECHNOL-
OGY PARAMETERS OF MINING OPERA-
TIONS AND STRATEGIES FOR THE DE-
VELOPMENT OF MINERAL RESOURCES**

Abstract:

The analysis of the history of scientific ideas and methodological approaches to the justification of technology parameters of mining operations and strategies for the development of mineral resources, starting with the basic fundamental research academics L.D. Shevyakov, M.I. Agoshkov, N.V. Melnikov, V.V. Rzhovsky scientific works of other scholars, covering a considerable period of formation and development of mining and mining sciences (1930-1993).

Introduces a new stage exit Mining Sciences to a fundamentally new positions in understanding the subject, content and overall, their ideology and methodology outlined in the collective monograph «Mountain Science. Development and conservation of the Earth» (1997).

Keywords: methodology, mining science, technology, design, development of mineral resources, the development strategy of mining production.

За достаточно длительный 300-летний период развития горного дела в России наибольший интерес для изучения исторического опыта развития научных идей, методологических подходов к обоснованию технологий, параметров горных работ и стратегии освоения недр представляют научные публикации в виде статей, монографий, диссертационные работы, а также фактические параметры и технико-экономические показатели горных предприятий России и стран СНГ за последние 50-70 лет, т.е. за период от начала перехода к комплексно-механизированным горным предприятиям до современных горно-обогатительных комбинатов с полным циклом технологических процессов горного производства.

При написании статьи автор использовал личный опыт познания основ горного дела в годы учебы в Свердловском горном институте (1951 – 1956 гг.), исследование широкого круга проблем освоения недр за годы работы в проектно-институте «Уралгипрошахт», работы в ИГД (1962 – 1986 гг. и с 1995 г. по настоящее время (ныне ИГД УрО РАН)), в Институте горного дела Севера СО РАН (г. Якутск, 1986 – 1995 гг.), личное знакомство и сотрудничество со многими выдающимися учеными и специалистами проектных институтов и горных предприятий, руководящими работниками министерств и

ведомств, связанных с вопросами планирования и управления освоением месторождений твердых полезных ископаемых.

Безусловно, к числу основополагающих фундаментальных исследований, положивших начало обоснования проблем горных наук, следует отнести научные труды академиков Л.Д. Шевякова [75 – 78], М.И. Агошкова [1 – 3], Н.В. Мельникова [40 – 42], В.В. Ржевского [43, 54 – 58], проф. Е.Ф. Шешко [79 – 85], охватывающие значительный период становления и развития горного дела и горных наук (1930 – 1993 гг.).

М.И. Агошков одним из первых в своих кандидатской «Метод определения высоты этажа при разработке рудных месторождений» (1937 г.) и докторской «Определение производительности рудника» (1946 г.) диссертациях и последующих фундаментальных трудах по технике, технологии и экономике рудных месторождений, применению экономико-математических исследований в горном деле, созданию классификации разработки рудных месторождений внес большой вклад в создание научных основ подземной разработки рудных месторождений [1 – 3].

В обоснование приоритетного развития открытых горных разработок, способов вскрытия и систем разработки месторождений, проектирования карьеров, формирование структур комплексной механизации решающий вклад внесли Е.Ф. Шешко, М.Г. Новожилов [44 – 49], Н.В. Мельников, В.В. Ржевский, А.И. Арсентьев [5 – 7], В.С. Хохряков [72 – 73] и многие их ученики и последователи.

В работе «Научные основы проектирования горных предприятий» (М.: Наука, 1968, с. 5 – 11) Н.В. Мельников указывал, что эффективное использование капитальных вложений при строительстве крупных горно-обогатительных комбинатов черной и цветной металлургии и угольных разрезов возможно «только в том случае, если принимаемые при проектировании решения будут оптимальными, чего можно достичь, применяя методы экономико-математического моделирования».

В книге «Теория и практика открытых разработок» (М.: Недра, 1973, с. 3 – 24) Н.В. Мельников выделил главные тенденции технологии открытых горных работ, в том числе это:

- комплексная механизация горных работ и оптимизация параметров оборудования;
- преобладающее применение транспортных систем разработки: на угольных разрезах, железорудных и марганцевых карьерах ее доля составит, соответственно, 75, 98 и 50 %;
- увеличатся объемы перевозок такими видами комбинированного транспорта, как автомобильно-железнодорожный и автомобильно-конвейерный;
- при разработке скальных пород увеличится доля циклично-поточной технологии с применением автомобильно-конвейерного транспорта и самоходных забойных дробильных агрегатов.

В развитие идей Н.В. Мельникова исследования многих научных школ в Москве (ИПКОН РАН, ИГД им. А. А. Скочинского, МГГУ), Екатеринбурге (ИГД УрО РАН), Санкт-Петербурге (СПб ГГИ (ТУ)) и других были направлены на:

- создание мощной прогрессивной техники;
- решение проблем разрушения горных пород;
- внедрение поточной технологии;
- создание новых видов транспорта и подъема;
- создание новых методов расчета и управления откосами бортов;
- обеспечение надлежащих параметров воздушной среды в карьерах;
- решение технологических задач комплексного использования ископаемых и уменьшения их потерь и др.

К числу важнейших при разработке месторождений относится проблема транспорта. И здесь уместно отметить заслугу М.В. Васильева [11 – 18], который не только

обосновал необходимость самостоятельного научного направления «карьерный транспорт», но и стоял у истоков создания на Урале, в Институте горного дела, организатором и первым директором которого он стал (1962 г.), и развивал научную школу еще при жизни (1908 – 1986 гг.). Было проведено пять Всесоюзных научно-технических конференций, в работе которых с докладами по широкому кругу проблем карьерного транспорта принимали участие специалисты не только научных и проектных институтов и вузов горного профиля, но и представители горных предприятий, заводов горного и транспортного машиностроения.

Что касается публикации научных трудов, то здесь уместно отметить достаточно широкий круг ученых, начиная со А.О. Спиваковского [60 – 63], М.Г. Потапова [51 – 53], Ю.И. Анистратова [4], В.Л. Яковлева [87,88] и других, чей вклад отмечен в виде ссылок в библиографических списках отмеченных публикаций.

Существенный вклад в обоснование целесообразности применения циклично-поточной технологии (ЦПТ) при отработке месторождений большой глубины и производительности внесли Н.В. Мельников [42], К.Е. Виницкий [22], Б.В. Фаддеев [71], М.В. Васильев [12,15], А.Н. Шилин [86] и другие ученые. К сожалению, широкого распространения на карьерах России, Украины и Казахстана ЦПТ не нашла, хотя объективных причин этого практически не имеется.

Весьма важным при открытой разработке сложноструктурных рудных месторождений являлось управление качеством, селективная разработка и усреднение руд, где особенно ценен вклад П.Э. Зуркова [28 – 31] и П.П. Бастана [8 – 10].

Значительное влияние на эффективность и безопасность открытых горных разработок оказывают способы формирования карьерного пространства, его рабочей зоны, а также обоснование устойчивости бортов глубоких карьеров [47].

Период с 1960 по 1970 г. занимает особое место в развитии открытых горных разработок. Во-первых, за эти годы резко возросли масштабы работ как в целом по горнодобывающим отраслям, так и по отдельным карьерам. Так, в железорудной промышленности вошли в эксплуатацию и интенсивно развивались такие крупные карьеры, как Соколовский и Сарбайский в Казахстане, Первомайский, Анновский и Ингулецкий на Украине, Качканарский на Урале, Лебединский, Михайловский и Стойленский в КМА, Оленегорский и Ковдорский на Кольском полуострове, Коршуновский в Сибири. Во-вторых, произошло техническое перевооружение карьеров: на погрузке горной массы наряду с ЭКГ-4 начали применяться экскаваторы ЭКГ-8, на железнодорожном транспорте осуществлялся переход на электротягу, налажен серийный выпуск автосамосвалов БелАЗ-540. Глубина карьеров была относительно небольшой, ее отрицательное воздействие на усложнение работы транспорта и ухудшение технико-экономических показателей не проявлялось. Однако уже к концу 1960-х годов обстановка существенно изменилась:

- на карьерах наметилась тенденция отставания вскрышных работ в сравнении с проектными показателями, к 1978 г. на железорудных карьерах оно составило более 300 млн. м³, причем основной причиной этого явился транспорт, возникли затруднения со вскрытием глубоких горизонтов;

- наблюдалось отставание от проектных показателей производительности труда, себестоимости добычи горной массы;

- в проектах многих карьеров (Качканарский, Коршуновский, карьеры Комбината Ураласбест), в том числе и на перспективу, не предусматривалось применение комбинированного автомобильного транспорта, хотя научно он был уже обоснован;

- на карьерах, где проектом было предусмотрено применение автомобильного транспорта, он эксплуатировался в неоптимальных условиях: слишком велика высота подъема горной массы от забоев до пунктов перегрузки вследствие недостаточного развития железнодорожного транспорта в нижней зоне карьеров и отсутствия к тому времени циклично-поточной технологии.

На основе изучения и анализа проектов и фактического состояния горных работ наиболее крупных глубоких карьеров с учетом результатов исследований ИГД МЧМ СССР и других исследовательских организаций был сделан вывод о том, что транспортные системы большинства карьеров отстали от темпов развития горных работ, не обеспечивают рациональных условий эксплуатации отдельных видов транспорта и не отвечают масштабам и условиям ведения горных работ уже в 1970-е годы, а тем более на перспективу [88].

Второй важный вывод был сделан о том, что корни создавшегося положения находятся в сложившемся принципиальном методическом подходе к решению горно-транспортно-экономических задач. Главные его недостатки:

– в большинстве проектов решения принимаются на основе оценки вариантов по минимуму приведенных затрат на расчетный год;

– при поэтапной разработке месторождений решение основных вопросов горной части проекта недостаточно увязывается с развитием горных работ, а схема вскрытия глубоких горизонтов на конец разработки в большинстве случаев даже не рассматривается.

Оценка состояния горных работ на карьере того периода и пути решения транспортной проблемы глубоких карьеров как необходимой основы эффективной разработки глубокозалегающих месторождений подробно изложены в работах [14,87,88]. В них приведены основные положения общей стратегии формирования транспортных систем глубоких карьеров и на примере ряда железорудных карьеров России, Казахстана и Украины приведен анализ состояния на них горных работ и предложены конкретные решения по развитию их транспортных систем до 1995 г. К сожалению, реализация этих решений в условиях распада СССР не состоялась.

Необходимость коренного пересмотра сложившегося к концу 1980-х годов, т.е. практически к распаду СССР, методического подхода к решению широкого круга актуальных технических, технологических и экономических проблем развития горного производства и горных наук очень ярко изложена в неопубликованной рукописи «Исповеди горного инженера» академика В.В. Ржевского (автор статьи получил ее экземпляр лично от В.В. Ржевского), с учетом и под впечатлением которой в 1987 г. проф., д.т.н. В.С. Хохряков (в то время завкафедрой Свердловского горного института) и д.т.н. В.Л. Яковлев (в то время директор ИГДС СО РАН) подготовили, но также не опубликовали статью «Проблемы горных наук»; краткое изложение ее основных положений дано ниже. Прогнозировалось, что развитие горного производства на ближайшие 15 – 20 лет будет характеризоваться:

1) относительной стабильностью объемов и размещения основных объектов горного производства, однако в связи с необходимостью существенного повышения его эффективности требуется интенсификация, увеличение производительности труда в 2-3 раза и снижение удельных затрат на единицу конечной продукции. К сожалению, этот прогноз не оправдался;

2) существенным повышением актуальности проблем рационального использования минеральных ресурсов и охраны окружающей среды, освоением техногенных месторождений, комплексным использованием недр. Реализация этих прогнозов оказалась сдвинутой на 20 лет по совокупности причин политического и социально-экономического характера.

Авторы статьи отметили, что для решения задач интенсификации и повышения эффективности горного производства необходим переход на уровень наукоемкого производства. При этом было выделено две группы научных проблем. К первой группе относятся задачи совершенствования отдельных технологических процессов, ко второй – выбор стратегии развития горного производства, способов вскрытия месторождений и систем их разработки в условиях непрерывного увеличения глубины карьеров и шахт.

К сожалению, сложившаяся за последние десятилетия дислокация научных сил такова, что, вероятно, более 80-90 % всех научных сотрудников исследовательских институтов горного профиля направлены на решение задач первой группы, тогда как на исследованиях фундаментальных вопросов развития горного производства (следовало бы сказать – освоения недр, но об этом речь ниже) занято лишь несколько исследовательских групп. Хотя уже тогда было ясно, что есть широкий круг проблемных вопросов, определяющих долговременную стратегию развития горного производства:

- разработка генеральных схем размещения и развития подотраслей горнодобывающей промышленности;
- этапность развития отдельных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий;
- способы разработки конкретных месторождений, границы открытых и подземных горных работ;
- способы вскрытия месторождений и последовательность формирования их транспортных систем от начала и до конца разработки;
- системы и технологии горных работ дифференцированно для различных по глубине и физико-механическим свойствам горных пород зон и участков месторождений и др.

Для решения такого уровня задач научно-технического прогресса необходим переход на новый качественный уровень, на промышленные автоматизированные системы как в производственной сфере – в проектировании, планировании и управлении горными работами, так и в научных исследованиях, ибо месторождения полезных ископаемых и горные предприятия являются сложными многофакторными эколого-технологическими комплексами, развивающимися в течение длительного времени (20-25 и более лет) в пространстве и характеризующимися как объекты исследования управления большим массивом информации – геологической, геометрической, экологической, технической, технологической, экономической, находящихся в сложной взаимосвязи.

Уже тогда отмечалось, что возрастет уровень математического моделирования и программного обеспечения, при котором вычислительную технику становится возможным рассматривать не только как эффективное средство многовариантных расчетов, но и как инструмент новой технологии научного исследования – вычислительного эксперимента в горной науке. Это дало авторам статьи основание утверждать, что революционные шаги в горной науке не только необходимы, но и возможны и что практически уже происходят.

В качестве дальнейших практических шагов реализации нового методологического подхода к решению проблем горного производства предлагалось рассмотреть их на представительном научном форуме, для организации и проведения которого целесообразно создание оргкомитета (инициативной группы) во главе с ведущими учеными (назывались имена нескольких академиков), но реализации этих планов помешали события на рубеже веков.

И лишь в 1997 г., когда в сравнении с 1990 г. объемы добычи железных и марганцевых руд в России и, особенно, в Казахстане и на Украине упали на ряде горных предприятий в 1,5-2 раза, коллектив в составе 39 ученых Российской академии наук, Академии горных наук, Российской академии естественных наук и Международной горной академии под редакцией академика К.Н. Трубецкого в Издательстве Академии горных наук опубликовали монографию, в которой были систематизированы ресурсы недр Земли, приведена новая классификация горных наук как системы знаний об освоении и сохранении недр, объединенные в 4 группы: горное недроведение, горная системология, геотехнология и обогащение полезных ископаемых. Вице-президент Российской академии наук Н.П. Лаверов отметил в своей оценке, что «данная книга представляет собой необычный научный труд, ... выход наук на принципиально новые позиции в понимании предмета, содержания и в целом их идеологии и методологии» [65].

Кстати, именно в июле 1997г. начался рост объемов добычи основных видов минерального сырья, и, в частности, железной руды в России в 2012 г. было добыто 295,6 млн.т, в Казахстане 45,6, на Украине 60,0, что в сравнении с 1990 г. составляет, соответственно, 112,3; 86,6 и 72,8 %.

Решающий вклад в постановку и обоснование направлений и способов комплексного освоения недр внесли, особенно с организацией ИПКОН, академики Н.В. Мельников, М.И. Агошков, К.Н. Трубецкой, В.А. Чантурия, член-корр. Д.Р. Каплунов, особенно в последние годы с организацией в РАН программ фундаментальных исследований Президиума РАН и ОНЗ РАН [65 – 67], когда в состав руководителей и исполнителей проектов стали привлекаться представители практически всех институтов горного профиля и других отделений РАН.

При исследовании в области освоения недр новый методологический подход реализуется на основе совокупного использования принципов: *системности* – раскрытия основных правил исследования, эксплуатации или освоения минерального объекта, выявления многообразных типов внешних и внутренних связей, влияющих на построение обобщенной модели его отработки; *комплексности* – исследования не только явлений и процессов разработки, но и возможности наиболее полного использования всех компонентов минерального сырья, освоения и развития территорий и регионов и пр.; *междисциплинарности* – объединения усилий в смежных областях научных знаний для разносторонней и эффективной оценки полезного эффекта и поиска нетрадиционных подходов к использованию богатств недр; *инновационной направленности* – обязательного требования, призванного обеспечить материализованный результат, получаемый от вложения средств в научные исследования, новую технику или технологию, в новые формы организации производства, труда, управления и т.п. [92].

Предпринятые в последние годы в Российской академии наук меры по укрупнению бюджетной тематики в институтах, концентрации усилий ученых на наиболее актуальных научных направлениях, введению конкурсного принципа проведения фундаментальных научных исследований по программам РАН и ее отделений потребовали применения принципиально новых методологических подходов. Примером здесь могут служить программы Президиума РАН, Отделения наук о Земле, интеграционные проекты с институтами горного профиля УрО РАН, СО РАН и ДВО РАН.

В выполнении междисциплинарного проекта «Освоение недр Земли: перспективы расширения и комплексного освоения рудной минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса Урала», координируемого Институтом горного дела принимают участие институты геологии и геохимии, геофизики, металлургии, промышленной экологии, экологии растений и животных, Ботанический сад.

Результаты исследований публикуются в статьях и монографиях, в том числе и коллективных, в которых отражены современные оценки состояния, инновационные решения и перспективы развития горных наук и освоения недр [27, 42, 65, 69, 89 – 92].

Резюме

1. При выделении круга ученых, чей вклад в создание научных основ освоения недр, способов разработки месторождений, постановки проблем развития горного дела и горных наук, а также методов их решения укладывается в понятие «методология научного познания – учения о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности».

Автор статьи не претендует на полноту учета ученых, внесших вклад в решение отмеченных проблем, он счел возможным ограничиться кругом ученых, с которыми был лично знаком, а не только с их научными трудами и участием в различного рода конференциях, совещаниях, ученых советах, за исключением Л.Д. Шевякова, который является общепризнанным ученым, его 120-летие отмечали на XXXI Уральском горнопромышленном съезде (2009 г.) и Е.Ф. Шешко – его вклад в историю становления и развития научных основ открытых горных разработок несомненен.

2. Россия занимает одно из ведущих мест в мире по минерально-сырьевому потенциалу, который оценивается как достаточный для проведения независимой и эффективной экономической политики и обеспечения национальной безопасности.

Методологический и научно-технический потенциал ученых и специалистов горного дела может и должен быть использован государством для выработки долгосрочной стратегии освоения недр.

Литература

1. Агошков М.И. Научные основы оценки экономических последствий потерь полезных ископаемых при разработке месторождений / М.И. Агошков. - М.: АН СССР ИФЗ, 1972. – 150 с.

2. Агошков М.И. Разработка рудных месторождений / М.И. Агошков. 1-3-е изд., - Свердловск - М.: Metallurgizdat, 1945 - 1954. (1-е изд. - 462 с.; 2-е изд. - 808 с.; 3-е изд. – 616 с.)

3. Агошков М.И. Определение производительности рудника / М.И. Агошков. - М.: Metallurgizdat, 1948. – 272 с.

4. Анистратов Ю.И. Исследование технологических грузопотоков на карьерах со скальными породами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Ю.И. Анистратов; МГИ. - М., 1970. – 42 с.

5. Арсентьев А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей / А.И. Арсентьев. - М.: Недра, 1981. – 278 с.

6. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров / А.И. Арсентьев. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М.: Недра, 1970. - 319 с.-(1 - е изд. - М.: Госгортехиздат, 1961. – 243 с.).

7. Арсентьев А.И. Законы формирования рабочей зоны карьера: учеб. пособ. / А.И. Арсентьев. - Л.:ЛГИ, 1986. – 52 с.

8. Бастан П.П. Смешивание и сортировка руд / П.П. Бастан, Н.К. Костина. - М.: Недра, 1990. – 167 с.

9. Бастан П.П. Теория и практика усреднения руд / П.П. Бастан, Е.И. Азбель, Е.И. Ключкин. - М.: Недра, 1979. – 255 с.

10. Бастан П.П. Усреднение руд на горно-обогатительных предприятиях / П.П. Бастан, Н.Н. Болошин. - М.: Недра, 1981. – 280 с.

11. Васильев М.В. Карьерный транспорт / М.В. Васильев. - Свердловск - М.: Metallurgizdat, 1949. – 244 с.

12. Васильев М.В. Создание поточной технологии и техники для добычи полезных ископаемых в скальных породах: материалы к науч.-техн. конф. по вопросам создания предприятий будущего по добыче полезных ископаемых открытым способом / М.В. Васильев. – М.: Научный совет по проблеме Новые процессы и способы производства работ в горном деле Гос. комитета Совмина СССР по науке и технике, 1972. – 26 с.

13. Васильев М.В. Комбинированный транспорт на карьерах / М.В. Васильев. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Недра, 1975. – 360 с.

14. Васильев М.В. Научные основы проектирования карьерного транспорта / М.В. Васильев, В.Л. Яковлев; под ред. Н.В. Мельникова. - М.: Наука, 1972. – 202 с.

15. Васильев М.В. Опыт и проблемы внедрения ЦПТ на рудных карьерах. / М.В. Васильев, А.Г. Сисин. – М.: Черметинформация, 1979. – 20 с.

16. Васильев М.В. Основные вопросы развития открытых разработок с автомобильным транспортом: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / М.В. Васильев; ИГД им. А.А. Скочинского. - М., 1961. – 37 с.

17. Васильев М.В. Современный карьерный транспорт / М.В. Васильев. - 2-е изд., перераб. - М.: Недра, 1969. – 304 с.

18. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров / М.В. Васильев. - М.: Недра, 1983. - 295 с.

19. Веницкий К.Е. Исследование технологических основ оптимизации параметров систем открытой разработки месторождений и основного оборудования: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / К.Е. Веницкий; ИГД им. А.А. Скочинского. - М., 1971. - 35 с.
20. Веницкий К.Е. Параметры систем открытой разработки месторождений / К.Е. Веницкий. - М.: Недра, 1966. - 263 с.
21. Веницкий К.Е. Применение математических методов при проектировании карьеров: обзор/ К.Е. Веницкий, Э.И. Реентович. - М.: ЦНИЭИуголь, 1968. - 113 с.
22. Веницкий К.Е. Оптимизация технологических процессов на открытых разработках / К.Е. Веницкий. - М.: Недра, 1976. - 280 с.
23. Веницкий К.Е. Управление параметрами технологических процессов на открытых разработках / К.Е. Веницкий. - М.: Недра, 1984. - 237 с.
24. Геотехнологическая оценка минерально-сырьевой базы России / под ред. К.Н. Трубецкого, В.А. Чантурия, Д.Р. Каплунова. - М., 2008. - 464 с.
25. Глубокие карьеры: сб. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. с междунар. участием 18-22 июня 2012г. / Горный институт КНЦ РАН. - Апатиты - СПб. [б. и.], 2012. - 488 с.
26. Горное дело в Арктике: труды 8-го международного симпозиума «Горное дело в Арктике», Апатиты, 20-23 июня 2005г.; под ред. Н.Н. Мельникова, С.П. Решетняка. - СПб., 2005 - 304 с.
27. Дизель-троллейвозный транспорт на карьерах/ В.Л. Яковлев, В.П. Смирнов, Ю.И. Лель, Э.В. Горшков. - Новосибирск: Наука, 1991. - 104 с.
28. Зурков П.Э. Основные вопросы открытой разработки железных руд сложного состава: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук/ П. Э. Зурков; ИГД АН СССР. - М., 1958. - 43 с.
29. Зурков П.Э. Открытые разработки / П. Э. Зурков. - Свердловск - М.: Металлургиздат, 1941. - 308 с.
30. Зурков П.Э. Разработка рудных месторождений открытым способом / П.Э. Зурков. - Свердловск - М.: Металлургиздат, 1953. - 527 с.
31. Зурков П.Э. Цикличность в горнорудной промышленности / П.Э. Зурков. - Свердловск - М.: Металлургиздат, 1940. - 182 с.
32. Каплунов Д.Р. Особенности проектирования подземных рудников в системе комплексного освоения месторождений / Д.Р. Каплунов, Б.В. Болотов. - М.: ИПКОН, 1988. - 178 с.
33. Каплунов Д.Р. Комбинированная геотехнология / Д.Р. Каплунов, В.Н. Калмыков, М.В. Рыльникова. - М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2003. - 560 с.
34. Каплунов Д.Р. Развитие производственной мощности подземных рудников при техническом перевооружении / Д.Р. Каплунов; под ред. М.И. Агошкова. - М.: Наука, 1989. - 262 с.
35. Каплунов Д.Р. Стабилизация качества руды при подземной добыче / Д.Р. Каплунов, И. А. Манилов. - М.: Недра, 1983. - 236 с.
36. Комплексное освоение минерально-сырьевых ресурсов: сб. ст./ Ред. К.Н. Трубецкой. - М.: ИПКОН, 1989. - 207 с.
37. Комплексное освоение рудных месторождений: проектирование и технология подземной разработки/ Д.Р. Каплунов и др. - М.: ИПКОН РАН, 1998. - 383 с.
38. Особенности формирования горнопромышленных комплексов Дальневосточного и Уральского регионов / С.В. Корнилков, В.Л. Яковлев, Ю.А. Мамаев, А.П. Ван-Ван-Е. // Изв. вузов. Горный журнал. - 2012. - №6. - С. 4-11.
39. Корнилков С.В. Управление рабочей зоной действующих и проектируемых глубоких карьеров: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / С. В. Корнилков; УГГТА. - Екатеринбург, 1997. - 34 с.
40. Мельников Н.В. Пути развития горной науки и техники и задачи технического прогресса в горной промышленности / Н.В. Мельников. -: Наука, 1967.

41. Мельников Н.В. Открытая разработка месторождений / Н.В. Мельников // Избранные труды. – М.: Наука, 1985.
42. Мельников Н.В. Основы поточной технологии открытой разработки месторождений (Освоение железорудных месторождений Кустаная) / Н. В. Мельников, К.Е. Веницкий, М.Г. Потапов. - М.: Изд - во АН СССР, 1962. – 175 с.
43. Научные основы проектирования карьеров / ред. В.В. Ржевский. - М.: Недра, 1971. – 598 с.
44. Новожилов М.Г. Открытые горные работы: учеб. пособие / М.Г. Новожилов. - М.: Госгортехиздат, 1961. – 475 с.
45. Новожилов М.Г. Глубокие карьеры / М.Г. Новожилов, В.Г. Селянин, А.Е. Троп. - М.: Госгортехиздат, 1962. – 276 с.
46. Новожилов М.Г. Новая технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / М. Г. Новожилов, В. Г. Селянин, Б. Н. Тартаковский. - Киев: Гостехиздат УССР, 1961. – 206 с.
47. Новожилов М.Г. Основные вопросы открытой разработки месторождений на больших глубинах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / М. Г. Новожилов; СГИ. - Свердловск, 1954. – 31 с.
48. Новожилов М.Г. Поточная технология открытой разработки месторождений: Теоретические основы / М. Г. Новожилов, Б. Н. Тартаковский, В. С. Эскин; Институт механики АН УССР. Днепропетровский фил. - Киев: Наукова думка, 1965. – 249 с.
49. Новожилов М.Г. Проектирование технологии строительства карьеров при применении техники непрерывного действия / М. Г. Новожилов, Б. Н. Тартаковский, М. И. Барсуков; АН УССР. Днепропетровский фил. Института механики. - М.: Наука, 1965. – 112 с.
50. Попов С.И. Устойчивость бортов рудных карьеров: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / С. И. Попов; МГИ. - М., 1960. – 46 с.
51. Потапов М.Г. Исследование технологических схем и параметров оборудования транспорта на открытых горных разработках: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / М.Г. Потапов; ИГД им. А. А. Скочинского. - М., 1971. – 46 с.
52. Потапов М.Г. Карьерный транспорт / М. Г. Потапов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1985. – 239 с.
53. Проектирование, планирование и управление производством на карьерах посредством ЭВМ / Ред. В.В. Ржевский. - М., 1966. – 238 с.
54. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ : учебник / В.В. Ржевский . - 3-е изд., перераб. и доп. – 1968. - М.: Недра, 1980. – 631 с.
55. Ржевский В.В. Исследование режима горных работ карьера: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.В. Ржевский; МГИ. - М., 1955. – 40 с.
56. Ржевский В.В. Проектирование контуров карьеров / В.В. Ржевский ; ред. Е.Ф. Шешко. - М.: Metallurgizdat, 1956. – 230 с.
57. Ржевский В.В. Проблемы горной промышленности и комплекса горных наук / В. В. Ржевский. - М.: МГИ, 1991. – 242 с.
58. Ржевский В.В. Физико-технические параметры горных пород / В. В. Ржевский. - М.: Наука, 1975. – 212 с.
59. Симкин Б.А. Теория горно-геометрического проектирования карьеров / Б.А. Симкин, Ю. К. Шкута ; ред. М. И. Агошков; ИПКОН АН СССР. - М.: Наука, 1986. – 90 с.
60. Спиваковский А.О. Карьерный конвейерный транспорт / А.О. Спиваковский, М. Г. Потапов, Г. В. Приседский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1979. – 264 с.
61. Спиваковский А.О. Специальные транспортирующие устройства в горнодобывающей промышленности / А. О. Спиваковский, И. Ф. Гончаревич. - М.: Недра, 1985. – 128 с.

62. Спиваковский А.О. Транспорт в горном деле / А.О. Спиваковский; АН СССР. - М.: Наука, 1985. – 127 с.
63. Спиваковский А.О. Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок: учебник / А.О. Спиваковский, М.Г. Потапов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1983. – 383 с.
64. Техничко-экономические показатели горных предприятий за 1990 – 2012 гг. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. – 361 с.
65. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли / К.Н. Трубецкой, Ю.Н. Малышев, Л.А. Пучков, Н. Н. Чаплыгин, Д. Р. Каплунов, Б.А. Картозия, В.А. Чантурия, В. С. Ямщиков, В.М. Авдохин, В.В. Адушкин, В.Ж. Арнс, А.С. Астахов, А.О. Баранов, Ю. В. Бубис, С. Д. Викторов, А. М. Гальперин, А.П. Дмитриев, Ю.Д. Дядькин, М. А. Иофис, Е. А. Котенко, Г.Д. Краснов, С.В. Кузнецов, М.В. Курленя, Б. Н. Кутузов, Г. Г. Ломоносов, Е. П. Максимова, Н.Н. Мельников, Е. В. Петренко, В.Н. Родионов, А.В. Стариков, А.И. Тимченко, В.С. Хохряков, Ю.Л. Худин, Э.Г. Чайковский, В.И. Шубодеров, С.И. Шумков, Т.С. Юсупов, В.Л. Яковлев, Д.В. Яковлев. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. – 478 с.
66. Комплексное освоение месторождений / К.Н. Трубецкой, В.А. Чантурия, Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова. – М.: Наука, 2010. – 437 с.
67. Трубецкой К.Н. Комплексы мобильного оборудования на открытых горных работах / К. Н. Трубецкой, Е.Р. Леонов, Ю.Б. Панкевич. - М.: Недра, 1990. – 254 с.
68. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров: учебник для вузов: в 2-х томах / К.Н. Трубецкой, Г. Л. Краснянский, В.В. Хронин. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М.: Изд-во АГН, 2001. - Т. 1. - 519 с. Т. 2. – 535 с.
69. Трубецкой К.Н. О новых подходах к обеспечению устойчивого развития горного производства / К.Н. Трубецкой, С.В. Корнилов, В. Л. Яковлев // Горный журнал. - 2012 - №1. – С. 15-19.
70. Трубецкой К.Н. Современные системы управления горно-транспортными комплексами. / К.Н. Трубецкой, А.А. Кулешов, А.Ф. Клебанов, Д.Я. Владимиров. – СПб.: Наука, 2007. – 306 с.
71. Фаддеев Б.В. Исследование применения конвейерного транспорта на горных работах для улучшения экономичности разработки месторождений: Дис. ... д-ра техн. наук / Б.В. Фаддеев ; ИГД МЧМ СССР. - Свердловск, 1966. – 403 с.
72. Хохряков В.С. Исследование этапов развития и экономичности открытых горных работ в глубоких карьерах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.С. Хохряков; МИРЭИГЭМ. - М., 1968. – 32 с.
73. Хохряков В.С. Проектирование и организация работы карьерного автотранспорта / В.С. Хохряков. - М.: Госгортехиздат, 1963. – 167 с.
74. Шевяков Л.Д. Избранные труды: в 2 т.: Т. 1. [Избранное]. - Т. 2. Разработка месторождений полезных ископаемых. История горной науки / Л.Д. Шевяков. - М.: Наука, 1968. - Т.1. – 276 с.; Т.2. – 203с.
75. Шевяков Л.Д. Основы теории проектирования угольных шахт / Л.Д. Шевяков. - М. - Л.: Углетехиздат, 1950. – 324 с.
76. Шевяков Л.Д. Разработка месторождений полезных ископаемых.- 3-е изд., исп. и доп. / Л.Д. Шевяков. - Харьков - Киев: Вугилля и руда, 1933. – 690 с.
77. Шевяков Л.Д. Сборник статей по горному искусству: вып.1 Статьи аналитические и расчетные: 2-е изд., знач. доп. / Л. Д. Шевяков. - М.: Союзуголь, 1930. – 264 с.
78. Шевяков Л.Д. Сборник статей по горному искусству: вып.1-2 / Л.Д. Шевяков. - М.: Союзуголь, 1930-1933. - Вып.1. 1930. - 267с.; Вып.2. - 1933. – 192с.
79. Шешко Е.Ф. Техника открытой угледобычи (заграницей)/ Е. Ф. Шешко. - М.: Углетехиздат, 1947. – 100 с.

80. Шешко Е.Ф. Вскрытие и системы открытой разработки месторождений полезных ископаемых : автореф. дис. ... д-ра техн. наук/ Е. Ф. Шешко; ИГД АН СССР. - М., 1950. – 29 с.
81. Шешко Е.Ф. Основы проектирования карьеров: учебное пособие / Е.Ф. Шешко, В.В. Ржевский. - М.: Углетехиздат, 1958. – 355 с.
82. Шешко Е.Ф. Основы проектирования карьеров: учебное пособие / Е.Ф. Шешко, В. В. Ржевский. - М.: Углетехиздат, 1958. – 355 с.
83. Шешко Е.Ф. Основы проектирования угольных карьеров / Е.Ф. Шешко. - М.-Л.: Углетехиздат, 1950. – 223 с.
84. Шешко Е.Ф. Основы теории вскрытия карьерных полей / Е.Ф. Шешко. - М. - Л.: Углетехиздат, 1953. – 216 с.
85. Шешко Е.Ф. Открытые горные работы: учебное пособие для горных вузов / Е.Ф. Шешко. - М. - Л.: Гостоптехиздат, 1940. – 395 с.
86. Шилин А.Н. Исследование открытой разработки скальных пород и руд с применением конвейерного транспорта: дис. ... д-ра техн. наук / А.Н. Шилин ; ИГД МЧМ СССР. - Свердловск, 1972. – 359 с.
87. Яковлев В.Л. Теоретические основы выбора транспорта рудных карьеров: дис. ... д-ра техн. наук / В.Л. Яковлев; ИГД МЧМ СССР. - Свердловск, 1978. - 421 с.
88. Яковлев В. Л. Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров / В.Л. Яковлев; Институт горного дела Севера СО АН СССР. - Новосибирск: Наука СО, 1989. – 238 с.
89. Яковлев В.Л. Границы карьеров при проектировании сложноструктурных месторождений / В. Л. Яковлев, М. Г. Саканцев, Г. Г. Саканцев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 302 с.
90. Яковлев В.Л. Методологические аспекты стратегии освоения минеральных ресурсов / В. Л. Яковлев, А. В. Гальянов. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2001. – 152 с.
91. Яковлев В.Л. Основы стратегии освоения минеральных ресурсов Урала / В.Л. Яковлев, С.И. Бурыкин, Н.Л. Стахеев. - Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 1999. – 278 с.
92. Яковлев В.Л. Методологические особенности освоения недр на современном этапе / В. Л. Яковлев, С. В. Корнилков // Вестник УрО РАН. Наука. Общество. Человек. - 2013 – № 4. – С. 43 – 49.
93. Яковлев В.Л. Состояние, проблемы и перспективы развития горнодобывающей промышленности России и стран СНГ/ В.Л. Яковлев // Проблемы геотехнологии и недроведения (Мельниковские чтения): в 4 т.: т. 4: доклады международной конференции. 6-10 июля 1998г. / ИГД УрО РАН. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – С. 3-36.