

УДК 622.27:001.818

Яковлев Виктор Леонтьевич

доктор технических наук,
профессор, советник РАН,
член-корреспондент РАН,
главный научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58;
e-mail: yakovlev@igduran.ru

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЩИТЕ
ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ
ДИССЕРТАЦИЙ ПО НАУЧНОЙ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«2.8.7. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»***Аннотация:*

В статье представлены особенности исследований и представления к защите диссертаций по научной специальности 2.8.7, требования, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени. Приведен опыт автора по защите кандидатской и докторской диссертаций, методические рекомендации по защите.

Ключевые слова: защита диссертации, теоретические основы, проектирование, горнотехнические системы.

DOI: 10.25635/2313-1586.2026.01.005

Yakovlev Viktor L.

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Advisor to the RAS,
Corresponding Member of the RAS,
Chief Researcher,
Institute of Mining UB RAS,
58 Mamina-Sibiryaka Str.,
62075 Ekaterinburg
e-mail: yakovlev@igduran.ru

**METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS
ON PREPARATION FOR THE DEFENSE
OF DOCTORAL AND CANDIDATE THESES
IN THE SCIENTIFIC SPECIALTY
«2.8.7. THEORETICAL FOUNDATIONS
OF MINING ENGINEERING SYSTEMS
DESIGN»***Abstract:*

The article presents the features of research and presentation for the defense of dissertations in the scientific specialty 2.8.7, the requirements that a dissertation for an academic degree must meet. It issues the author's experience in defending candidate's and doctoral dissertations, methodological recommendations for the defense.

Key words: thesis defense, theoretical foundations, design, mining engineering systems.

Введение

Приказом Минобрнауки России №1843/НК от 26 сентября 2023 года выдано решение на создание Институтом горного дела УрО РАН диссертационного совета, которому предоставлено право приема к защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по научным специальностям 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и 2.8.7 «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» (технические науки).

Соискателям ученой степени следует руководствоваться утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» и «Положением о присуждении ученых степеней».

В особенности следует руководствоваться критериями, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней.

Диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения (*), совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, либо решена научная проблема (*), имеющая важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения (*), внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи (*), имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки (*), имеющие существенное значение для развития страны.

(*) – конкретно по вашей тематике

Паспорт научной специальности 2.8.7.

Теоретические основы проектирования горнотехнических систем

Область науки: 2. Технические науки.

Группа научных специальностей: 2.8. Недропользование и горные науки.

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени: Технические.

Шифр научной специальности: 2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем.

Направления исследований:

1. Методологические:

– горно-геологическая и технико-экономическая оценка месторождений при проектировании горнотехнических систем;

– обоснование типа и структуры горнотехнической системы и выбор методов ее моделирования и оптимизации параметров;

– исследование взаимосвязи между подсистемами и элементами горнотехнических систем (предприятий по извлечению из недр полезных ископаемых, созданию и использованию подземного пространства);

– обоснование методов оценки точности и надежности принимаемых решений, обеспечение качества проектов с учетом промышленной и экологической безопасности и выпуска конкурентоспособной продукции.

2. Геотехнологические:

– выбор способа разработки месторождения или его части;

– обоснование параметров горнотехнических систем на базе сочетаний различных геотехнологий, выбор области их применения на месторождении и в региональном масштабе;

– установление производственной мощности горных предприятий и последовательности строительства и ввода в эксплуатацию;

– обоснование технологических схем предприятий в целом, схем вентиляции и транспорта;

– исследование технологических схем и параметров вскрытия и подготовки месторождений, отдельных пластов, залежей и рудных тел.

3. Технико-экономико-экологические:

– обоснование критерия оптимальности и установление зависимостей между элементами горнотехнической системы и их стоимостными оценками в связи с научно-техническим прогрессом, социально-экономическими и экологическими факторами;

– совершенствование организации производственных процессов в связи с особенностями функционирования, реконструкции, технического переоснащения горнотехнических систем;

– исследование целесообразности, масштабов и принципов комплексного освоения недр, количественных и качественных характеристик георесурсов.

Смежные специальности (в т.ч. в рамках группы научной специальности):

2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

2.8.8. Геотехнология, горные машины.

По научной специальности 2.8.7 «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» защиты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора технических наук в настоящее время поручены Президиумом ВАК двум диссертационным советам: ИПКОН РАН и ИГД УрО РАН.

При подготовке кандидатских диссертаций целесообразно обосновывать параметры подсистем с целью учета их роли в обеспечении экономической эффективности и экологической безопасности в функционировании горнотехнической системы предприятия в целом.

*Научно-методическая постановка проблем развития
действующих предприятий*

1. Разработка долгосрочной стратегии инновационно-технологического развития, включающей решение комплексных задач:

- анализ горно-геологической информации об объемах, качестве и пространственном расположении оставшихся запасов основных и попутных полезных компонентов;
- обоснование кондиций с учетом уточненных качественных признаков добываемого сырья и конъюнктуры отечественного и мирового рынка на товарную продукцию;
- уточнение границ открытых и подземных горных работ и их последовательного, параллельного или комбинированного применения;
- обоснование объемов добычи и номенклатуры товарной продукции как основы для выработки и принятия управленческих воздействий в технологическом и организационно-экономическом развитии на краткосрочную и долгосрочную перспективу.

2. Выработка подходов к развитию технологии горного производства, включая:

- исследование режима горных работ в увязке с порядком их развития и формированием рабочей зоны (очистного пространства), обеспечивающим предпосылки для управления качеством добываемого сырья;
- аудит и анализ структуры парка оборудования и на их основе – модернизация действующих, а также создание и применение новых машин и механизмов;
- целевая оптимизация параметров технологических процессов и их взаимодействия применительно к конкретным, специфичным условиям функционирования.

3. Разработка комплекса организационно-экономических мероприятий и управленческих воздействий с целью выхода из кризисных ситуаций или их предотвращения, в том числе:

- обоснование способов резервирования и управления ресурсами предприятия всех видов (товарная продукция, финансы, оборудование, материалы и т.п.);
- ситуационный технико-технологический анализ организационной структуры горного производства и поиск «узких» мест, сдерживающих снижение текущих издержек или повышение доходности, а также обеспечивающих безопасность ведения работ;
- комплексный анализ управленческих решений и системная увязка элементов и подсистем горного предприятия как организационно-экономической и финансовой системы и пр.

Важнейшие принципы научного обоснования оптимальных параметров горнотехнических систем следующие (рис.1):

- горные предприятия приобретают многопрофильный характер вследствие множественности видов ресурсов недр и требований к управлению их качеством, состоянием и степенью использования;
- освоение недр не ограничивается исчерпанием какого-либо определенного ресурса;
- необходим мониторинг состояния природной среды на всех этапах преобразования недр, принимая во внимание возможность изменения во времени функционального назначения горного предприятия;
- параметры горных предприятий необходимо устанавливать на каждом из этапов освоения того или иного георесурса; эти параметры балансируются не только технологически и экономически, но и экологически.

Основные научные направления в теории проектирования освоения недр:

- обоснование стратегии освоения и сохранения недр, направлений и способов ее реализации;
- оптимизация производственной мощности и параметров технологических схем горных предприятий;

- развитие принципов проектирования и методов принятия решений при обосновании выбора технологии и техники освоения георесурсов;
- развитие теории и методов автоматизированного проектирования горных предприятий.

Геологический отчет

Характеристика месторождения: разведанность, условия залегания, запасы, их качественная и технологическая характеристика; гидрогеология; физико-механические свойства руд и пород.

Все данные – с определенной степенью достоверности.

Проект разработки месторождения

Способ разработки (открытый, подземный, комбинированный).

Производственная мощность.

Схемы вскрытия и системы разработки, границы, техника технологических процессов и т.д.

Объемы и качество товарной продукции, возможные потребители.

Ожидаемые ТЭП, сроки строительства и эксплуатации.

Источники финансирования.

Все решения принимаются на основе прогнозных геологических, технологических, технических и социально-экономических данных на периоды проектирования, строительства и эксплуатации горного предприятия.

Строительство и ввод в эксплуатацию горного предприятия

Применяемая горная техника может отличаться от предусмотренной проектом, в том числе и в период последующей эксплуатации.

Уточняются физико-механические свойства горных пород, запасы, условия залегания и качественная характеристика полезных ископаемых.

Могут существенно измениться цены на оборудование, товарную продукцию, сырье, материалы и т.п.

Вывод: требуется корректировка проектных решений.

Позатные периоды эксплуатации месторождения

Изменяются горнотехнические условия формирования и развития горных работ и функционирования технологических процессов, требования потребителей по объемам, качеству и ценам товарной продукции.

Необходима постоянная адаптация горного предприятия к изменяющимся условиям функционирования на основе мониторинга, состояния и прогноза внутренней и внешней среды.

Рис. 1. Этапы формирования основ эффективного освоения месторождений и параметров развития горных предприятий [2]

По каждому этапу следует учесть требования о необходимости корректировки проектных решений с целью адаптации горного предприятия к изменяющимся условиям функционирования.

Главнейшей задачей горной науки и практики в современных условиях является нейтрализация ухудшения естественных условий добычи и переработки минерального сырья, снижение темпов удорожания конечной продукции горнодобывающих отраслей. Возможный арсенал стратегических направлений такой нейтрализации вытекает из анализа соотношения удорожающих и нейтрализующих факторов в добыче и переработке минерального сырья [2]: уменьшение степени влияния неблагоприятных факторов и повышение степени влияния благоприятных. Основными мерами такого управления могут быть:

- уменьшение вредного влияния горнодобывающей промышленности на окружающую среду, сбережение дефицитного минерального сырья для будущих поколений;
- изменение теории и практики геолого-экономической оценки месторождений в части полного учета ущерба от загрязнения окружающей среды, изъятия земель и пр.;
- оптимизация затрат в цикле разведка – опережающее и сопровождающее опробование – добыча – рудоподготовка – обогащение – металлургический передел с максимально возможным учетом всех особенностей месторождений и концепций дифференцированных кондиций и n-кратной разработки месторождений;
- непрерывная сменяемость техники и технологии на разведке, добыче и переработке минерального сырья;
- открытие новых месторождений с благоприятными природными условиями;
- опережающее развитие науки и техники в области поисков, добычи, переработки и использования нетрадиционных видов минерального сырья;
- полное правовое обеспечение недропользования в условиях рыночной экономики.

Опыт применения экономико-математического моделирования и ЭЦВМ

Автор статьи с отличием окончил в 1956 г. горный факультет Свердловского горного института им. В.В. Вахрушева и был направлен в Уралгипрошахт (1956 – 1962 гг.), где получил богатый опыт инженера-проектировщика.

С 1962 г. в аспирантуре ИГД УФАН СССР (позднее ИГД МЧМ СССР) подготовил и в 1966 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование и выбор оптимальных режимов горно-транспортных работ рудных карьеров с помощью ЭЦВМ», в которой были изложены результаты принципиально нового в то время подхода к решению задач горного дела на основе экономико-математического моделирования.

Основной целью деятельности предприятий комбината «Ураласбест» является увеличение выпуска товарного асбеста и снижение его себестоимости, поэтому эти факторы необходимо было учитывать при выборе критерия оптимальности.

В то же время ставить задачу максимизации общего выпуска товарного асбеста в натуральном выражении также было бы ошибочно. В оптимальном распределении решающее влияние стал бы оказывать выпуск У и УІ сортов, выход которых составляет по весу основную долю в общем объеме товарного асбеста.

Наиболее правильным критерием оптимальности в данном случае будет максимум выхода товарной продукции в ценностном выражении за минусом затрат на добычу, транспортировку и переработку руд, то есть прибыль.

При этом необходимо иметь такую экономико-математическую модель, которая позволила бы при удовлетворении обязательных требований по выпуску того или иного сорта товарного асбеста и учете технологических ограничений (пропускная способность транспортных коммуникаций, производительность карьеров и обогатительных фабрик и др.) выбирать все остальные показатели и параметры технологического процесса соответствующими суммарному оптимуму.

Математическая модель задачи, сформулированной выше, имеет следующий вид: при условиях:

$$\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n x_{ijk} = P_{ij}; \quad \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m x_{ijk} = Q_j; \quad x_{ijk} \geq 0; \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m q_{is}^{(j)} \cdot x_{ijk} \geq G_s; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq R_k \quad (3)$$

найти также значения x_{ijk} , при которых целевая функция

$$\sum_{i=1}^m z_i = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l x_{ijk} \left[\sum_s q_{is}^{(j)} \cdot c_s - d_{ij} - \lambda_{ijk} - \rho_{ij} \right] \quad (4)$$

достигает максимума.

При этом

$$q_{is}^{(j)} = f(A_j, d_j, P_i). \quad (5)$$

Принятые условные обозначения:

x_{ijk} – объем руды, добываемой из j -ой залежи, перерабатываемой на i -ой обогатительной фабрике, транспортируемой по k -ому маршруту, тыс. т;

m – общее количество обогатительных фабрик;

l – расстояние транспортирования;

n – общее количество асбестоносных залежей (блоков);

P_i – производительность i -ой фабрики, тыс. т;

Q_j – объем добычи руды с j -ой залежи, тыс. т;

$q_{is}^{(j)}$ – выход товарного асбеста s -ого сорта при переработке 1000 т руды j -ой залежи на i -ой фабрике, т;

c_s – отпускная цена за 1 т товарного асбеста s -го сорта, руб.;

G_s – план производства товарного асбеста s -ого сорта по всем фабрикам, т;

R_k – пропускная способность транспортных коммуникаций на k -ом маршруте (участке) за планируемый период времени, тыс. т.

Все расчеты на ЭЦВМ для решения задачи оптимального распределения руд карьеров комбината «Ураласбест» по обогатительным фабрикам выполнялись в лаборатории линейного программирования Свердловского отделения Математического института имени В.А. Стеклова, руководителем которого тогда был кандидат наук И.И. Еремин, далее – доктор наук, член-корреспондент, академик по специальности «Исследование операций и принятие решений, информатика».

Результаты сравнения планового и оптимального распределения годовых объемов руды, добытой в карьерах по обогатительным фабрикам, показывают, что оптимальное распределение обеспечивает прибыль 8,94 млн руб. Диссертация [7] представлена в библиотеке ИГД УрО РАН (рукопись).

Методологический подход, основные этапы и результаты исследования в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук «Теоретические основы выбора транспорта рудных карьеров» [8]

Актуальность темы докторской диссертации подтверждается:

1. Непрерывным ухудшением технико-экономических показателей рудных карьеров глубинного типа, связанным с усложнением горно-геологических условий их эксплуатации. Отсюда – необходимость периодического совершенствования транспортных схем рудных карьеров по мере изменения горнотехнических условий их эксплуатации.

2. Особенностью эксплуатации рудных карьеров как части горно-обогатительных комбинатов, на которых условия и показатели работы транспорта в значительной степени зависят от необходимости обеспечения эффективности технологического процесса добычи и переработки руд в целом. Методы же выбора транспортных схем горно-обогатительных комбинатов с учетом влияния транспорта на показатели обогатительного передела практически отсутствовали.

3. Необходимостью решения транспортной проблемы вновь строящихся горнодобывающих предприятий: Качарского карьера в Казахстане, Средне-Уральского ГОКа на Урале, Костомукшского ГОКа на Северо-Западе, Стойленского и Лебединского ГОКов в бассейне КМА и т.д. Подлежали реконструкции в связи с необходимостью вскрытия глубоких горизонтов Южный, Центральный и Северный ГОКи Кривбасса, Сарбайский карьер ССГОКа, Оленегорский и Ковдорский железорудные карьеры, Центральный и Южный карьеры комбината Ураласбест и др.

4. Несовершенством применяемых методов проектирования и необходимостью разработки единой научной основы для сравнения и выбора видов и схем транспорта. При этом общим недостатком применяемых методов выбора транспортных схем рудных карьеров являлась статичность оценочных критериев, недостаточный учет взаимосвязи транспорта со смежными звеньями, низкий уровень методологии проектных работ, исключающий выбор оптимальных значений параметров технологических схем карьерного транспорта и др.

Вопросы теории решения транспортной проблемы карьеров всегда были в центре внимания ученых в области горного дела (акад. АН СССР Н.В. Мельникова, член-корреспондентов АН СССР В.В. Ржевского и А.О. Спиваковского, профессоров Е.Ф. Шешко, М.В. Васильева, М.Г. Новожилова и др.).

Основная научная идея исследования состояла в том, чтобы выбор транспорта рудных карьеров осуществлялся с помощью комплекса экономико-математических моделей, описывающих с позиций системного подхода его взаимосвязи с изменяющимися в процессе эксплуатации горнотехническими условиями, параметрами карьера и смежными технологическими процессами за период оптимизации, достаточный для объективной оценки сравнительной эффективности возможных в условиях рассматриваемого месторождения видов и схем транспорта.

Выдвинуты и обоснованы следующие основные научные положения:

1. Транспорт рудного карьера является важным связующим звеном в динамической системе – горно-обогатительном комбинате. Эффективность различных технологических схем транспорта определяется поэтому во взаимосвязи с горнотехническими условиями, с учетом затрат и эффекта, в том числе и в смежных звеньях, за определенный период оптимизации, в течение которого достоинства и недостатки отдельных видов транспорта проявляются достаточно полно.

2. Условия вскрытия и разработки верхних и нижних горизонтов карьеров существенно различны, поэтому расчеты сравнительной эффективности отдельных видов и схем транспорта должны осуществляться дифференцированно по высоте рабочей зоны. При этом в карьерах большой глубины и производительности, как правило, целесооб-

разно одновременное применение нескольких видов или комбинаций средств транспорта.

3. В связи с неодинаковым по величине изменением показателей работы отдельных видов и средств транспорта по мере развития карьера, периодический переход от одних видов и схем транспорта к другим — объективная закономерность.

4. Параметры карьера, его производительность по руде и вскрыше, порядок разработки месторождения, схемы вскрытия и системы разработки в одних и тех же горно-технических условиях могут иметь разное оптимальное значение при различных схемах транспорта, поэтому при выборе вида транспорта указанные факторы должны включаться в число варьируемых параметров, что обеспечивает нахождение оптимального их сочетания для каждой схемы транспорта.

В диссертационной работе использованы методы технико-экономического анализа и научного обобщения, математической статистики и экономико-математического моделирования на ЭВМ, графо-аналитические методы и методы экспертной оценки, экспериментальные и опытно-промышленные испытания. Основным научным результатом выполненного исследования является разработка теории и методов выбора транспортных систем рудных карьеров при проектировании горно-обогачительных комбинатов.

Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе к решению проблемы транспорта рудных карьеров с учетом динамики показателей отдельных видов и технических средств транспорта в зависимости от изменения горно-технических условий и технологических схем разработки месторождений.

При этом сформулированы основные принципы оптимизации карьерного транспорта; установлены закономерности и предложен метод формирования транспортных систем карьеров в различные периоды разработки крутопадающих рудных месторождений; определены количественные зависимости технико-экономических показателей транспортирования от высоты подъема горной массы; предложен критерий оптимальности для выбора транспортных схем горно-обогачительных комбинатов, обеспечивающий приведение вариантов к сопоставимому виду по уровню производственной мощности и срокам ее освоения, количеству и качеству подаваемой на фабрику рудной массы.

На основе проведенных теоретических исследований, анализа и обобщения многолетнего опыта проектирования и эксплуатации карьерного транспорта, экономико-математического моделирования погрузочно-транспортного процесса и опытно-промышленных испытаний разработанных рекомендаций автором дано теоретическое и практическое решение проблемы выбора транспорта рудных карьеров при проектировании новых и реконструкции действующих горнодобывающих предприятий.

Теоретические основы были положены в основу разработанной Институтом горного дела МЧМ СССР при участии институтов Гипроруда, Центрогипрошахт, ПромтрансНИИпроект и Южгипроруда методики «Выбор вида карьерного транспорта» [22], утвержденной МЧМ СССР 8 декабря 1971 г.

В «Единой методике проектирования горнорудных предприятий черной металлургии с открытым способом разработки» институтом Гипроруда рекомендуется руководствоваться разработанной ИГД МЧМ СССР методикой.

В приложениях к диссертации представлены документы, подтверждающие внедрение Методики в проектных институтах и ГОКах МЧМ СССР.

В 1989 г. издана монография «Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров» [19], в которой изложены основные вопросы проектирования карьерного транспорта.

В ранее изданном паспорте научной специальности 25.00.21 «Теоретические основы проектирования горно-технических систем», утвержденном Высшей аттестационной комиссией, была приведена формула специальности, определяющая содержание и научную область исследований.

Специальность «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» относится к горной науке «Теория проектирования освоения недр» – области знаний о закономерностях взаимосвязи и методах установления параметров техногенного преобразования недр Земли. Представляет собой исследования и разработку научно-методической базы расчетов и критериев принятия решения по выбору типа, структуры и оценке параметров и конструкций горнотехнических систем – техногенных объектов, используемых в целях извлечения георесурсов и рассматриваемых совместно с участком недр, подлежащим освоению. Эффективность горного производства в решающей степени предопределяется на стадии проектирования эксплуатации и реконструкции предприятий, когда обосновываются масштабы и способы освоения недр, технологические схемы разработки месторождений и использования выработанных пространств, организационно-технические решения по ведению горных работ.

Значение решения научных и практических проблем данной специальности состоит:

- в совершенствовании теории и практики комплексного освоения и сохранения недр;
- в развитии научно-методической базы выбора стратегии освоения месторождений полезных ископаемых;
- в обеспечении высоких технико-экономических показателей строящихся, действующих и реконструируемых горных предприятий.

Методические рекомендации по подготовке к защите докторских и кандидатских диссертаций

Методология – совокупность процедур, процессов и методов науки, объединенных в единую конструктивную программу, служащих средствами для достижения того или иного объекта научного знания.

Наиболее важные точки приложения методологии:

- постановка проблемы;
- построение предмета исследования;
- построение научной теории;
- проверка истинности научного результата, то есть соответствие объекту изучения.

Цель публикации рекомендаций – дополнить официальные документы.

1. Теоретические исследования

Целью теоретических исследований является выделение в процессе синтеза знаний существенных связей между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов эмпирического исследования, выявление общих закономерностей и их формализация.

Теоретическое исследование завершается формированием теории, не обязательно связанной с построением ее математического аппарата. Теория проходит в своем развитии различные стадии от качественного объяснения и количественного измерения процессов до их формализации и в зависимости от стадии может быть представлена как в виде качественных правил, так и в виде математических уравнений (соотношений).

Задачами теоретических исследований являются:

- обобщение результатов исследований;
- нахождение общих закономерностей путем обработки и интерпретации опытных данных;
- расширение результатов исследований на ряд подобных объектов без повторения всего объема исследований;
- изучение объекта, недоступного для непосредственного исследования;
- повышение надежности экспериментального исследования объекта (обоснование параметров и условий наблюдения, точности измерений).

Методы теоретических исследований

1.1. Гипотетический метод основан на разработке гипотезы, научного предположения. Гипотеза должна объяснить явления и процессы и подтверждаться экспериментально. Этот метод исследования является основным в прикладных науках. Гипотеза составляет суть, методологическую основу, стержень теоретических исследований; является руководящей идеей всего исследования.

1.2. Дедуктивный – частные положения выводятся из общих.

1.3. Индуктивный – по частным факторам и явлениям устанавливаются общие принципы.

1.4. Анализ – расчленение явления на составные части, сведение его к простейшим элементам, чтобы упростить процесс изучения.

1.5. Синтез – исследование явления в целом на основе объединения связанных друг с другом элементов.

Критерии научной новизны результатов диссертационных работ:

- новое научное знание или новый способ (метод, методика);
- разработка нового теоретического или экспериментального метода научных исследований;
- формулировка и аналитическое решение новой задачи;
- разработка и обоснование новой (или усовершенствование существующей) математической (в широком смысле) модели;
- разработка и обоснование новых критериев;
- установление новых закономерностей;
- разработка и обоснование новой классификации (систематизации).

Критерии внедрения результатов диссертационных исследований:

- использование в научных исследованиях;
- включение в учебные программы вузов, учебники, пособия;
- включение в стандарты или отраслевые нормативно-технические документы;
- использование промышленным предприятием;
- использование при проектировании;
- принятие к внедрению проектной или научно-исследовательской организацией.

В названии темы диссертации следует отразить цель и метод ее достижения. При формулировках актуальности диссертации, основной идеи, научных положений рекомендуется учесть опыт, приведенный в [8, 9].

Рекомендуется ознакомиться с содержанием публикаций списка литературы и ссылаться на них при подготовке диссертации.

В списке рекомендуемой литературы значится монография [2], в которой на основе анализа основных закономерностей, особенностей и тенденций развития горнодобывающей промышленности в мире вскрыты и сформулированы некоторые глобальные и региональные особенности развития горного дела.

Горнодобывающая промышленность стоит в основании цепочки добыча – переработка – выпуск продукции – использование. В структуре себестоимости всех отраслей промышленности топливо, энергия, сырье и материалы занимают первое место и составляют 50–70 % и более. Поэтому успехи всей экономики зависят от повышения эффективности добывающей промышленности.

Уникальной закономерностью в развитии горнодобывающей промышленности является решающая зависимость ее технико-экономических показателей от природных горно-геологических и физико-географических условий (табл.1).

Таблица 1

Закономерности развития горнодобывающей промышленности

№ п/п	Закономерности	Причины, их порождающие, и способы учета при разработке методологии освоения георесурсов
1	Рост объемов добычи полезных ископаемых	Научно-технический прогресс, потребности человечества. Разрыв в уровнях потребления полезных ископаемых на душу населения в индустриально-развитых и развивающихся странах.
2	Рост глубины разработки месторождений полезных ископаемых	Рост глубины извлекаемых ежегодно запасов минерального сырья требует поэтапного перехода на новые параметры техники и технологии горного производства.
3	Уменьшение среднего содержания главных полезных компонентов в добываемом сырье	Для получения товарной продукции приходится увеличивать добычу и переработку более бедных руд во все больших объемах.
4	Распределение размеров месторождений полезных ископаемых	Чем крупнее месторождение по запасам, тем их меньше. По данным академика В.И. Вернадского: 65 % мировых запасов имеют низкое содержание минералов, 30 % – среднее и только 5 % – высокое, но они уже практически выработаны.
5	Запасы руды и металла есть функция бортового содержания (минеральное содержание в краевых пробах рудного тела)	Запасы руды и металла могут увеличиваться при принятии более низкого бортового содержания. Длительные сроки отработки месторождений и изменения показателей кондиций требуют периодической геолого-экономической переоценки месторождений.
6	Опережающий рост извлекаемых объемов горной массы по сравнению с ростом объемов основного конечного продукта	На железорудных карьерах РФ за период с 1990 по 2016 г. выход товарной руды снизился с 41,1 до 35,8 %, т.е. на 1 т товарной руды прирост сырой руды составил 2 т.
7	Повышение доли попутных компонентов в общей ценности минерального сырья и рост доли комплексных месторождений	Все месторождения полезных ископаемых являются потенциально комплексными, в процессе переработки основного полезного ископаемого (железа, меди) попутные компоненты накапливаются в полупродуктах или отходах производства.
8	Расширение и смена номенклатуры источников минерального сырья и направлений его использования	Еще 350 лет тому назад были известны всего 15 химических элементов. В XVIII в. были открыты 14 элементов, в т.ч. титан, хром, марганец, никель, стронций, иттрий, молибден, теллур, вольфрам, платина. Основная масса элементов была открыта в XIX в., а периодическая система элементов – в 1869 г.
9	Решающая зависимость технико-экономических показателей работы горных предприятий от природных условий	Горно-геологическая группа: запасы, их качество, категория сложности геологического строения, мощность покрывающих пород, угол падения залежи, глубина разработки, коэффициент вскрыши и др. Физико-географическая группа: температура воздуха района, рельеф, широта и долгота, наличие вечной мерзлоты. Значение имеют также производственная мощность, кондиции, системы вскрытия и разработки месторождения, характеристика инфраструктуры.

Особенности условий освоения запасов полезных ископаемых обусловлены, главным образом, уникальностью объекта освоения, многообразием природных условий районов расположения месторождений, состоянием экономики, науки и техники:

1. Исчерпаемость и невозобновимость запасов конкретных месторождений полезных ископаемых.
2. Комплексность месторождений и минерального сырья.
3. Разнообразие природных условий разработки одноименных видов минерального сырья.
4. Индивидуальность технологических свойств и условий переработки минерального сырья.
5. Высокая природная изменчивость геологических параметров в пределах одного месторождения.
6. Многопроцессность горного производства, рассредоточенность и нестационарность активной части основных фонтов.
7. Многообразие альтернативных способов обеспечения заданного объема выпуска продукции.
8. Нарастание информации о месторождении по мере его освоения и принятие основных решений в условиях неопределенности.

Изложенные в статье методические рекомендации по подготовке к защите докторских и кандидатских диссертаций по научной специальности «2.8.7. Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» предлагается использовать при приеме диссертаций на защиту в диссертационном совете в ИГД УрО РАН.

Список литературы

1. Васильев М.В., Яковлев В.Л., 1972. *Научные основы проектирования карьерного транспорта*. Отв. ред. Мельников Н.В. Москва: Наука, 202 с.
2. Батугин С.А., Яковлев В.Л., 1992. *Закономерности развития горного дела*. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 116 с.
3. Трубецкой К.Н., Малышев Ю.Н., Пучков Л.А., Яковлев В.Л. и др., 1997. *Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли*. Москва: Изд-во Академии горных наук, 478 с.
4. Каплунов Д.Р., Калмыков В.Н., Рыльникова М.В., 2003. *Комбинированная геотехнология*. Москва: Издательский дом «Руда и металлы», 560 с.
5. Каплунов Д.Р., Болотов Б.В., 1988. *Особенности проектирования подземных рудников в системе комплексного освоения месторождений*. Москва: ИПКОН, 178 с.
6. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., 2008. Развитие теории проектирования и реализация идей комплексного освоения недр. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 4, С. 20 – 41.
7. Яковлев В.Л., 1965. *Исследование и выбор оптимальных режимов горно-транспортных работ рудных карьеров с помощью ЭЦВМ*: дис. ... канд. техн. наук / ИГД Госметаллургкомитета. Свердловск, 195 с.
8. Яковлев В.Л., 1978. *Теоретические основы выбора транспорта рудных карьеров*: дис. ... д-ра техн. наук / ИГД МЧМ СССР. Свердловск, 197 с.
9. Каплунов Д.Р., Радченко Д.Н., Федотенко В.С., 2024. Значение современных геотехнологических решений при обеспечении устойчивого развития горнодобывающих предприятий. *Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр: сборник научных трудов Института горного дела УрО РАН*. Екатеринбург: УрО РАН, Вып. 6 (96), С. 34-43.
10. Каплунов Д.Р., Помельников И.И., Левин В.И. и др., 1998. *Комплексное освоение рудных месторождений: проектирование и технология подземной разработки*. Москва: ИПКОН РАН, 383 с.
11. Мельников Н.Н., Козырев А.А., Лукичев С.В., 2009. Новая концепция разработки месторождений глубокими карьерами. *Горный журнал*, №11, С. 7 – 11.

12. *Проектирование, планирование и управление производством на карьерах посредством ЭВМ*. Под общ. ред. Ржевского В.В. Москва: Недра, 1966, 238 с.
13. Ржевский В.В., 1956. *Проектирование контуров карьеров*. Под ред. Шешко Е.Ф. Москва: Металлургиздат, 230 с.
14. Соколов И.В., Смирнов А.А., Антипин Ю.Г., 2012. Влияние показателей извлечения на эффективность технологии подземной разработки рудных месторождений. *Известия вузов. Горный журнал*, № 3, С. 4–11.
15. Соколов И.В. Антипин Ю.Г., Никитин И.В., 2021. *Методология выбора подземной геотехнологии при комбинированной разработке рудных месторождений*. Под общ. ред. д-ра техн. наук И.В. Соколова; Мин-во науки и высш. обр. РФ. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 340 с.
16. Трубецкой К.Н., Корнилков С.В., Яковлев В.Л., 2012. О новых подходах к обеспечению устойчивого развития горного производства. *Горный журнал*, № 1, С. 15 - 19.
17. Яковлев В.Л., Саканцев М.Г., Саканцев Г.Г., 2009. *Границы карьеров при проектировании сложноструктурных месторождений*. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 302 с.
18. Яковлев В.Л., 2014. Исторический опыт развития научных идей и методологических подходов к обоснованию технологий, параметров горных работ. *Проблемы недропользования*, № 3, С. 15 – 26. DOI: 10.18454/2313–1586.2014.03.015.
19. Яковлев В.Л., 1989. *Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров*. Институт горного дела Севера СО АН СССР. Новосибирск: Наука СО, 238 с.
20. Яковлев В.Л., Корнилков С.В., Соколов И.В., 2018. *Инновационный базис стратегии комплексного освоения ресурсов минерального сырья*. Под ред. член-корр. РАН Яковлева В.Л. Екатеринбург: УрО РАН, 360 с.
21. Яковлев В.Л., 2019. *Исследование переходных процессов – новое направление в развитии методологии комплексного освоения георесурсов*. Екатеринбург, УрО РАН, 284 с. DOI: 10.25635/IM.2020.54.57311
22. *Выбор вида карьерного транспорта (методика)*. Москва: Недра, 1973, 192 с. (М-во черной металлургии СССР. Ин-т горного дела).

References

1. Vasil'ev M.V., Yakovlev V.L., 1972. *Nauchnye osnovy proektirovaniya kar'ernogo transporta* [Scientific foundations of designing quarry transport]. Otv. red. Mel'nikov N.V. Moscow: Nauka, 202 p.
2. Batugin S.A., Yakovlev V.L., 1992. *Zakonomernosti razvitiya gornogo dela* [Patterns of mining developmen]. Yakutsk: YaNTs SO RAN, 116 p.
3. Trubetskoi K.N., Malyshev Yu.N., Puchkov L.A., Yakovlev V.L. i dr., 1997. *Gornye nauki. Osvoenie i sokhranenie nedr Zemli* [Mining sciences. Development and preservation of the Earth's interio]. Moscow: Izd-vo Akademii gornykh nauk, 478 p.
4. Kaplunov D.R., Kalmykov V.N., Ryl'nikova M.V., 2003. *Kombinirovannaya geotekhnologiya* [Combined geotechnolog]. Moscow: Izdatel'skii dom "Ruda i metally", 560 p.
5. Kaplunov D.R., Bolotov B.V., 1988. *Osobennosti proektirovaniya podzemnykh rudnikov v sisteme kompleksnogo osvoeniya mestorozhdenii* [Features of designing underground mines in the system of integrated field development]. Moscow: IPKON, 178 p.
6. Kaplunov D.R., Ryl'nikova M.V., 2008. *Razvitie teorii proektirovaniya i realizatsiya idei kompleksnogo osvoeniya nedr* [Elaboration of the theory of design and implementation of ideas of integrated development of mineral resourc]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 4, P. 20 – 41.
7. Yakovlev V.L., 1965. *Issledovanie i vybor optimal'nykh rezhimov gorno-transportnykh rabot rudnykh kar'erov s pomoshch'yu ETsVM* [Research and selection of optimal modes of mining and transport operations of ore pits using electronic digital equipment]:

dis. ... kand. tekhn. nauk / IGD Gosmetallurgkomiteta. Sverdlovsk, 195 p.

8. Yakovlev V.L., 1978. Teoreticheskie osnovy vybora transporta rudnykh kar'erov [Theoretical foundations of the choice of ore quarry transport]: dis. ... d-ra tekhn. nauk / IGD MChM SSSR. Sverdlovsk, 197 p.

9. Kaplunov D.R., Radchenko D.N., Fedotenko V.S., 2024. Znachenie sovremennykh geotekhnologicheskikh reshenii pri obespechenii ustoichivogo razvitiya gornodobyvayushchikh predpriyatii. Geotekhnologicheskie problemy kompleksnogo osvoeniya nedr [Importance of modern geotechnological solutions in ensuring the sustainable development of mining enterprises]: sbornik nauchnykh trudov Instituta gornogo dela UrO RAN. Ekaterinburg: UrO RAN, Vyp. 6 (96), P. 34-43.

10. Kaplunov D.R., Pomel'nikov I.I., Levin V.I. i dr., 1998. Kompleksnoe osvoenie rudnykh mestorozhdenii: proektirovanie i tekhnologiya podzemnoi razrabotki [Integrated development of ore deposits: design and technology of underground mining]. Moscow: IPKON RAN, 383 p.

11. Mel'nikov N.N., Kozyrev A.A., Lukichev S.V., 2009. Novaya kontseptsiya razrabotki mestorozhdenii glubokimi kar'erami [A new concept for the development of deposits by deep quarries]. Gornyi zhurnal, №11, P. 7 – 11.

12. Proektirovanie, planirovanie i upravlenie proizvodstvom na kar'erakh posredstvom EVM [Design, planning and management of production in quarries by computer]. Pod obshch. red. Rzhhevskogo V.V. Moscow: Nedra, 1966, 238 p.

13. Rzhhevskii V.V., 1956. Proektirovanie konturov kar'erov [Designing contours of quarries]. Pod red. Sheshko E.F. Moscow: Metallurgizdat, 230 p.

14. Sokolov I.V., Smirnov A.A., Antipin Yu.G., 2012. Vliyanie pokazatelei izvlecheniya na effektivnost' tekhnologii podzemnoi razrabotki rudnykh mestorozhdenii [Influence of extraction indicators on the effectiveness of the technology of underground mining of ore deposits]. Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal, № 3, P. 4 – 11.

15. Sokolov I.V., Antipin Yu.G., Nikitin I.V., 2021. Metodologiya vybora pod-zemnoi geotekhnologii pri kombinirovannoi razrabotke rudnykh mestorozhdenii [Methodology of selecting underground geotechnology for combined mining of ore deposits]. Pod obshch. red. d-ra tekhn. nauk I.V. Sokolova; Min-vo nauki i vyssh. obr. RF. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 340 p.

16. Trubetskoi K.N., Kornilkov S.V., Yakovlev V.L., 2012. O novykh podkhodakh k obespecheniyu ustoichivogo razvitiya gornogo proizvodstva [On new approaches to ensuring sustainable development of mining production]. Gornyi zhurnal, № 1, P. 15 – 19.

17. Yakovlev V.L., Sakantsev M.G., Sakantsev G.G., 2009. Granitsy kar'erov pri proektirovanii slozhnostrukturnykh mestorozhdenii [Boundaries of quarries in the design of complex-structured deposits]. Ekaterinburg: IGD UrO RAN, 302 p.

18. Yakovlev V.L., 2014. Istoricheskii opyt razvitiya nauchnykh idei i metodologicheskikh podkhodov k obosnovaniyu tekhnologii, parametrov gornykh rabot [Historical experience of the development of scientific ideas and methodological approaches to the substantiation of mining technologies and parameters]. Problemy nedropol'zovaniya, № 3, P. 15 – 26. DOI: 10.18454/2313–1586.2014.03.015.

19. Yakovlev V.L., 1989. Teoriya i praktika vybora transporta glubokikh kar'erov [Theory and practice of choosing the deep quarry's transport]. Institut gornogo dela Severa SO AN SSSR. Novosibirsk: Nauka SO, 238 p.

20. Yakovlev V.L., Kornilkov S.V., Sokolov I.V., 2018. Innovatsionnyi bazis strategii kompleksnogo osvoeniya resursov mineral'nogo syr'ya [Innovative basis of the strategy of integrated development of mineral resources]. Pod red. chlen-korr. RAN Yakovleva V.L. Ekaterinburg: UrO RAN, 360 p.

21. Yakovlev V.L., 2019. Issledovanie perekhodnykh protsessov – novoe napravlenie v razvitiu metodologii kompleksnogo osvoeniya georesursov [The study of transitional processes



as a new direction in the development of the methodology of integrated exploration of georesources]. Ekaterinburg, UrO RAN, 284 p. DOI: 10.25635/IM.2020.54.57311

22. Vybora vida kar'ernogo transporta (metodika) [Choice of the type of quarry transport (methodology)]. Moscow: Nedra, 1973, 192 p. (M-vo chernoj metallurgii SSSR. In-t gornogo dela).