

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»»

На правах рукописи



БАЙСАРОВ Руслан Сулимович

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАПАСОВ
КРУПНОМАСШТАБНОГО ЭЛЕГЕСТСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Специальность 25.00.21 – «Теоретические основы проектирования
горнотехнических систем»

Специальность 05.02.22 – «Организация производства
(горно-перерабатывающая промышленность)»

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Научный руководитель –
профессор, доктор технических наук Агафонов Валерий Владимирович**

Москва 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОГО СЕКТОРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (РЕТРОСПЕКТИВА, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ)	9
1.1. Проблемы и перспективы реализации приоритетных проектов освоения угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока	9
1.2. Концептуальные подходы к стратегии освоения Элегестского каменноугольного месторождения	24
1.3. Цель, идея и задачи исследований	30
ВЫВОДЫ	32
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ КРУПНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	33
2.1. Обобщение теоретических и практических исследований в области отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений	33
2.2. Методологическое обеспечение устойчивого функционирования и обоснования форм развития шахтного фонда	45
2.3. Обоснование критериев оптимальности выбора технологических систем угольных шахт, наиболее значимых с точки зрения производительности и безопасности ведения подземных горных работ	62
ВЫВОДЫ	66
ГЛАВА 3. ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ОБОСНОВАНИЕМ ИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ОСВОЕНИЮ ЗАПАСОВ ЭЛЕГЕСТСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	67
3.1. Комплексная оценка благонадежности запасов и технологичности горно- геологических и горнотехнических условий эксплуатации	67
3.2. Обоснование производственной мощности угледобывающего предприятия	77
3.3. Формирование альтернативных вариантов направлений развития горного производства, технологических структур отработки запасов, основных пространственно-планировочных решений и раскройки шахтных полей с учетом вариантов размещения наземной инфраструктуры и обогащательной фабрики	96
ВЫВОДЫ	140

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА И ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	141
4.1. Обоснование стратегии комплексного освоения Элегестского месторождения коксующегося угля на основе государственно-частного партнерства.....	141
4.2. Концептуальные основы системно-ориентированной процедуры поэтапного перспективного устойчивого развития производственно-логистической системы отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения	149
4.3. Оценка экономической целесообразности отработки запасов с учетом сопутствующих рисков реализации проекта.....	156
ВЫВОДЫ	165
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	166
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	170

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с основными положениями реализации «Программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года», утвержденной Правительством РФ, предусматривается пространственное развитие производственно-ресурсного потенциала угольной отрасли на территории Восточной Сибири. Одним из новых центров повышения объемов угледобычи станет Республика Тыва, где основной акцент будет сделан на разработку месторождений Улуг-Хемского угольного бассейна, в частности Элегестского месторождения дефицитных коксующихся углей, где намечено создание высокоэффективных и инновационных производств.

Основные трудности освоения таких крупномасштабных угольных месторождений, связаны, как правило, с использованием и реализаций нескольких геотехнологий угледобычи, отсутствием необходимых инфраструктурных объектов, ограничениями на инвестиции, длительными сроками их освоения, что накладывает определенные требования на процесс проектирования горнотехнических систем и обоснования их параметров. В связи с этим возникает необходимость формирования новых концептуальных моделей на основе более совершенных, инновационных, эффективных и качественных технико-технологических решений с соответствующими параметрами.

Анализ новых разработок отечественных и зарубежных ученых в области горного дела и проектирования горнотехнических систем показал, что решить подобную задачу можно только с использованием масштабного ситуационного моделирования (стратегий и методов, основанных на многовариантных проработках технологических структур отработки запасов). Следует отметить, что использование этих знаний в данное время представляет определенную трудность в силу недостаточного уровня обобщения, системности и адаптации, причем не решен ряд и методологических проблем. В связи с этим возникает необходимость создания новых концептуальных моделей на основе более

совершенных, инновационных, эффективных и качественных технико-технологических решений с соответствующими параметрами, направленных на реализацию стратегии устойчивого развития горного производства.

Все вышеизложенное в свете высокого риска принятия нерациональных проектных решений актуализирует научную задачу создания методических положений концептуального проектирования подземной разработки крупномасштабных угольных месторождений, обеспечивающих устойчивое, безопасное и эффективное функционирование их горнотехнических систем и в частности, в условиях освоения запасов Элегестского месторождения дефицитных коксующихся углей.

Предметом исследований является научно-методическая база обоснования проектных решений отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений, обеспечивающих устойчивое функционирование горнотехнических систем.

Методы исследований включают системный анализ современной проектной деятельности, метод масштабного ситуационного многовариантного моделирования, функционально-структурный анализ, методы теории графов, методы теории принятия сложных решений и квалиметрии, методы экспертного опроса, аналитические методы обработки статистических данных, метод экономико-математического моделирования, метод аналогий и др.

Научное значение работы заключается в развитии методологических основ проектирования отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений, обеспечивающих устойчивое функционирование их горнотехнических систем на принципах государственно-частного партнерства.

Практическое значение работы заключается в формировании технологической схемы отработки запасов и техногенного преобразования эксплуатационных блоков Элегестского каменноугольного месторождения, разработке и обосновании методики выбора приоритетной системы разработки с обеспечением устойчивого развития горного производства.

Научная новизна:

- предложена концепция освоения запасов крупномасштабного Элегестского каменноугольного месторождения, заключающаяся в реализации поэтапной стратегии непрерывного и последовательного устойчивого, безопасного и эффективного развития горнотехнической системы освоения запасов и отличающаяся наличием организационно-финансового механизма реализации концессионного инфраструктурного проекта на принципах государственно-частного партнерства;
- разработана методика обоснования параметров устойчивого развития горного производства, основанная на масштабном ситуационном многовариантном моделировании, использовании методологии иерархического выбора и многокритериального предпочтения;
- на основе разработанных концепции и методики осуществлен научно-обоснованный выбор параметров проектных технологических решений с оценкой экономической целесообразности и эффективности освоения запасов крупномасштабного Элегестского каменноугольного месторождения.

Научные положения:

1. В современных макроэкономических условиях инфраструктурный комплексный проект устойчивого освоения крупномасштабного Элегестского каменноугольного месторождения следует рассматривать как межрегиональную систему с производственно-логистической структурой, организационно-экономический механизм формирования которой с учетом специфических условий горного производства, связанных с отсутствием необходимой инфраструктуры и большой дифференциацией ограничивающих производительность природных факторов, предусматривает совместное финансирование процесса его освоения в форме государственно-частного партнерства и позволяет сбалансировать и обеспечить устойчивое развитие горного производства на всех этапах отработки запасов (паспорт специальности 05.02.22 – пункты 2,8).

2. Параметры горнотехнической системы с устойчивым развитием крупномасштабного горного производства следует определять путем расчета матрицы факторов эффективности инновационных геотехнологий и разработки комплекса мероприятий по развитию производственно-логистической системы с использованием современных концессионных форм финансирования (паспорт специальности 05.02.22 – пункт 5).

3. Устойчивое развитие горнотехнической системы Элегестского каменноугольного месторождения при объеме добычи горной массы в 17.8 млн тонн и 15.0 млн тонн концентрата в год обеспечивается применением масштабного ситуационного многовариантного моделирования, системы разработки с выпуском подкровельной толщи с мощностью подсечного слоя в 3.5м, выпускаемой пачки угля в 3.4-6.7м., уровнем нагрузки на очистной забой не менее 15000 тонн в сутки и разделением площади месторождения на три выемочных блока с маргинальным ранжированием порядка их отработки (паспорт специальности 25.00.21 – пункты 1,2).

4. Сравнение нисходящего и восходящего порядков отработки запасов показало, что обеспечение заданной производственной мощности ГОК «Элегест» на уровне 15 млн тонн концентрата в год достигается при восходящем порядке, работе четырех очистных забоев с уровнем нагрузки в 180-490 тыс тонн/мес и общем сроке отработки запасов в 33 года с учетом периодов развития и затухания добычи (паспорт специальности 25.00.21 – пункт 3).

Достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций подтверждаются представительным объемом разноплановой статистической информации, экспериментально-промышленной экспертизой разработанных проектных технико-технологических решений освоения запасов Элегестского каменноугольного месторождения в виде ТЭО, приемлемой степенью достоверности сходимости результатов научных исследований, полученных теоретическим и практическим путем, использованием логико-информационного обеспечения поставленной задачи с привлечением

современных методов оптимизации и методик соответствующего научного уровня обоснования проектных решений и их верификации.

Реализация результатов исследований. Основные научные результаты диссертации были использованы при разработке ТЭО и проектных проработок отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения. Отдельные аспекты работы задействованы в учебном процессе Горного института при НИТУ МИСиС в лекционном сопровождении направления 130404 «Горное дело».

Апробация работы. Основополагающие научные положения и концептуальные результаты работы освещались в рамках Петербургского и Красноярского международных экономических форумов (2013, 2014, 2017гг.), видеоконференции в рамках четвертого заседания Комиссии при Президенте РФ по вопросам стратегических направлений развития ТЭК и экологической безопасности (2013г.), на IX Всероссийской научно-практической конференции «Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты» (Новокузнецкий филиал-институт Кемеровского государственного университета, г. Новокузнецк, Кемеровская обл., декабрь, 2014г), международных научно-практических конференциях: «Потенциал современной науки» (сентябрь, 2017, г. Липецк), «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения» (октябрь, 2017, г. Липецк), «Горное дело в 21 веке: Технология, наука, образование (октябрь 2017, г. Санкт-Петербург), Втором международном инновационном горном симпозиуме (ноябрь 2017, г. Кемерово), научно-практическом семинаре кафедры «Геотехнологии освоения недр» Горного института НИТУ МИСиС (Москва, 2017).

Публикации. Основные результаты исследований отражены в 9 научных трудах, в том числе опубликованы 6 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Внутренняя структура и объем диссертации. Выполненная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения; содержит 44 рисунка, 21 таблицу и список литературы из 107 источников.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОГО СЕКТОРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (РЕТРОСПЕКТИВА, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ)

1.1. Проблемы и перспективы реализации приоритетных проектов освоения угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока

В соответствии с принятыми в «Энергетической стратегии России на период до 2035 г.» [1] и «Программе развития угольной промышленности России на период до 2030 г.» темпами формирования новых центров добычи угля произойдет смещение угледобычи в восточном направлении страны. При этом доля Восточной Сибири в добыче угля возрастет с 23,7% до 34,0%, Дальнего Востока – с 9,7% до 15,2 %. Это приведет к повышению конкурентоспособности экспортных поставок угля за счет снижения транспортных затрат [2].

В 2017 году ожидаемая добыча составит 410 млн т, что на 24,3 млн т выше уровня 2016 года (темп роста 106%), в том числе коксующихся углей – 86 млн т (101,5%), энергетических – 324 млн т (107,6%). Основной вклад в рост объемов производства вносят предприятия Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, которыми добыто, соответственно, 349,5 млн т (106,5%) и 44,2 млн т (104,9%). Прирост добычи угля предприятиями Западной и Восточной Сибири по итогам 2017 года оценивается в объеме 21,3 млн т (в т.ч. 16 млн т в Кузбассе), и Дальнего Востока – 2,1 млн тонн¹.

Приоритетные направления развития угольной промышленности России связаны не просто с созданием новых центров угледобычи в географическом восточном направлении, но, прежде всего, с реализацией крупных инфраструктурных инвестиционных проектов, включая: модернизацию и развитие железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и

¹ Более точная статистика Росстата и ЦДУ ТЭК по итогам 2017 года может быть только в конце января

Транссибирской железнодорожных магистралей с усилением пропускных и провозных способностей; развитие морской портовой инфраструктуры Дальнего Востока; создание минерально-сырьевых, энерготехнологических, горно-металлургических и углехимических кластеров в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах.

В рассматриваемой перспективе экспортное направление принято в качестве безальтернативного варианта устойчивого развития отечественной угольной отрасли. Поскольку центр мировой торговли углем будет смещаться в сторону азиатско-тихоокеанского региона (АТР), и в долгосрочном периоде эта тенденция будет только усиливаться, такой же вектор будет формироваться и для экспортных потоков российской угольной продукции.

Экспортная направленность угольного бизнеса выступает одним из ключевых факторов развития угольной отрасли России. Общий экспорт российских углей в 2017 году оценивается в 190 млн т, в том числе коксующихся углей – 23 млн тонн. При этом наблюдается рост экспортных поставок как в страны АТР, так и в атлантическом направлении.

Против уровня 2016 года цены на экспортируемый энергетический уголь выросли в 1,3 раза, на экспортируемые коксующиеся угли – в 1,7 раза. При наблюдаемом росте экспортных цен валютные поступления от экспорта российского угля по итогам 2017 года могут превысить \$14 миллиардов, т.е. увеличатся против уровня 2016 на 55 процентов.

Тем не менее, наращивание экспортного потенциала сдерживается сложностями с привлечением кредитов в условиях санкций для реализации экспортно – ориентированных проектов на востоке страны:

- в *Республике Тыва* – освоение Элегестского и Межегейского месторождений, участка «Центральный» западной части Улуг-Хемского угольного бассейна, освоение Каа-Хемского и Чаданского месторождений;
- в *Забайкальском крае* – разработка месторождения угля Чикойской впадины, Апсатского месторождения и др.;

- в *Республике Саха (Якутия)* – Эльгинского месторождения и других месторождений угля Южной Якутии (Чульмаканского, Денисовского);
- в *Амурской области* – комплексное освоение Сугодинско-Огоджинского угольного месторождения, Ерковецкого бурогоугольного месторождения.

При этом освоение перспективных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока до 2030 года будет происходить в условиях инфраструктурных ограничений, так как эти проекты связаны с одновременным развитием железнодорожной и портовой инфраструктур и, прежде всего, с модернизацией Байкало-Амурской (БАМ) и Транссибирской (Транссиб) железнодорожных магистралей с развитием пропускных и провозных способностей, со строительством новых железнодорожных магистралей от месторождений угля до существующих станций (Улак-Эльга, Элегест-Кызыл-Курагино, Огоджа-Февральск), а также с развитием портовых мощностей по перевалке угля на Дальнем Востоке.

В 2013 году ОАО «РЖД» приступило к реализации проекта модернизации железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона с развитием пропускных и провозных способностей. Основная задача проекта – освоение к 2020 году перспективных объёмов перевозок: в направлении Ванинско-Совгаваньского транспортного узла – 32,6 млн тонн, в направлении морских переходов и сухопутных железнодорожных переходов юга Приморья – 94,9 млн т.

Реализация проекта развития железнодорожной инфраструктуры лимитирующих участков Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей на первом этапе – с 2014 по 2017 год — оценивается в 562,4 млрд руб. Из них 260,2 млрд руб составят средства государственной поддержки: 150 млрд руб (26,7% общей стоимости проекта) – ресурсы Фонда национального благосостояния (ФНБ) и 110,2 (19,6 %) – прямые бюджетные ассигнования [3].

На рис.1.1 представлена схема размещения основных перспективных угольных и рудных месторождений в Восточном полигоне и объёмы вывоза полезных ископаемых с основных месторождений региона. В перспективе объёмы грузовых перевозок в рассматриваемом полигоне будут зависеть,

главным образом, от интенсивности развития отраслей экономики в полигоне влияния рассматриваемых направлений, развития внешнеторговых связей со странами АТР, а также наращивания мощностей существующих и строительства новых терминалов в морских портах Дальневосточного бассейна (главным образом в Восточном, Посъете, Владивостоке, Находке, Ванино) для навалочных, генеральных, наливных и твердых грузов в полигоне влияния Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей в перспективе до 2030 года (прогнозируется по каменному углю и рудным грузам). По оценке «Института экономики и развития транспорта» (ОАО «ИЭРТ») к 2020 г объем вывоза каменного угля и железной руды в Восточном полигоне увеличится на 85,1 млн т – до 143,0 млн т товарной продукции (рис.1.1).

Приближение отечественных производителей к рынкам Азиатско–Тихоокеанского региона, безусловно, приведет к усилению конкурентоспособности российской продукции на угольной основе. В свою очередь, это напрямую связано также с их характеристиками экологической направленности – сравнительно низким содержанием вредных примесей (азот, сера, фосфор и др.). Развитие восточного направления для повышения степени заинтересованности и сбалансированности российских угольных бизнес-кругов поможет реализовать и укрепить тенденцию уязвимости российского экспорта, основанной на высокой волатильности мировых оптовых цен на энергоресурсы и будет способствовать реализации стратегии укрепления позиций российских экспортеров на международном угольном рынке. Основопологающим фактором, который сдерживает реализацию стратегии экономического развития восточных регионов России и реализацию инновационных инвестиционных проектов в угольной отрасли, является существующий уровень транспортной и энергетической инфраструктуры, который явно недостаточен для их реализации.

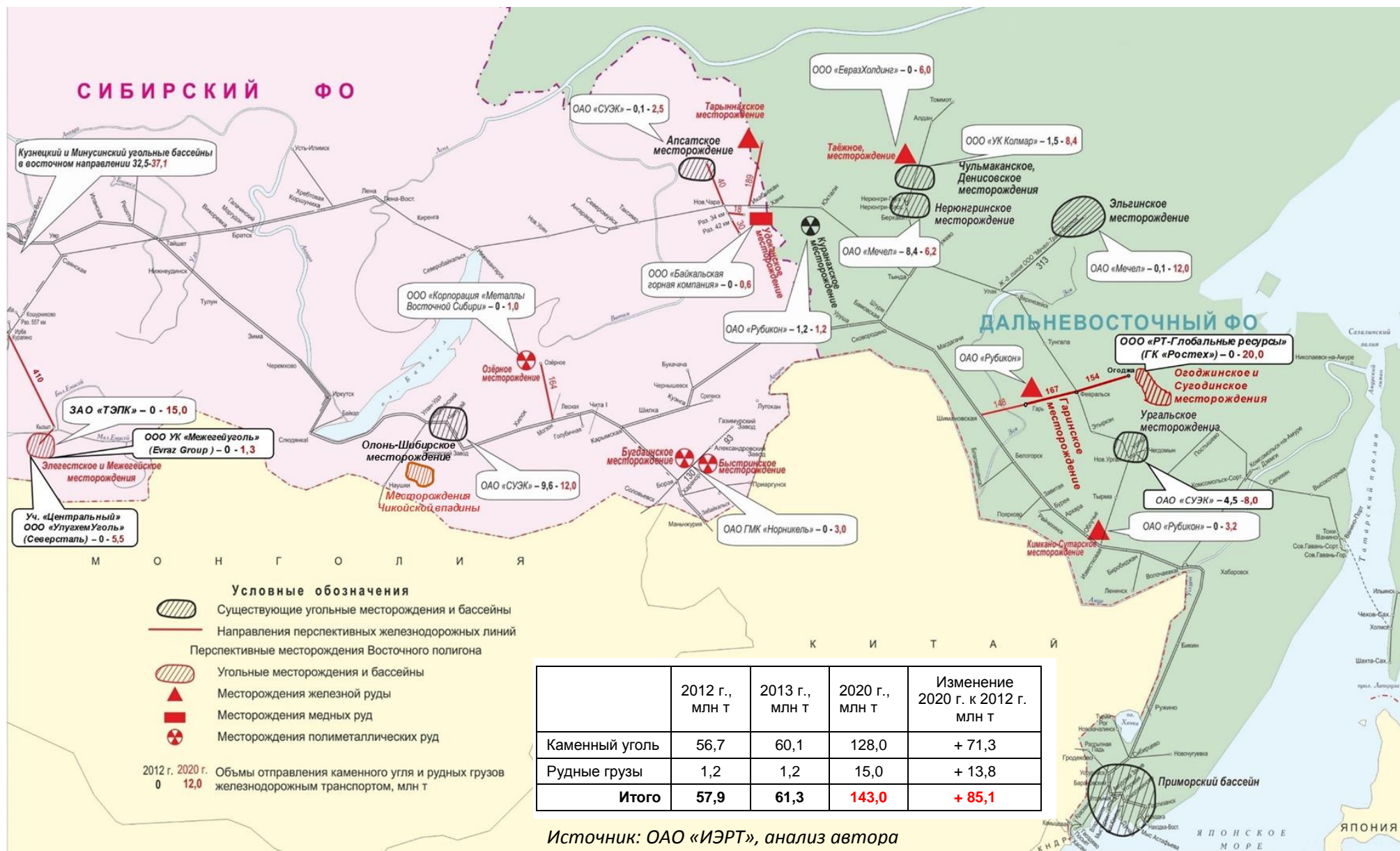


Рис.1.1 – Схема размещения основных перспективных угольных и рудных месторождений в Восточном полигоне ОАО «РЖД» и объемы вывоза полезных ископаемых с основных месторождений региона

Налицо проявляется явная необходимость приложения совместных усилий государства и частного бизнеса в этой области, что неизбежно означает выбор формы государственно-частного партнерства (ГЧП), являющегося базой основного механизма освоения восточной макрорегиональной минерально-сырьевой базы [4].

Повышенное и пристальное внимание к ГЧП в угольной отрасли в различных содержательных формах и сферах использования обусловлено тем, что при наличии существующих отношений к собственности на градообразующих углепромышленных территориях, где угледобывающие предприятия принадлежат группе акционеров или находятся в частной собственности индивидуального характера, это трактуется как партнерство, и при надлежащей правовой и экономической организации, позволяет сформировать эффективную форму взаимодействия двух хозяйствующих субъектов (частного бизнеса и государственных структур), имеющих определенные властные полномочия, средства для производства, финансовые, материальные, инвестиционные и другие ресурсы, рабочую силу, необходимые для реализации стратегически важных инвестиционных проектов экономической и социальной направленности. При этом степень и формы участия, обоюдные интересы и ответственность государства и бизнеса регламентируются с учетом определяющей направленности общественного характера реализуемых мероприятий программно-целевой направленности в рамках конкретных инвестиционных проектов. Обоюдные обязательства, масштаб затрат, финансовые, правовые, кадровые и другие риски, а также достигнутый уровень при взаимовыгодном сотрудничестве частного предпринимательства и государства результатов в процессе реализации инвестиционных проектов распределяются на основе достигнутых между сторонами договоренностей [2,4,5,6].

Процесс освоения перспективных угольных месторождений, дислоцирующихся на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока в настоящее время реализуется недостаточно, с низкой степенью интенсивности.

В современный период функционирования угольной отрасли здесь на разных стадиях освоения реализуется ограниченное число крупномасштабных инфраструктурных проектов, имеющих под собой в виде основы цепочку производственно-логистических систем, структурно состоящих из угледобывающих предприятий, логистических грузообразующих ж/д коммуникаций и портовой терминальной инфраструктуры. Инфраструктурный комплексный проект *«Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва входит в их число* [2,4].

Все геологические запасы восточносибирских коксующихся марок углей сконцентрированы в масштабе Республики Тыва, при этом процесс освоения Межегейского и Элегестского месторождений, участка «Центральный», относящихся к Улуг-Хемскому угольному бассейну, а также освоение Чабанского и Каа-Хемского угольных месторождений в практическом плане сдерживаются отсутствием логистической составляющей, а именно ж/д линии Кызыл-Курагино [7,8].

Поэтому приоритетным является реализация инфраструктурного проекта «Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва», паспорт которого утвержден Распоряжением правительства Российской Федерации от 16 июня 2014 г. № 1059-р [9].

С 2013 года инвестором и ответственным исполнителем этого проекта является АО «Тувинская Энергетическая Промышленная Корпорация» (ТЭПК), которое заключило с ОАО «РЖД» соглашение о сотрудничестве на срок до 2030 года, предусматривающее организацию процесса вывоза обозначенного гарантированного объема угольной продукции и сопутствующих грузов с Элегестского месторождения, а также должное развитие ж/д инфраструктуры. Основной причиной нереализации данного проекта является отсутствие финансирования строительства железной дороги из средств ФНБ, что, в свою очередь, является сдерживающим фактором реализации четырех

инвестиционных угольных проектов с суммарными годовыми объемами угледобычи порядка 40.0 млн т к 2030 году.

В свою очередь, это влечет за собой и сдерживание строительства специализированного терминала для логистического перераспределения угольных грузов в районе морского порта Ванино, проектируемого на территории мыса Бурный в Хабаровском крае пропускной способностью до 15 млн тонн в год, соглашение о строительстве, которое на базе государственно-частного партнёрства было подписано еще в конце 2013 года между ФГУП «Росморпорт» и ООО «Дальневосточный Ванинский порт». В целях реализации этого проекта Распоряжением правительства России от 28 октября 2015 года №2178-р расширены границы порта Ванино за счет включения в состав его границ земельных участков, расположенных в районе мыса Бурный, и создаваемых искусственных земельных участков. Для перевалки планируемого грузооборота потребуется строительство двух причалов для перевалки угля, которые будут располагаться соответственно с восточной и западной стороны двустороннего пирса. На терминале планируется обрабатывать суда дедвейтом до 120 тыс. т, общая стоимость строительства терминального комплекса составляла порядка 19,3 млрд руб. за счет средств инвестора – ООО «Дальневосточный Ванинский порт».

Основным источником поступления грузов на этот терминал планируются объемы угля Элегестского угольного месторождения. В настоящее время разработан проект горно-обоганительного комплекса «Элегест» на Элегестском месторождении, получивший положительное заключение Главгосэкспертизы России в мае 2015 года [10].

Данный проект обладает высокими показателями коммерческой эффективности:

- чистая приведенная стоимость проекта (FCFF) составляет 13,7 млрд руб., при ставке дисконтирования 16,2%;
- внутренняя норма доходности проекта составляет 17,3%;
- дисконтированный период окупаемости проекта составляет 22,3 лет;
- чистая приведенная стоимость для собственного капитала (FCFE)

составляет 30,3 млрд руб., при ставке дисконтирования 20,3%;

- внутренняя норма доходности для собственного капитала составляет 28,6%;

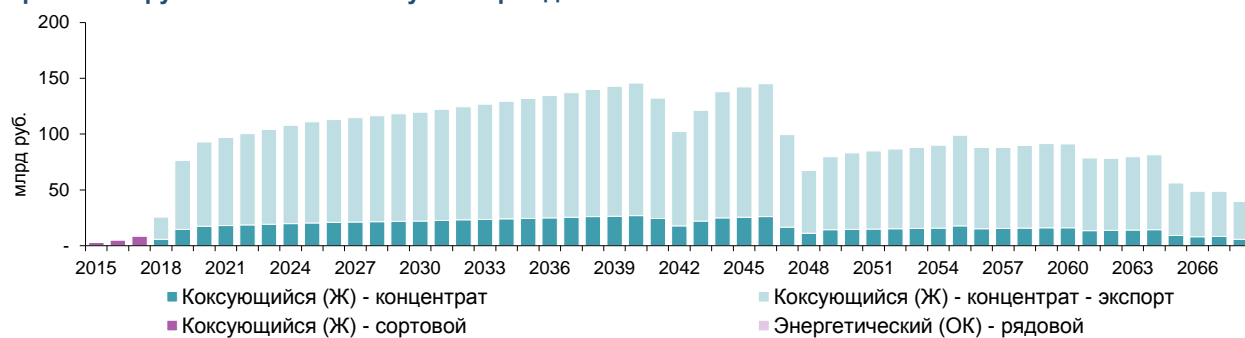
- дисконтированный период окупаемости для собственного капитала составляет 11,8 лет.

Полная загрузка производственных мощностей предполагает добычу и обогащение 17,6 млн т рядового угля в год и производство 15,0 млн т концентрата. Прогнозные показатели финансовой модели проекта приведены на рис. 1.2.

Выручка по Элегестскому месторождению будет формироваться путем реализации товарной продукции в объемах, предусмотренных технологическими характеристиками. Предполагается, что более 80% продукции Элегестского месторождения будет приходиться на рынок АТР, оставшаяся часть – на внутренний рынок. Согласно классификации (ГОСТ 25543-88), товарная продукция Элегестского месторождения включает в себя коксующийся уголь марки Ж (концентрат), а также энергетический окисленный уголь, который планируется сбывать в необогащенном виде. Выход на плановые мощности по добыче и обогащению угля должен быть осуществлен в 2021-2022 гг.

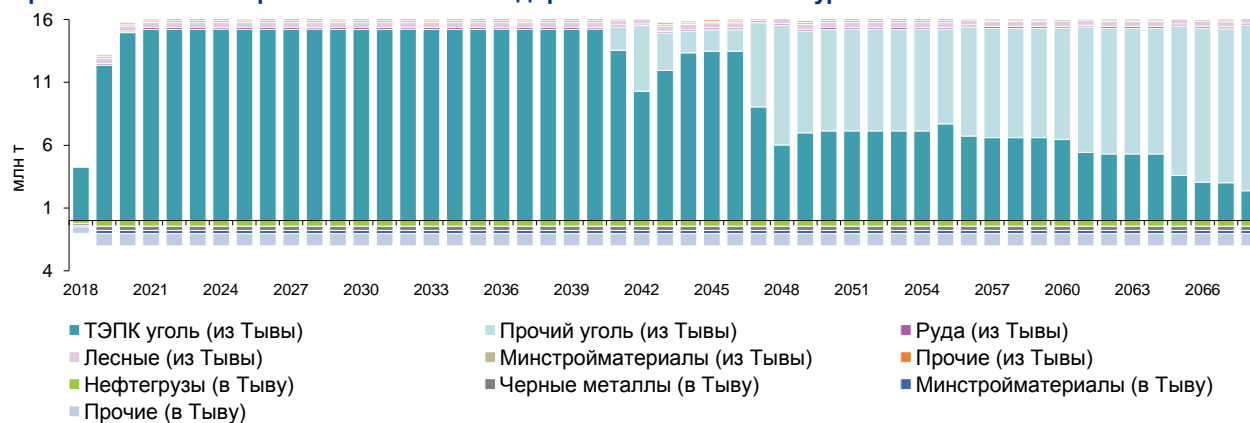
Следует отметить, что презентация проекта «Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва» состоялась в прошлом году и в Совете Федерации, получив поддержку сенаторов. При этом налоговые поступления в федеральный и местные бюджеты Тувы оцениваются около 17 млрд рублей. В настоящий период времени АО «ТЭПК», подводя с реальной точки зрения оценки ограниченного объема выделения средств из фонда государственной поддержки инфраструктурных проектов (ФНБ), ведет активную работу по замещению и переориентации финансовой стороны реализации данного проекта.

Прогноз выручки по Элегестскому месторождению



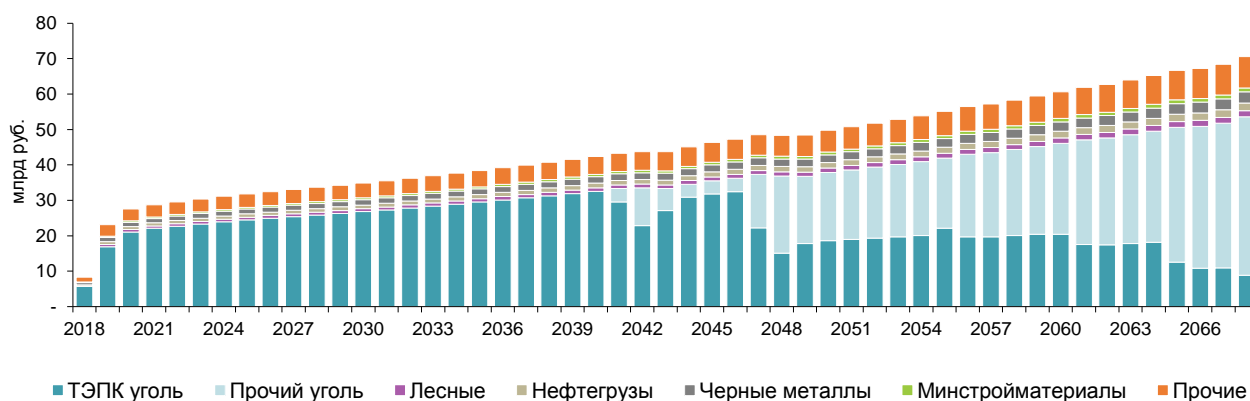
Источник: анализ ТЭПК

Прогноз объемов перевозок по железной дороге Элегест-Кызыл-Курагино



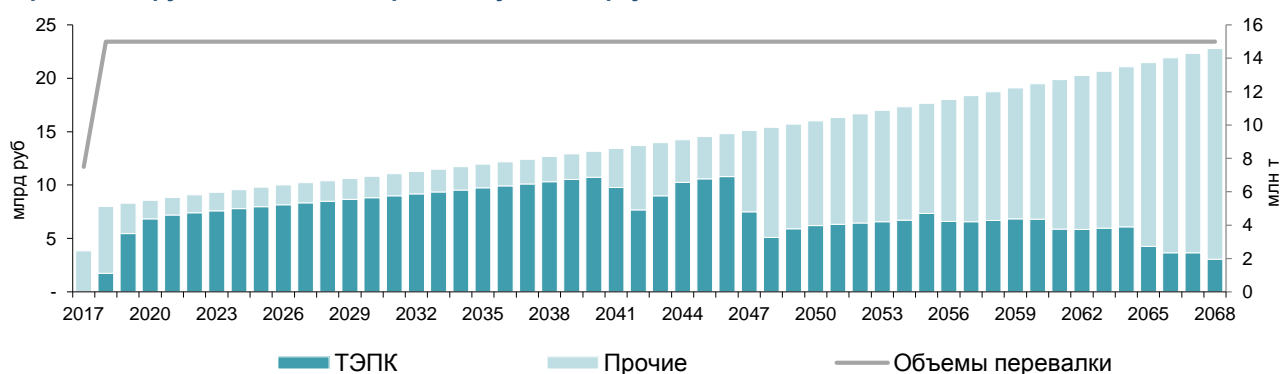
Источник: анализ ТЭПК

Прогноз выручки по железной дороге Элегест-Кызыл-Курагино



Источник: анализ ТЭПК

Прогноз выручки и объемов перевалки угля в порту Ванино



Источник: анализ ТЭПК

Рис. 1.2 – Прогнозные показатели финансовой модели проекта

Это предполагается осуществить за счет привлечения необходимого объема финансовых средств у пулов крупнейших кредитоспособных российских банков. При этом с учетом валютных скачков общая суммарная стоимость проекта в современных ценовых условиях уменьшилась более чем на \$ 1 млрд за счет падения курса рубля, но в рублевом эквиваленте ориентировочно увеличится с 217,2 до 235 млрд руб., из которых примерно 25% составят собственные средства АО «ТЭПК».

Восточное направление является приоритетным не только для развития угольной отрасли, но и для всей экономики России в целом. Именно здесь формируются основные точки роста с упором на инфраструктурные проекты, что и было озвучено на 46-й сессии Всемирного экономического форума, проходившего в конце января 2016 г. в швейцарском Давосе. Именно в регионах Дальнего Востока были открыты первые территории опережающего развития (ТОРы), представляющие собой часть территории субъекта Российской Федерации, на которой в соответствии с решением Правительства РФ устанавливается особый правовой режим осуществления предпринимательской и иной деятельности в целях формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций, обеспечения ускоренного социально-экономического развития и создания комфортных условий для обеспечения жизнедеятельности населения. Федеральный закон о территориях опережающего социально-экономического развития вступил в силу 30 марта 2015 года [11].

В условиях практически полного отсутствия в настоящее время значимых (в весовых показателях) объемов производимой в Республике Тыва продукции, пригодной для потребления в других регионах Российской Федерации, единственным источником загрузки железнодорожной транспортной магистрали может выступить только минерально-сырьевая база республики, причем приемлемый уровень рентабельности может обеспечить грузопоток не менее 30 млн тонн/год. В ряде научных работ, касающихся экономики освоения минерально-сырьевой базы республики, показано, что общий объем валовой дисконтированной добавленной стоимости

месторождений из распределенного фонда недр составляет цифру в 442.6 млрд руб., месторождений из нераспределенного фонда – 2696.4 млрд руб. Максимальный объем значений валовой добавленной стоимости всех месторождений приходится на топливно-энергетические ресурсы (соответственно 90.0% и 96.6% для распределенного и нераспределенного фонда недр).

Минерально-сырьевую базу в Республике Тыва с обеспечением такого грузопотока могут представлять наиболее перспективные к промышленному освоению месторождения (в порядке вероятной значимости):

- месторождения каменного коксующегося угля западного крыла Улуг-Хемского угольного бассейна – Элегестское, Центральное, Межегейское;
- Баян-Кольское месторождение уртитов (нефелиновых сиенитов для алюминиевой и химической промышленности);
- Ак-Довуракское месторождение хризотил-асбеста;
- Саянское месторождение хризотил-асбеста;
- Аксугское медно-порфировое месторождение (медь, молибден, золото, серебро);
- Кызыл-Таштыгское свинцово-цинковое месторождение (цинк, свинец, медь, кадмий, селен);
- Улуг-Танзекское редкометалльное (тантал-ниобий) месторождение;
- Кара-Сугское комплексное редкоземельное (цериевая группа) месторождение флюорит-барит-сидеритовых руд;
- Арысканское редкоземельное (иттриевая группа) месторождение;
- Хову-Аксинское кобальт-никелевое месторождение;
- Таштыгское литиевое месторождение.

В определенном количестве присутствуют месторождения россыпного и рудного золота, но все они не создают ощутимого грузопотока.

Постановлением правительства Республики Тыва от 2 июля 2015 г. № 326 утверждена инвестиционная стратегия Тывы на период до 2020 года, в соответствии с планом реализации, которой планируется формирование зон так называемого опережающего развития экономической составляющей

республики по стратегическим приоритетным направлениям устойчивого развития, в том числе и с использованием кластерных подходов [12]. Согласно этой стратегии, планируется сформировать центрально – индустриальную промышленно-транспортную зону с центром планируемого роста в г. Кызыл: транспортный, энергопроизводственный, промышленно-производственный кластеры, в состав которого войдут и все угледобывающие предприятия месторождений Улуг-Хемского угольного бассейна с сопутствующей логистической (транспортной) и энергетической инфраструктурой.

В перспективе развитие проекта логистической направленности – строительства железнодорожной ветки Кызыл-Курагино напрямую связывают с проектом формирования Енисейской территории опережающего развития.

Мультипликативный эффект от реализации данного проекта предполагает наряду с экономическими и бюджетными составляющими, высокую степень социальной значимости для коренного населения республик Тывы, Хакасии и Красноярского края, которая связана с радикальным повышением степени транспортной доступности, которая обеспечивает новые возможности для реализации процесса культурных обменов, развития науки, образования, искусства, туризма и этнографии.

Стоит отметить, что реализация крупных инфраструктурных проектов с привлечением процедуры государственно-частного партнерства с задействованием механизма, основанного на формировании территорий опережающего развития социально-экономической значимости предполагает наличие определенной значимости одного из источников инвестиций, выделяемых на освоение перспективных крупномасштабных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока в сформировавшихся макроэкономических условиях, что совершенно не исключает возможностей реализации процедуры привлечения средств иностранных инвесторов с выполнением определенных условий для выделения им определенных преференций.

Реально оценивая современное состояние, сложившиеся тенденции и закономерности, перспективы реализации крупномасштабных

инфраструктурных проектов освоения угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока можно сделать следующие обобщающие выводы:

1. Существующие и сопутствующие риски реализации инфраструктурных проектов связаны, в основном, с недостаточной степенью развития Восточного полигона логистической сети железных дорог и сопутствующих современных ограничений в развитии пропускных способностей портовых мощностей при наличии того факта, что потенциальные ресурсные и производственные возможности угольной отрасли в настоящее время позволяют увеличить объем годовой угледобычи в 1,5–2 раза. По оценкам ведущих экспертов-аналитиков железнодорожной отрасли в настоящее время пропускная способность железнодорожных коммуникаций по основным направлениям углепотоков напрямую приблизилась к своим запредельным значениям. В связи с этим, дополнительное увеличение грузопотоков угля в направлении стран АТР и Китая диктует требование коренного технического переоснащения и модернизации железнодорожной инфраструктуры и морских терминалов на дальневосточном направлении.

2. Целевое государственное участие в рамках реализации инвестиционных программ РЖД и вступление в завершающую стадию ряда инвестиционных проектов по техническому переоснащению и модернизации существующих угольных терминалов приведет к устранению значительной части инфраструктурных ограничений и снизит в значительной степени потери конкурентоспособности российской угольной продукции на внешнем рынке.

3. В настоящее время угольная промышленность России характеризуется наличием ряда рисков внутреннего характера, обусловленных тенденцией увеличения операционных затрат, сформированной ростом цен на основные и вспомогательные материалы и ресурсы, присутствием преобладающей доли импортного горнодобывающего оборудования.

Данное обстоятельство становится ограничительным фактором доступа к кредитным ресурсам на освоение месторождений.

Сложившаяся внешнеполитическая ситуация формирует тенденцию невозможности привлечения необходимых значительных инвестиций на

реализацию крупномасштабных угольных проектов в Республике Тыва при освоении месторождений Улуг-Хемского бассейна, Чаданского и Каа-Хемского месторождений с суммарными объемами угледобычи особо ценных марок угля порядка 40 млн т в год к 2030 году.

4. В определяющей степени увеличение прогнозируемых объемов угледобычи к 2030 году может быть достигнуто при успешном экономическом сотрудничестве с Китаем по факту освоения угольных месторождений в Чикойской впадине (Забайкальский край) и в Амурской области (Сугодинско-Огоджинское), где к 2030 году возможно доведение добычи угля открытым способом до 20 и 30 млн т в год, соответственно.

5. В целях совершенствования взаимодействия государства и частного бизнеса в реализации приоритетных проектов освоения угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока целесообразно рассмотреть применение механизмов ГЧП в формате территорий опережающего развития. При этом в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2014 г. № 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации», государство обеспечивает создание объектов инфраструктуры, необходимой для резидентов, за счет средств федерального бюджета и бюджета субъекта Российской Федерации.

6. На настоящий момент времени одним из проектов, имеющих высокую степень приоритетности, который может реализоваться на принципах ГЧП, является крупномасштабный инфраструктурный проект «Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва».

1.2. Концептуальные подходы к стратегии освоения Элегестского каменноугольного месторождения

Элегестское месторождение каменного угля находится в западной части Улуг-Хемского угольного бассейна Республики Тыва. Общая площадь бассейна составляет порядка 2300 км², площадь Элегестского месторождения около 83 км². Оно расположено на лево- и правобережье нижнего течения р. Элегест, левого притока р. Верхний Енисей в наиболее экономически освоенной центральной части республики, в 30 км от ее столицы г. Кызыл (рис. 1.3). В административном отношении северная часть месторождения расположена на территории Кызылского кожууна, южная – на территории Тандинского кожууна. Непосредственно на площади Элегестского месторождения населенных пунктов нет, а в устьевой части р. Элегест находится с. Усть-Элегест с населением до 2000 человек.

Поверхность Элегестского месторождения представляет собой всхолмленную равнину с абсолютными отметками 600-900 м. Относительные превышения до 100 м, крутизна склонов 5-10°, редко до 30°.

В 2006-2009 гг. была проведена детальная разведка Элегестского месторождения каменного угля.

С апреля 2013 года право пользования недрами с целью разведки и добычи каменного угля на лицензионном участке Элегестского месторождения, удостоверенное лицензией КЗЛ 15564 ТЭ, было предоставлено ООО «Тувинская Энергетическая Промышленная Корпорация» (ООО «ТЭПК»), как победителю конкурса на право пользования участками недр, с последующим переоформлением на ЗАО «ТЭПК» (лицензия КЗЛ 00469 ТЭ от 29.08.2014 г. сроком до 20.05.2033 г.).

В результате проведенных геологоразведочных работ на лицензионном участке подсчитаны запасы коксующихся углей марки Ж по шести угольным пластам по категориям А+В+С₁+С₂ в объёме 855 089 тыс. т, из них запасы для разработки подземным способом составляют по категории А+В+С₁+С₂ 837 327 тыс. т, а для разработки открытым способом – 15 100 тыс. т [4].

Угольные пласты Элегестского месторождения по мощности относятся к мощным, средней мощности, тонким и весьма тонким. По сложности строения относятся к пластам преимущественно простого строения, реже сложного, по степени выдержанности – к выдержанным, относительно выдержанным и невыдержанным. По углам падения относятся к пологозалегающим (до 18°) и наклонным (19-35°).

Республика Тыва до сих пор не имеет связи с железнодорожной сетью страны и транспорт, обеспечивающий экономические связи как внутри Тывы, так и с другими регионами, представлен автомобильным, внутренним водным (речным) и авиационным видами.

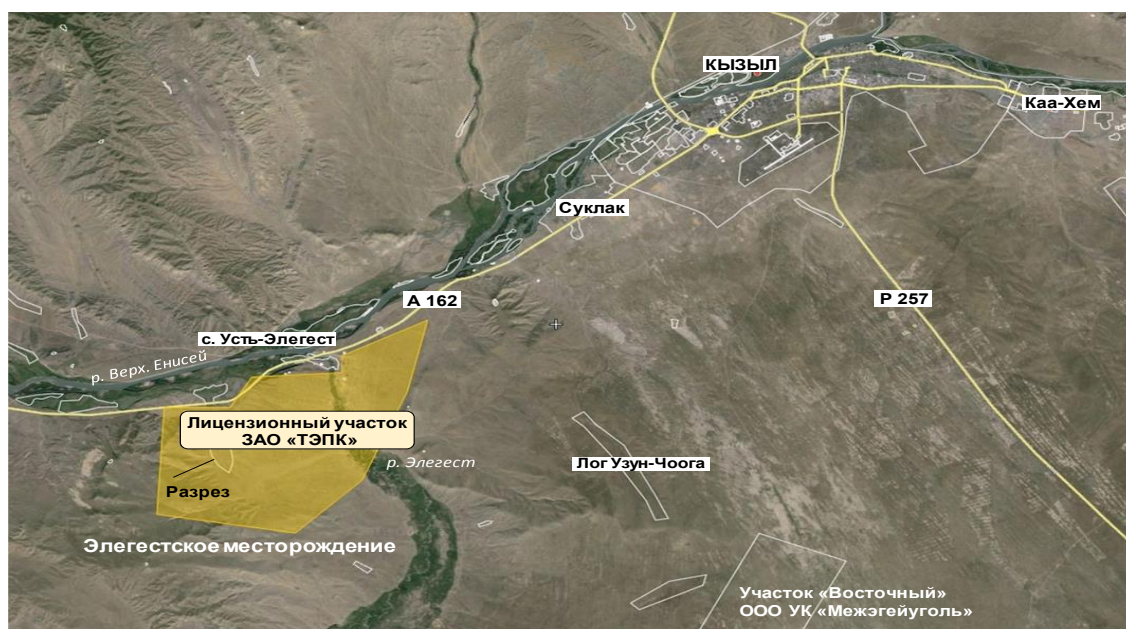


Рис. 1.3 – Ситуационный план расположения лицензионного участка АО «ТЭПК» на Элегестском месторождении Улуг-Хемского угольного бассейна

Еще в 2000-е годы возник проект строительства первой в республике железной дороги по маршруту от г. Кызыл до железнодорожной станции Курагино на юге Красноярского края, основной целью которого являлся вывоз каменного угля с Улуг-Хемского месторождения, а также приближение ее к месторождениям железной руды в Красноярском крае. Строительство планировалось начать в 2009 году, но в связи с финансово-экономическим кризисом в России основные объёмы финансирования были перенесены на

2012 год, однако в течение всего года велась лишь разработка рабочей документации и изысканий на маршруте будущей железной дороги.

Возможность реального воплощения в жизнь этот проект получил только в последние годы, когда его инициатором, инвестором и ответственным исполнителем выступила ЗАО «ТЭПК», предложив концепцию единого инфраструктурного комплексного проекта освоения минерально-сырьевой базы Республики Тыва в части освоения Элегестского месторождения и одновременного развития мультимодальной логистики транспортировки угля на экспорт – по железной дороге Элегест-Кызыл_Курагино с выходом через Транссиб и БАМ до порта Ванино с последующей транспортировкой морем в страны АТР (рис. 1.4) [4].

При реализации инфраструктурного комплексного проекта «Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва» приняты следующие *концептуальные подходы к стратегии освоения Элегестского месторождения Улуг-Хемского угольного бассейна*:

1. Данный инфраструктурный комплексный проект следует рассматривать как межрегиональную систему с производственно-логистической структурой, реализация которого подразумевает наличие принципов государственно-частного партнерства и состоящую из трех взаимосвязанных звеньев (подпроектов):

- строительство горно-обоганительного комплекса «Элегест» производственной мощностью 15 млн тонн концентрата коксующегося угля в год в Республике Тыва, включая вахтовый поселок;

- строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино на территориях Республики Тыва и Красноярского края протяженностью 410 км с плановой пропускной способностью 15 млн т угля и 3 млн т народнохозяйственных грузов в год;

- строительство морского терминала пропускной способностью 15 млн т угля на территории мыса Бурный Хабаровского края (порт Ванино).



Рис. 1.4 – Карта-схема расположения объектов инфраструктурного проекта «Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва»

2. В основе стратегии, прежде всего, должна лежать научно-обоснованная концепция развития всей минерально-сырьевой базы Республики Тыва, определяющая не только основные направления воспроизводства ресурсов и технологического развития, но и программирование социально-экономического развития региона.

3. Освоение Элегестского месторождения на всех его этапах, нацеленное на повышение рентабельности угольного производства, должно быть также социально ориентированным при условии своевременного обеспечения достойной социальной поддержки всех слоев населения углепромышленных территорий, интересы которых негативно затрагиваются в процессе недропользования в форме его социально-экономических и экологических последствий.

4. Стратегия освоения Элегестского месторождения в части реализации угольных и транспортных проектов должна опираться на комплексный подход к решению межрегиональных проблем и гармонично встраиваться в стратегические программы социально-экономического развития Республики Тыва, Красноярского и Хабаровского краев, а также в Федеральные целевые программы на принципах государственно-частного партнерства.

5. Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке должны стать важными звеньями в стратегическом развитии интермодального транспортного общеевропейского коридора «Запад-Восток» («Транссиб») транзитных российских перевозок, включая мультимодальную доставку угля в страны АТР.

6. Стратегические перспективы освоения Элегестского месторождения и минерально-сырьевой базы Тывы в целом в сфере железнодорожной транспортной логистики должны быть связаны со строительством Тувинско-Монгольской железной дороги через Западную Монголию в Северо-Западный Китай в увязке с разработкой попутных месторождений полезных ископаемых. Транзит через Туву позволит сократить перевозки в Монголию и Китай на 1,5-2 тыс км.

7. Стратегия освоения Элегестского месторождения должна

сформировать научно-обоснованные методические подходы к стратегическому программированию социально-экономического территориального развития при реализации крупных межрегиональных инвестиционных инфраструктурных проектов на принципах государственно-частного партнерства, обеспечить внедрение инноваций в рациональное недропользование и обоснование выбора наиболее оптимального использования сырьевых активов, а также эффективное и устойчивое развитие ряда смежных проектов в базовых отраслях промышленности Республики Тыва и модернизации транспортной инфраструктуры.

Предложенные концептуальные подходы к стратегии освоения Элегестского месторождения легли в основу разработки паспорта инвестиционного проекта «Строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва», утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 июня 2014 г. № 1059-р [9]. С учетом этих подходов ООО «Сибгеопроект» (г. Кемерово) был разработан рабочий проект горно-обогатительного комплекса «Элегест» на Элегестском месторождении, получивший положительное заключение Главгосэкспертизы России в мае 2015 года [10].

С учетом изложенных основных концептуальных подходов к стратегии освоения Элегестского месторождения Улуг-Хемского угольного бассейна актуальной первоочередной научной задачей является разработка научно-методического обеспечения концептуального проектирования отработки запасов, организационно-экономического механизма производственно-логистической системы его комплексного освоения, основанной на принципах государственно-частного партнерства и позволяющего сбалансировать и скоординировать действия всех участников (операторов) этого процесса на уровне федеральных и региональных органов государственной власти, отраслевых организаций в области добычи и обогащения угля.

1.3. Цель, идея и задачи исследований

Целью диссертации является обоснование параметров пространственно-планировочных и технологических решений при проектировании подземной отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения для обеспечения устойчивого, безопасного и эффективного развития горного производства.

Основная идея работы заключается в обеспечении устойчивого, безопасного и эффективного развития крупномасштабного угледобывающего производства на принципах государственно-частного партнерства, использовании для выбора приоритетного варианта и обоснования параметров геотехнологии отработки запасов масштабного ситуационного многовариантного моделирования и реализации инновационной системы разработки с выпуском подкровельной толщи.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- анализ основных стратегических направлений пространственного развития угольной отрасли России и Восточной Сибири (ретроспектива, современное состояние, прогноз инновационного развития);
- анализ методических подходов к реализации приоритетных крупных инфраструктурных проектов в угольной отрасли;
- инженерно-геологическая комплексная оценка благонадежности запасов и технологичности горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации, влияющих на устойчивое функционирование угледобывающих предприятий, реализующих подземный способ добычи в условиях Элегестского каменноугольного месторождения;
- разработка научно-методического обеспечения обоснования параметров устойчивого развития горного производства;
- формирование и обоснование вариантов направлений развития горного производства, технологических структур отработки запасов, основных пространственно-планировочных решений и раскройки шахтных полей с

учетом вариантов размещения наземной инфраструктуры и обогатительной фабрики;

- разработка концепции отработки запасов и оптимизации основных проектных решений с максимальной полнотой извлечения угольных запасов в условиях природных и технико-технологических ограничений на основе маржинального ранжирования;

- разработка концептуальных основ организационно-экономического механизма производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского каменноугольного месторождения;

- оценка экономической целесообразности и эффективности отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения с учетом сопутствующих рисков реализации проекта.

ВЫВОДЫ

1. Основным фактором внешнего риска для угольной отрасли является волатильное поведение цен на энергоносители и высокая вероятность уменьшения спроса на угольную составляющую. В отношении российских угольных компаний эта тенденция может привести к снижению конкурентоспособности угля, отправляемого на экспорт из-за довольно значительной доли затрат логистической составляющей на условиях поставки FOB (Free On Board) по сравнению с конкурентами, присутствующими на этом рынке. Кардинальным способом нейтрализации и локализации этого риска может являться своевременная реализация проектов освоения крупномасштабных угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока, которая обеспечит приближение участников экспортной составляющей к зарубежным потребителям, что повлечет снижение эксплуатационных издержек производства, и, в конечном итоге, повышение конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности данных проектов.

2. В плане существующего опыта освоения Элегестского месторождения очевидно, что основная стратегия связана с комплексным освоением ресурсного потенциала региональных территорий, имеющих непосредственную близость к железнодорожной инфраструктуре, непосредственно увязанного с принципами и механизмами ГЧП, и лишь в этом случае возможно достижение запланированных проектных показателей в четко установленные сроки.

3. Для количественной оценки эффективности инфраструктурных проектов, представляющих собой производственно-логистические системы по освоению месторождений полезных ископаемых и транспортировке продукции потребителям, необходимо разработать специальные модифицированные методические подходы, основанные на современных методах оценки инвестиционных проектов, реализуемых на принципах ГЧП, и включающих традиционные оценки бюджетной и коммерческой эффективности с анализом устойчивости и рисков.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ КРУПНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

2.1. Обобщение теоретических и практических исследований в области отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений

Основополагающий вклад в создание и развитие методологии проектирования угледобывающих предприятий внесли такие ученые, как Бурчаков А.С. [13], Воробьев Б.М.[14], Еремеев В.М.[15], Малкин А.С.[16], Устинов М.И.[17], Харченко В.А.[18], Ковальчук А.Б. [19], Зубов В.П.[20], Ялевский В.Д.[21], Ремезов А.В.[22], Логинов А.К.[23], Федорин В.П.[24], Краснянский Г.Л.[25], Мельник В.В.[26], Агафонов В.В.[27], Федаш А.В.[28], Шулятьева Л.И. [29], Оганесян А.С. [30] и др.

Следует отметить, что вопросы освоения Улугхемского угольного бассейна и Элегестского каменноугольного месторождения Республики Тыва, в том числе на основе механизма ГЧП, нашли отражение в трудах ученых Института угля СО РАН (Клишина В.И., Писаренко М.В. [101]), Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (Марковой В.М., Чурашева В.Н. [102]), Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Лебедева В.И, Дабиева Д.Ф. [5, 104]), Сояна М.К. [102], Института систем энергетики им. Мелентьева СО РАН (Соколова А.Д., Такайшвили Л.Н.) и др.

На базе обширного анализа результатов научных теоретических исследований и опыта работы проектных организаций в современных условиях недропользования наметилась тенденция изменения основополагающей парадигмы системы проектирования угледобывающих предприятий в следующих направлениях:

- широкое внедрение в практику проектирования отработки запасов угольных месторождений новых технологических структур, связанных с совместной реализацией различных геотехнологий (открытая, подземная,

технология КГРП и др.) с обязательной оптимизацией логистических схем транспортировки конечной угольной продукции;

- использование в практике проектирования угледобывающих предприятий наряду с общепризнанными линейными и нелинейными дискретными экономико-математическими моделями структурно-лингвистического моделирования, имитационного моделирования, стохастического моделирования (морфологический анализ), семиотического моделирования, эвристико-эволюционного моделирования, графо-аналитического моделирования, комплицированного моделирования, которые реализуются с помощью одного или нескольких методов, например, комплексной оптимизации, динамического программирования, теоретико-множественных методов (нечетко-множественной логики, нейронных сетей), методов квалиметрии и принятия сложных решений, когнитивных и динамических алгоритмов, методов моделирования с использованием агент-ориентированных моделей, структурного системного анализа IDEFO и др.

В тоже время выяснилось, что основной подход, который сложился в настоящее время во взаимоотношениях крупного бизнеса с проектными организациями, выглядит следующим образом. Угольные компании предъявляют техническое задание. В нем декларативно прописана производственная мощность угледобывающего предприятия и очень часто продиктованы превалирующие технологические решения. Анализируется рынок сбыта, конкурентоспособность угольной продукции, оптовая цена угля, выполняется прогноз на перспективу и с помощью укрупненных расчетов рассчитывается прибыль. Далее рассчитывается срок окупаемости капитальных вложений и бизнес принимает решение, стоит ли вкладывать деньги в данный инвестиционный проект. С точки зрения капиталоемкости угольной промышленности минимальный срок окупаемости инвестиций составляет 5-6 лет. С точки зрения минимизации затрат на проектирование с той и другой стороны (максимальная стоимость проектных работ по заключённым договорам последнего времени не превышает 2-2,5% от стоимости строительства и обычно составляет 1-1,5%) данный подход к выбору и

обоснованию проектных решений лишает возможности проработать несколько вариантов технологических, инженерных или строительных решений, чтобы определить наиболее эффективный и экономически целесообразный вариант.

Следующий негативный аспект ассоциируется с аналоговым проектированием (прототипным). В современной практике проектирования нет и, в принципе, не может быть типовых проектов угледобывающих предприятий (шахт, разрезов и обогатительных фабрик). Все проекты обладают индивидуальностью и это связано с индивидуальным учетом горно-геологических и горнотехнических характеристик и параметров, так как в пределах даже одного месторождения изменчивость по мощности, углу падения, водообильности, газоносности, тектоническим нарушениям в плоскостях простирания и падения очень существенна. При наличии и учете комплексного проектирования угледобывающего предприятия с несколькими геотехнологиями добычи угля в пределах горного отвода размещаются несколько сотен зданий и сооружений, системы инженерных сетей и коммуникаций, которые также должны проектироваться индивидуально и последовательно.

В соответствии с утвержденными регламентами Европейской Комиссии, общепринятое понятие «крупномасштабный проект» включает «комплекс работ, мероприятий или услуг, направленных на выполнение неделимой функции определённого характера для достижения чётко сформулированных, общих для сторон целей в интересах реализации приграничных инвестиций».

С учетом общепринятых подходов масштабность инвестиционного инфраструктурного проекта можно определить по объемам привлеченных денежных средств и инвестиций для его реализации, трудозатратам, объемам выпуска продукции, срокам реализации, сложности системы менеджмента и занимаемой доли внутреннего и внешнего рынка.

В отношении понятия «крупномасштабные инвестиционные проекты» обычно пользуются следующей формулировкой: - это проекты, «реализация которых существенно влияет на экономическую, социальную или

экологическую ситуацию в отдельных регионах или отраслях хозяйства страны».

Применительно к угольной отрасли крупномасштабные инфраструктурные проекты имеют следующие специфические черты:

а) значительный георесурсный потенциал (общие запасы по категориям А+В+С₁ в отдельных случаях достигают 1,6 млрд т);

б) достаточно высокая стоимость реализации — от 1\$ млрд., которая формирует значительную динамическую составляющую уровня доходов и расходов;

в) повышенная материало - и капиталоемкость — фонды для их реализации обычно превышают имеющиеся финансовые резервы, - проявляется необходимость привлечения дополнительных источников финансирования;

г) большой объем трудозатрат: от 2 млн человеко-часов на проектирование, от 15 млн человеко-часов на строительство объектов;

д) при проектировании возникает необходимость учета более совершенных, инновационных, эффективных и качественных технико-технологических решений с соответствующими параметрами;

е) сроки реализации подобных проектов составляют 5—7 лет и более;

ж) как правило, данные проекты реализуются в отдаленных районах с отсутствием логистической составляющей, что предопределяет дополнительные затраты на создание необходимой инфраструктуры;

з) учет множества ограничивающих факторов различного характера предопределяет высокую сложность управления данными проектами: (уникальность и специфичность, координация действий всей совокупности исполнителей, необходимость разработки разных стратегий с обязательным учетом стохастичности различных показателей и риска, постоянный мониторинг и обновление элементов проекта и т.д.).

Как правило, крупномасштабные инфраструктурные проекты представляют собой целевые программы межрегионального, регионального, межотраслевого, отраслевого, национального и международного характера.

Формирование и координирование таких проектов происходит на межгосударственном и государственном уровнях.

Анализ проектных парадигм и технологических структур отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений, разработанных в последнее время выявил следующие основные их отличительные технико-экономические особенности, представленные ниже.

Эльгинское угольное месторождение (владелец лицензии ПАО «Мечел»).

Проект строительства Эльгинского угольного комплекса реализуется в пределах горного отвода северо-западного участка Эльгинского каменноугольного месторождения в Республике Саха (Якутия) [31]. Общие запасы по категориям А+В+С₁ составляют 1,6 млрд т (по непроверенной информации, предоставленной информационно-аналитическим центром «Минерал», www.mineral.ru), но по официальным данным компании "Мечел" их объем составляет около 2,2 млрд тонн в соответствии со стандартами JORC.

Основные проектные составляющие: Эльгинский ГОК проектной мощностью 28-30 млн т; модернизированная обогатительная фабрика производительностью 2,7 млн т; железнодорожная магистраль Улак-Эльга общей протяженностью 335 км. Реализуется открытый способ добычи. Очередность реализации проекта выглядит следующим образом: 1-я очередь — наращивание объемов добычи с 1,45 млн т в 2014 году до 5,126 млн т с 2016 года; 2-я очередь — наращивание объемов добычи с 9.0 млн т в 2017 году до 17,46 млн т в 2019 году; 3-я очередь — наращивание объемов добычи с 18 млн т с 2020 года до 29,7 млн т в 2023 году.

Окончательный объем инвестирования оценивался в 2.5 млрд долларов. Проектирование было выполнено с привлечением метода аналогии (прототипа).

Денисовское и Чульмаканское каменноугольные месторождения (владелец лицензии группа «Колмар»). Денисовское месторождение каменного угля дислоцируется в юго-восточной части Алдано-Чульмаканского угленосного района Южно-Якутского каменноугольного бассейна. Общие

запасы категории $A+B+C_1$ составляют 301.0 млн т (по непроверенной информации, предоставленной информационно-аналитическим центром «Минерал», www.mineral.ru). Проектные решения ГОК «Денисовский» реализуют открыто-подземный способ добычи угля [32] (объединенные общей топологической сетью горных выработок шахты «Денисовская-Центральная» (2.0 млн т) и «Восточная Денисовская» (4.0 млн т), разрез «Восточная-Денисовская» (подручейная зона)). Спроектирована обогатительная фабрика «Денисовская» мощностью 6 млн т.

Чульмаканское каменноугольное месторождение расположено в северо-восточной части Алдано-Чульмаканского угленосного района Южно-Якутского бассейна. Лицензионный участок имеет статус горного отвода. В соответствии с лицензией для разведки и добычи переданы балансовые запасы каменного угля в количестве: по категории В – 114 342 тыс. т, категории C_1 – 264 722 тыс. т., по категории C_2 – 148 342 тыс. т и прогнозные ресурсы каменного угля в количестве 86,3 млн тонн. Проектные решения ГОК «Инаглинский» также реализуют открыто-подземный способ добычи. Основные составляющие первой очереди: -производственная мощность разреза 2.0 млн т, производственная мощность шахты «Инаглинской-Центральной» - 4.0 млн т. Обогаительная фабрика «Инаглинская-1» мощностью 2.0 млн т, обогаительная фабрика «Инаглинская-2» мощностью 4.0 млн т. Основные составляющие второй очереди: шахта производственной мощностью 8.0 млн т, обогаительная фабрика 8.0 млн т. Проект оценивается в 25.0 млрд руб.

«Инаглинский» и «Денисовский» ГОКи (проектная мощность соответственно 6,5 млн т и 6.0 млн т) должны к 2019 году обеспечивать объемы добычи свыше 14.0 млн т угля [30].

Межегейское месторождение (владелец лицензии ООО "УК «Межегейуголь» («Евраз Холдинг» (Evraz Group))). Межегейское месторождение каменного угля располагается на правом берегу нижнего течения р. Межегей на территории Тандинского кожууна Республики Тыва. Балансовые запасы категории $A+B+C_1$ по Межегейскому месторождению

составляют 213.5 млн т. Реализуется подземный способ добычи. В проект заложено строительство шахты и объектов наземной инфраструктуры [33]. Первый этап реализует объемы добычи в 1,5 млн т угля, на втором этапе предполагается увеличение объема добычи до 5.0-6.0 млн т угля. Общий объем инвестиций для реализации проекта составляет от 40.0 до 50.0 млрд руб.

Апсатское каменноугольное месторождение (владелец лицензии ОАО «СУЭК»). Апсатское месторождение расположено в Каларском районе на севере Читинской области. Утвержденные запасы месторождения по категории C_1 составляют 3,5 млн т, C_2 – 0,1 млн т. Неутвержденные запасы месторождения, состоящие на оперативном учете в ЦКЗ, составляют: по категории C_1 – 178,7 млн т, C_2 – 240,8 млн т, P_1 – 65,7 млн т.

Проектная открыто-подземная стратегия разработки месторождения реализуется в два этапа [34]:

1. Освоение запасов участка «Угольный» открытым способом (строительство разреза мощностью 500 тыс. т). Освоение превалирующей части запасов подземным способом (строительство двух шахт мощностью по 3.0 млн т). Строительство когенерационных станций по утилизации и переработке сопутствующего метана в электрическую и тепловую энергию. Часть запасов планируется отработать с использованием технологии подземной газификации углей для получения электрической и тепловой энергии.

2) На втором этапе планируется проектирование и строительство угледобывающего предприятия мощностью 3.0 млн т.

ТЭРом предусмотрено проектирование и строительство ОФ, других объектов вспомогательного и природоохранного назначения. По оценке администрации Читинской области, финансовые затраты на отработку запасов месторождения составят около 3,4 млрд руб.

Чертандинское каменноугольное месторождение (владелец лицензии ООО «Регион-Ойл»). Различная степень сложности разработки и существенное отличие горно-геологических условий участков Южный и Северный Чертандинского каменноугольного месторождения, объединенных в одно шахтное поле, предполагает наличие и применение принципиально различных

технологий угледобычи, в связи с чем в ТЭО постоянных кондиций реализуется концепция совместного (открыто-подземного) способа отработки запасов [35].

С целью обеспечения максимальной полноты извлечения угля в переходный период в настоящем проекте предусмотрена отработка запасов по технологии КГРП (комплекс глубокой разработки пластов).

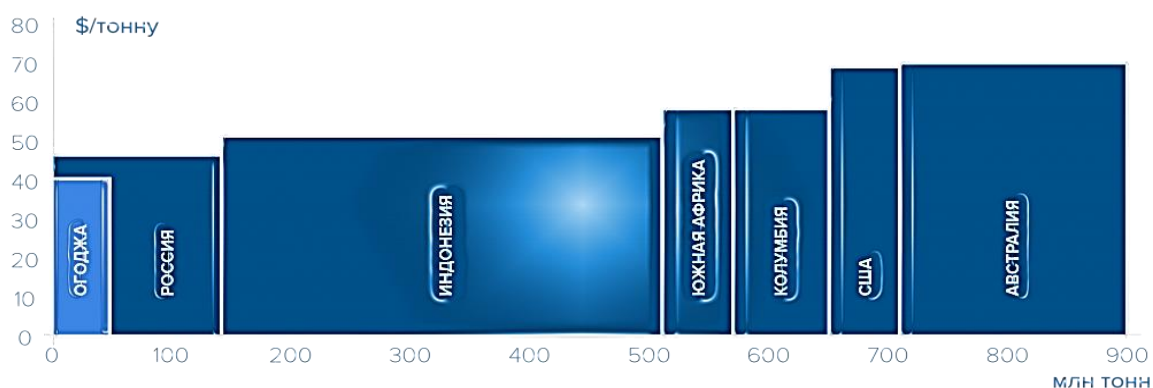
В целом по Южному и Северному участкам балансовые запасы по ЧУП в пластах, принятых к отработке, составляют порядка 120.524 млн т., а в угольной массе – 166.082 млн т. При уровне потерь в 28.75% можно сделать вывод, что благонадежность запасов и технологичность горно-геологических и горнотехнических условий относительно высокие. Предварительные инвестиции на освоение месторождения оцениваются в 15,8 млрд руб.

Отработка запасов месторождения открытым и подземным способами обеспечивает полноту использования недр на экономически рациональной основе при соблюдении законодательных положений в области охраны окружающей среды, правил и норм безопасности ведения горных работ и с экономической точки зрения при заданных условиях и ценах является целесообразной. Проектирование выполнено с помощью метода аналогии (прототипа).

Огоджинское каменноугольное месторождение (владелец лицензии ООО «Огоджинская угольная компания», основным учредителем которой является подразделение холдинга Ростехнологии — «РТ-Глобальные ресурсы»). Дислоцируется на Дальнем Востоке. Участок недр, переданный в пользование компании включает в себя два угленосных участка из четырех — это Огоджинская и Сугодинская площади. Объем суммарных запасов Огоджинского месторождения угля оценивается в 1,5 млрд т. Реализуется открытый способ добычи. На 2021—2050 годы запланирована отработка основных запасов. На проектную мощность в 30.0 млн т предприятие выйдет в 2030 году.

В рамках проекта планируется строительство автомобильной дороги, которая свяжет Селемджинский район с федеральной трассой «Амур», и строительство железнодорожного пути Огоджа — Февральск. Для реализации

проекта требуется 3.6 млрд долл. Сравнение освоения месторождения по FOB-затратам выглядит следующим образом (рис. 2.1) [36].



Источник: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ampravda.ru/>

Рис. 2.1 – Сравнение освоения запасов Огоджинского месторождения по FOB-затратам

Караканское угольное месторождение (владелец лицензии ООО «Каракан-Инвест»). Территориально расположено в Кемеровской области, Беловском районе. В соответствии с имеющимися лицензионными соглашениями запасы угля категорий А+В+С₁+С₂ составляют 304,5 млн т.

Проектная парадигма заключается в проектировании и строительстве угольно-энергетического кластера [37]. Реализуется открыто-подземный способ добычи (угольный разрез мощностью 6.0 млн т и шахта мощностью 4.0 млн т). Проектируется многофункциональный перерабатывающий комплекс, реализующий технологии гидрогенезации (получение синтетического жидкого топлива и других нефтепродуктов, синтетического газа, битума, кокса и др.) мощностью 6.0 млн т угля. Планируется строительство угольной и газовой электростанции мощностью 24 и 12 МВт. В логистическую составляющую входит проектирование транспортного комплекса с пропускной способностью 10.0 млн т. Общий объем инвестиций на реализацию проекта оценивается в 27.2 млрд руб. Проектная функциональная структура Караканского угольно-энергетического кластера представлена на рис.2.2.

Менчерепское каменноугольное месторождение (владелец лицензии на право разработки угольного участка Менчерепский Северный – ООО «Шахта

«Грамотеинская», входящей в ОАО «Объединенная угольная компания «Южкузбассуголь» (угольное подразделение Evraz Group)). Балансовые запасы данного участка составляют 222.0 млн т. по категориям изученности В+С₁. Территориально располагается в Беловском районе Кемеровской области Кузбасса. Объем общих запасов оценивается в 1,55 млрд т угля.



Источник: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.karakan-inwest.ru/>

Рис. 2.2 – Проектная функциональная структура Караканского угольно-энергетического кластера

В составе концептуального проекта [38] предусматривается строительство шахты «Менчерепская-3» и «Менчерепская-4» производственной мощностью по 9.0 млн т, разрез «Инской-1» мощностью 4.0 млн т, обогатительная фабрика мощностью 6.0 млн т, завод полукоксования по выпуску 300 тыс. т концентрата в год, электростанция мощностью 20 МВт, технологический процесс которой предусматривает сжигание отходов обогатительной фабрики и завода полукоксования. Вблизи угольного разреза проектируется углехимический комбинат, основной продукцией которого будут являться: метанол, бензол, диметиловый спирт, пек, синтетическое моторное топливо. На отходах технологического процесса газификации угля и тепловой электростанции запроектирована работа завода строительных

материалов. Объем инвестиций на реализацию проекта оценивается в 70.0 млрд руб. На данный момент этот проект, наряду с Караканским называют самым характерным примером внедрения инноваций в угольной отрасли. Проектная функциональная структура углеэнергетического Менчерепского кластера представлена на рис. 2.3.



Источник: [Электронный ресурс]. URL:<http://kommersant.ru/>

Рис.2.3 – Проектная функциональная структура углеэнергетического Менчерепского кластера

Соколовско - Ерунаковское каменноугольное месторождение. В территориальном и административном отношении площадь месторождения относится к Новокузнецкому и Прокопьевскому районам Кемеровской области.

Общие балансовые запасы углей района по данным поисково-оценочных работ до глубины 900 м оцениваются в 46,0 млрд т. Из них Госбалансом Росгеофонда учтены запасы в 17,5 млрд т., в том числе 11,0 млрд т для открытой разработки. На месторождении реализуется открыто-подземный способ добычи.

В настоящее время владельцами лицензий на освоение запасов месторождения являются следующие компании [39]:

ХК «Кузбассразрезуголь» - участок «Ерунаковский IV» (проектная мощность разреза - 1200 тыс. т); - участок Ерунаковский IV-Северный» (проектная мощность разреза - 1200 тыс. т); **ЗАО «Шахта «Беловская»** - шахта «Тагарышская» (проектная мощность - 2000 тыс. т.); **ОАО ОУК «Южкузбассуголь»** - шахта «Ерунаковская VIII» (проектная мощность 850 тыс. т, к 2020 году запланировано ее увеличение до 2000 тыс. т); - участок «Ульяновский-Северный» (проектная мощность 1000 тыс. т, запланировано увеличение до 3000 тыс. т); **ОАО «Южный Кузбасс»** - шахта «Ерунаковская-1» (проектная мощность - 400 тыс. т, запланировано увеличение добычи до 4500 тыс. т к 2020 году); - шахта «Ерунаковская-3» (проектная мощность 800 тыс. т, запланировано увеличение мощности до 1500 тыс. т к 2020 году); **ОАО ХК «СДС-уголь»** - **ЗАО «Салек»** - шахта «Талдинская 3» (проектная мощность - 4500 тыс. т); **ЗАО «Белон»** - шахта «Ерунаковская-2» (ввод в 2020 году, проектная мощность – 2.0 млн т); **Арселор Миттал** - шахта «Жерновская-3» (проектная мощность - 1500 тыс. т., запланировано увеличение проектной мощности до 3000 тыс. т к 2020 году); **ОАО «НЛМК»** - шахта «Жерновская-1» (проектная мощность - 3000 тыс. т, запланировано ее увеличение до 4500 тыс. т к 2020 году). Инвестиции для реализации проекта «Развитие Соколовско-Ерунаковского месторождения» запланированы в объеме около 36 млрд руб внебюджетных средств.

Анализ данных проектов показал, что в практическом отношении принципы инновационного проектирования угледобывающих предприятий в настоящее время должны быть увязаны с регионализацией угольной продукции, технологическим развитием и реструктуризацией и кластерным развитием бизнеса, который подразумевает выпуск широкого спектра высокотехнологичной угольной продукции с высокой добавленной стоимостью, что позволяет резко снизить зависимость производственно-хозяйственной деятельности от колебаний на внешнем и внутреннем рынках.

2.2. Методологическое обеспечение устойчивого функционирования и обоснования форм развития шахтного фонда

Проблемы проектирования отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений подземным способом, обусловлены рядом специфических особенностей их функциональных структур. Во-первых, взаимосвязанностью происходящих в них рабочих процессов и их многоаспектностью; в силу этого невозможно вычленение и детальное исследование отдельных явлений (например, только горно-геологических или только технологических) – все происходящее внутри технологической системы процессы должны рассматриваться и исследоваться только в совокупности. Во-вторых, отсутствием достаточной количественной информации о динамике происходящих в моделируемой системе процессов, что вынуждает использовать наряду с количественной и качественную информацию при описании таких процессов. В-третьих, нестационарностью самих процессов, причем характер изменения тех или иных характеристик зачастую неизвестен, что затрудняет построение их количественных моделей.

В связи с этим на первый план выступает аспект устойчивого функционирования и развития таких технологических систем. Термин «устойчивое развитие» получил широкое распространение после публикации доклада, подготовленного для ООН в 1987 г., где определено: «Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Сами термины – sustainable development, sustainability – можно перевести как развитие, поддерживающее равновесие. Применительно к технологическим системам существует определение устойчивости, данное Л.Л. Тереховым: «устойчивость – это способность системы функционировать в состояниях, близких к равновесным, в условиях постоянных внешних и внутренних возмущающих воздействий».

Таким образом, применительно к технологическим системам угольных шахт устойчивое функционирование может трактоваться только лишь при

реализации основополагающего принципа пропорционального развития горных работ во всех его технологических подсистемах и звеньях.

При этом основным параметром, характеризующим устойчивость функционирования технологической системы угледобывающего предприятия с подземным способом добычи, является обеспеченность запасами, подготовленными к выемке с различной степенью технологической подготовки. В этом случае, на первый план выступает вопрос динамического резервирования фронта очистных работ, который подразумевает обоснование оптимального соотношения очистных и подготовительных работ, который, в свою очередь, должен формировать основы для обоснования календарного плана отработки запасов с приемлемым уровнем технико-экономической эффективности.

Следует отметить, что в области горных наук, изучающих закономерности техногенного преобразования недр Земли, которые входят в перечень основополагающих условий существования общества, данное определение должным образом трансформируется. Под устойчивым развитием по Д.Р.Каплунову должен пониматься «комплекс стратегических инициатив, обеспечивающих эксплуатацию каждого осваиваемого участка недр неопределенно долго, путем первоначального проектирования этапов перехода от одного вида геотехнологий к другому в ходе освоения месторождений, а также на период после завершения добычи полезных ископаемых». В данной работе за основу представления «устойчивость развития горного производства» объективно взят постулат «освоения производственной мощности ГОК «Элегест» за все время отработки запасов с обеспечением приемлемого уровня рентабельности».

Основные аспекты реализации проектной деятельности в угольной отрасли и проведенный анализ нормативно-правовой базы проектирования угледобывающих предприятий [40, 41, 42, 43, 44, 45, 46], научно-методического обеспечения (логически-структурных) схем выбора и обоснования основных технико-технологических решений отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений с оптимизацией их параметров показал, что основная

их часть практически не полностью адаптирована к поставленной задаче и обладает недостатками, связанными с излишними обобщениями, недостаточной степенью конкретизации и непоследовательностью реализации.

Концептуальный подход, заявленный в данной работе выглядит следующим образом. За основу принимаются следующие составляющие.

1. Логико-информационная последовательность действий при проектной деятельности и обосновании проектных решений. В данной работе за основу концептуального проектирования, принятия проектных решений и обоснования параметров взята методология масштабного ситуационного моделирования, которая в увязке общих и частных закономерностей развития научно-технического прогресса в области угледобычи представляется наиболее логичной в понимании, последовательной в описании и доступной в реализации.

Проектная деятельность при этом ассоциируются с процедурой генерации всего множества альтернативных проектных решений, которые обеспечивают устойчивое функционирование и развитие горного производства [47,48,49]. В представленной методологии выделяются следующие слагающие элементы (уровни) с учетом этапов маркетинга, рутинного и реального проектирования:

1. Обоснование потребности и потребительских качеств проектируемого угледобывающего предприятия для региона строительства;
2. Выбор и обоснование геотехнологии (или комплекса геотехнологий) угледобычи;
3. Выбор и обоснование функциональной структуры (комплекса технико-технологических решений);
4. Оптимизация параметров основных технологических подсистем технологической системы;
5. Оценка с использованием критериальной базы технико-экономической эффективности процедуры оптимизации проектных решений.

Согласно исследованиям и практическим данным, самый большой экономический эффект или негативные последствия дает первый уровень. И это объективно. Маркетинговые исследования в области формирования спроса и

сбыта угольной продукции на основных рынках с учетом прогностической функции формирования цен и их достаточность или недостаточность на данном промежутке времени и на перспективу, правильная интерпретация результатов этих исследований могут достаточно сильно повлиять на уровень прибыльности или убыточности.

Второй уровень дает повышение эффективности производства до 50 % по сравнению с аналогом (прототипом) и это базируется на реализации новых принципов разрушения, доставки и переработки угольной продукции. До 30-50 % повышения эффективности может принести и третий уровень за счет изменения конструктивных или технологических решений функциональной структуры, и это подтверждается данными о проведении реконструкции технологических систем угольных шахт. Самый низкий порог повышения эффективности (10-30%) имеет четвертый уровень, т.е. оптимизация параметров.

Следует учесть, что существует устойчивая тенденция недостаточного учета основной массы проектировщиков вышеперечисленных тенденций, что нередко приводит к низкому качеству проектных решений. Это проявляется в сопоставлении с ведущими угледобывающими странами показателей производительности труда, себестоимости добычи, энергопотребления и др. Анализ вышеизложенного позволяет сделать основополагающий вывод, что наибольшая прибыль может быть получена при генерации (синтезе) новых функций (проектных решений) и потребительских качеств (объективный и достоверный маркетинг) при формировании технического задания на проектирование угледобывающего предприятия. Так, переход российской угольной отрасли на технологические структуры отработки запасов шахта-лава, шахта-пласт с использованием зарубежного горнодобывающего оборудования позволил резко подтянуть технико-экономические показатели к общемировым.

Следует отметить, что проектная деятельность в угольной отрасли относится к группе высокого уровня сложности, что подтверждается использованием до настоящего времени метода перебора вариантов. Основная стратегия проектировщика заключается при этом в формировании нескольких альтернативных вариантов. Далее рассматриваются последовательные

итерации продвижения к области наиболее эффективных решений без пространственной ориентации (рис.2.4а), что характеризуется большой трудоемкостью и сложностью учета всех сопутствующих ограничений и факторов (соответствующей энтропией).

Проектная деятельность с использованием комплекса стратегий, методов и подходов масштабного ситуационного моделирования также предполагает на первом уровне формирование вариантов, но не двух-трех, а всего возможного множества с узкой пространственной ориентацией (формирование продуктивных областей), наиболее приближенных к оптимальной области эффективных решений (рис.2.4б).

При использовании данного подхода поверхность модели проектной деятельности становится более сглаженной, что однозначно трактуется как снижение риска принятия нерациональных проектных решений. Очевидно, что данный подход требует меньших затрат на его реализацию (меньшая энтропия). Графическая интерпретация данного подхода приведена на рис. 2.5 а,б.

С учетом вышеизложенного, общая логико-информационная последовательность действий при проектной деятельности и обосновании проектных решений отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений представлена на рис. 2.6.

2. Системный подход к обоснованию проектных решений. Данный подход заявляется автором в реализации двух составляющих: 1. прямая (безусловная) оптимизация и итерационные составляющие – реализуют процедуру приближения к аналогу (прототипу), либо его совершенствование; 2. синтез новых (отличающихся от прототипа) проектных решений с новым уровнем технико-экономической эффективности и конкурентоспособности с использованием нескольких взаимодополняющих методов оптимизации.

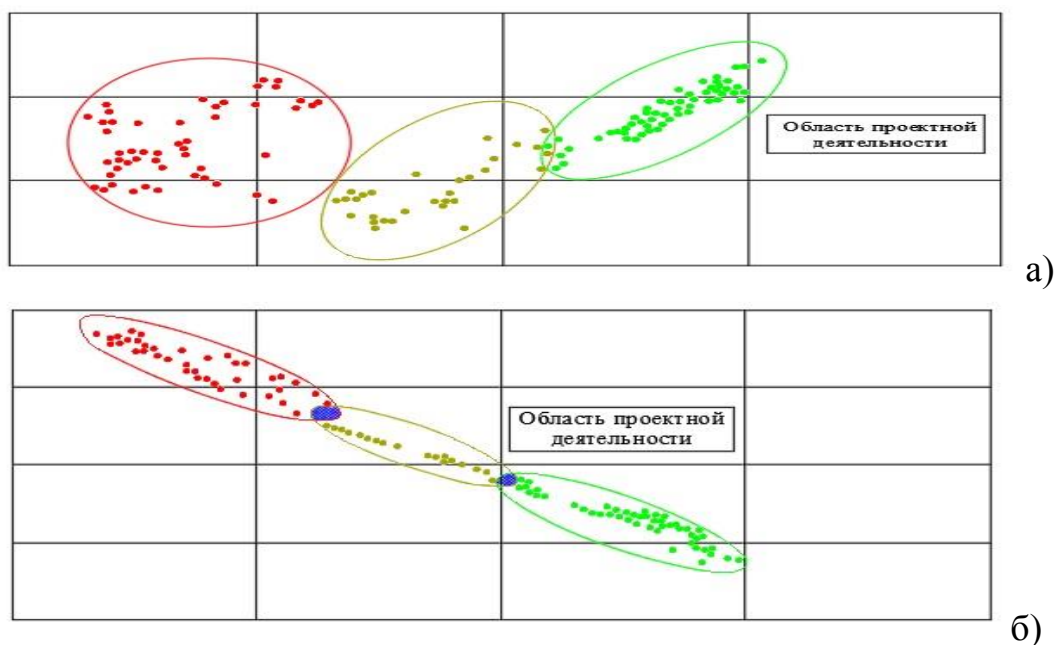


Рис.2.4 – Модели проектной деятельности, использующих:
а) метод проб и ошибок (аналогий и прототипов);
б) метод масштабного ситуационного моделирования (многовариантный подход)

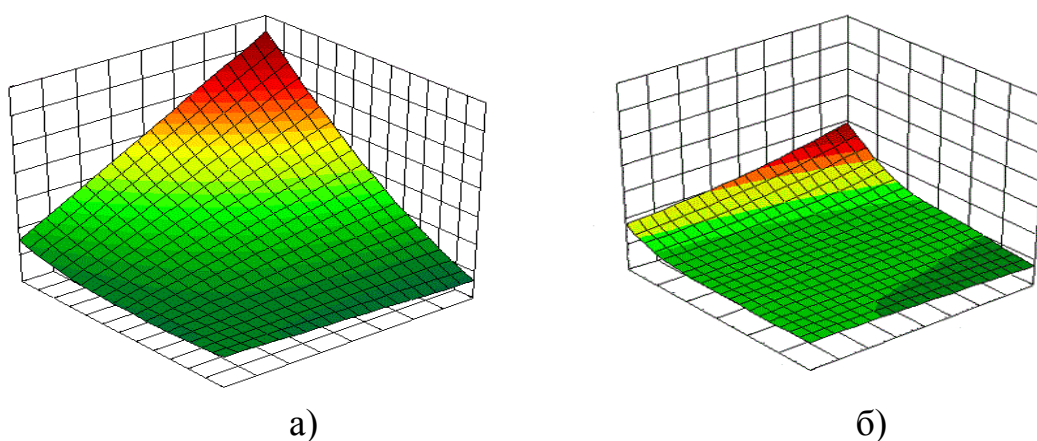


Рис. 2.5– Графическая интерпретация моделей проектной деятельности, использующих:
а) метод проб и ошибок (аналогий и прототипов);
б) метод масштабного ситуационного моделирования (многовариантный подход)

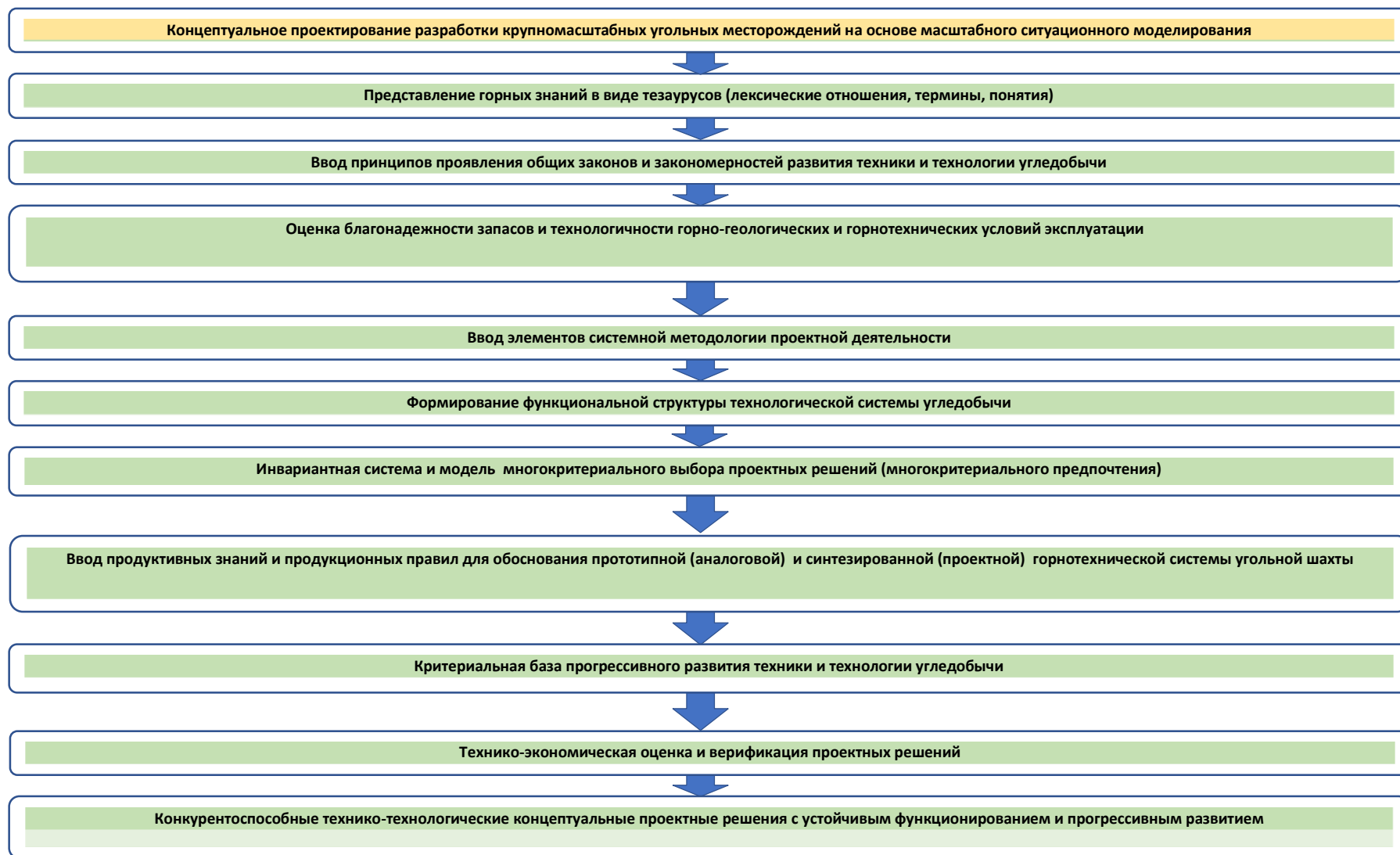


Рис.2.6- Логико-информационная блок-схема последовательности действий при проектной деятельности и обосновании проектных решений отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений

Ввиду минимизации затрат на проектирование реализация данного подхода начинается с анализа тезаурусной базы, принципов развития системы угледобычи, оценки благонадежности запасов и технологичности условий эксплуатации, а также создания классификационной структуры системы подземной угледобычи, которая включает в себя все известные на настоящий период времени составляющие уровни, элементы и звенья производства, которые реализуемы с технологической и экономической точки зрения. Используя продуктивные знания и определенный алгоритм оценки, проектировщик принимает, либо отбрасывает альтернативные проектные решения соответствующего уровня. Стратегия синтеза новых проектных решений, таким образом, реализуется последовательно сверху вниз по классификационной структуре с генерацией, оценкой и выбором альтернатив каждого уровня (в трактовке предлагаемого подхода - формирование оптимальной функциональной структуры) [50]. Если реализация двух составляющих не дала положительных эффектов (что весьма маловероятно, но допустимо), тогда формируется новое техническое задание на проектирование, и вся процедура проектирования повторяется.

Основные составляющие системной методологии проектирования разработки крупномасштабных угольных месторождений приведены на рис.2.7. Составляющие модели принятия проектных решений разработки крупномасштабных угольных месторождений приведены на рис. 2.8.

3. Учет принципов реализации проектной модели. Основные учитываемые принципы реализации проектной модели освоения запасов Элегестского каменноугольного месторождения сведены к следующим.

Принцип соответствия функций и функциональной структуры технологической системы угледобычи.

Суть данного принципа состоит в том, что в цепочке функций и функциональной структуры полное соответствие достигается только при наличии условия, когда каждая отдельная функция и функциональная структура в целом реализуют конкурентоспособные циклы жизнедеятельности. Так, например, изменение эффективности функционирования вентиляции или

транспорта-подъема технологических систем угольных шахт формируют так называемые «узкие места» в технологической цепочке, которые резко ограничивают объемы добычи и технико-экономическую эффективность в целом. Представленное соответствие может нарушиться и при изменении внешних условий функционирования технологической системы (увеличение нарушенности запасов, газоносности, водообильности и др.). Для реализации данного принципа в самом начале проектирования необходим этап достоверной и объективной оценки благонадежности запасов и технологичности горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации с выделением на площади дислокации запасов месторождения благоприятных и неблагоприятных зон для их извлечения и желательно с прогностическими функциями, увязанных с временными трендами отработки. Данный принцип базируется на функционально-стоимостном и морфологическом анализе, а также использовании современных ГИС – технологий.

Принцип поэтапного развития техники и технологии угледобычи.

Данный принцип является основополагающим, так как он основан на учете революционных изменений в области техники и технологии угледобычи с формированием функции стадийной (последовательной) передачи во времени технологической системе угледобычи фундаментальных технологической и энергетической функций. Следует отметить, что все стадии или этапы развития угледобычи непосредственно связаны с развитием научно-технического прогресса и эволюционно реализуют аспекты снижения трудоемкости и перехода к безлюдной выемке на основе роботизации и автоматизации производственных процессов. Частично данный принцип реализован в качестве эксперимента на шахте Полысаевская, где осуществлен процесс безлюдной выемки совместно с западногерманской компанией «Марко». Следует отметить, что данный принцип в угольной отрасли ассоциируется и связан с понятием «этап проектирования». Под этапом проектирования понимается временной тренд отработки части шахтного поля, за который происходят кардинальные изменения в технологии угледобычи, либо в технических средствах выемки, доставки и переработки угольной продукции.



Рис. 2.7– Основные составляющие системной методологии проектирования отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений



Рис.2.8 – Составляющие модели принятия проектных решений отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений

Исследованиями установлено, что временной интервал данного этапа составляет 15-20 лет и именно эта продолжительность является основополагающей при установлении и назначении оптимального периода (временного горизонта) оптимизации проектных решений.

Принцип прогрессивной эволюции технологической системы угледобычи. Базовый элемент данного принципа заключается в учете составляющей устранения «узких мест» в технологии угледобычи, неизбежно формирующихся с течением времени и проявляющихся в виде реконструкции технологических систем угольных шахт, имеющей целью либо сохранить, либо увеличить объемы производственной мощности с одновременным улучшением технико-экономических показателей. Технологические и экономические элементы проявления этого принципа основываются на логике иерархического исчерпания технологических и функциональных возможностей отдельных подсистем горного производства, реализуемые в виде нескольких соподчиненных циклов (период развития угледобычи, период стабильной работы, период затухания и свертывания угледобычи). Основопологающее условие реализации данного принципа заключается в том, что после исчерпания возможностей любого цикла всегда и во всех случаях более целесообразен переход к более эффективной функциональной структуре. Различные дополнения в виде пересмотра параметров функционирования, изменения потребительских качеств, парадигмы и технологических структур извлечения угольных запасов придают логическую завершенность принципу прогрессивной эволюции, что позволяет его более эффективно использовать при обосновании проектных решений.

Принцип частных закономерностей развития технологической системы угледобычи. Сразу следует отметить, что данный принцип проявляется только в угольной отрасли и связан с ее специфическими особенностями. В качестве их можно отметить возрастание себестоимости добычи с увеличением глубины разработки (сопутствующие факторы: увеличение газоносности, водообильности, горного давления и др.), возрастание негативной составляющей эффективности функционирования

угольной отрасли от логистических схем доставки к конечному потребителю, размещение объектов наземной инфраструктуры в зависимости от топологических особенностей местности и привязки к подземной топологической сети горных выработок, формирование определенного уровня смертности и травматизма от форм организации и управления производством и ряд других. Учет данного принципа при концептуальном проектировании отработки крупномасштабных угольных месторождений на разных уровнях проектирования должен быть направлен на обеспечение достаточного уровня полноты извлечения запасов, рационализацию природопользования, обеспечение комфортных и безопасных условий труда.

Основополагающие принципы обоснования проектных решений технологических систем угольных шахт приведены на рис. 2.9.

4. Тезаурус горных знаний. Правомерность использования этого термина возникает из необходимости систематизировать все структурные понятия и термины горных знаний (лексические единицы) и представить всю эту систему в виде идеографического словаря (семантические отношения (структурные и функциональные)) и набора соответствующих модулей (тезаурус угледобывающих технологий, тезаурус горнодобывающей техники, тезаурус технологий обогащения и переработки угольной продукции и т.д.). Данный тезаурус помогает проектировщику намного быстрее ориентироваться в проблемной области в целом и в рассмотрении отдельных частных проявлений проблем проектирования горнотехнических систем. Несомненно, данный тезаурус наделен сильной функциональной эвристической функцией, так как позволяет проектировщику рассматривать объект проектирования в свете его трансформации в более совершенный с новыми прогностическими функциями, затрачивая на эту процедуру меньше сил и времени по сравнению с традиционными подходами [51]. Тезаурусные составляющие задачи обоснования проектных решений разработки крупномасштабных угольных месторождений приведены на рис. 2.11.

5. Инвариантная система многокритериального выбора проектных решений. Предложенный комплексный подход к концептуальному

проектированию отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений основан на системной стратегии и позволяет задействовать различные комплексы методов моделирования и оптимизации параметров, целью реализации которых является формирование множества альтернативных проектных решений с различными качественными и количественными параметрами, сочетания которых позволяют достигать различных уровней технико-экономической эффективности [52]. Основополагающая цель проектирования в этих условиях состоит в выборе наиболее оптимального варианта. Основой решения данной задачи является модель [53], позволяющая однозначно интерпретировать входные данные различной направленности у объектов проектирования в количественной, качественной, вербальной, семантической, символьной и др. формах. Таким образом, система реализует любой критериальный интерфейс (в условиях определенности, частичной определенности и риска). Система также воспринимает любые виды продуктивных знаний и продукционных правил синтеза проектных решений. Смысловая интерпретация данной системы в эвристическом аспекте содержит следующие составляющие: - оценка полезности каждой альтернативы; - плата за полезность, - принятия решения о возможных компромиссах в соотношении затраты–прибыль–воздействие на окружающую среду. Составляющие процедуры выявления продуктивных знаний и продукционных правил при реализации инвариантной системы многокритериального предпочтения приведены на рис. 2.10. Научно-методическое обеспечение обоснования проектных решений технологических систем угольных шахт с применяемыми и адаптивными методами оптимизации проектных решений и основных параметров технологических систем угольных шахт [54] приведены на рис.2.12, 2.13.



Рис. 2.9– Основополагающие принципы обоснования проектных решений технологических систем угольных шахт



Рис. 2.10 – Составляющие процедуры выявления продуктивных знаний и продукционных правил

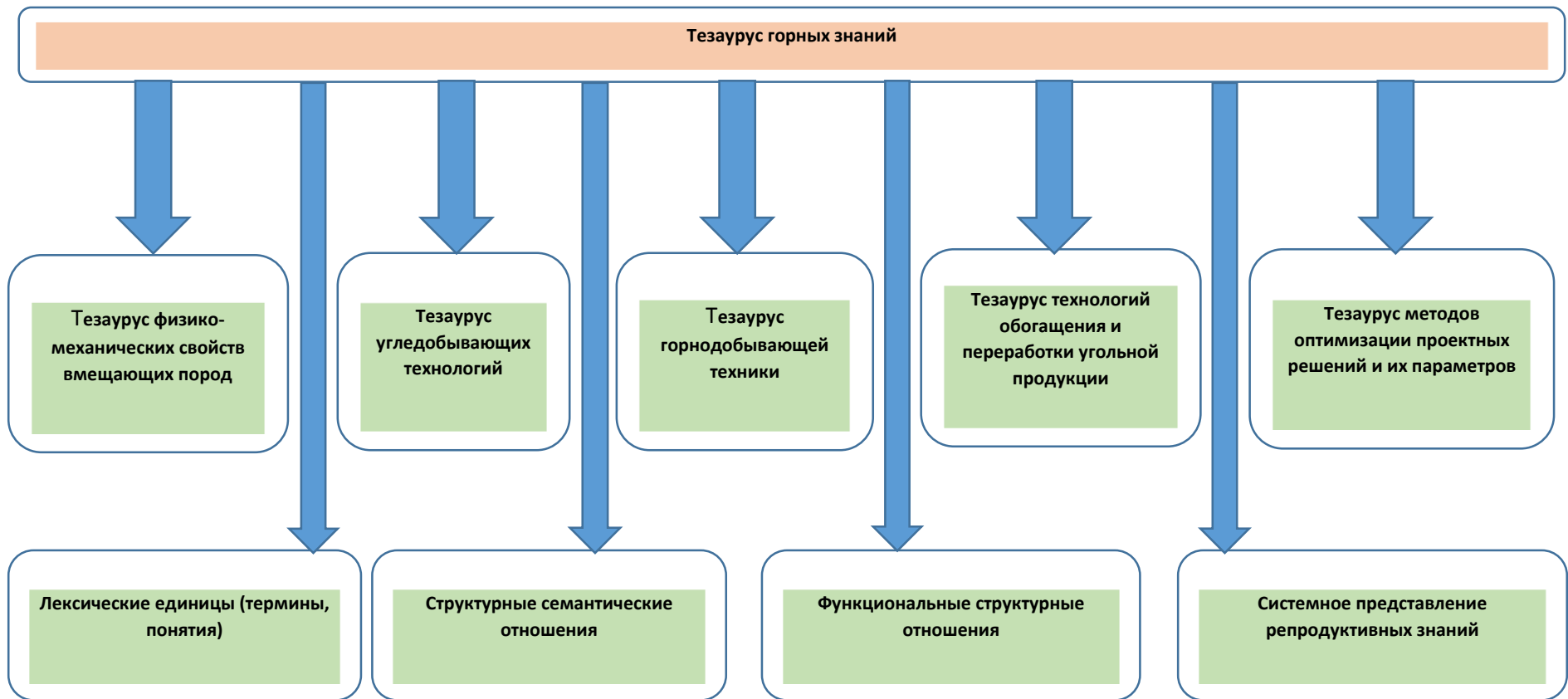


Рис. 2.11 – Тезаурусные составляющие задачи обоснования проектных решений отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений

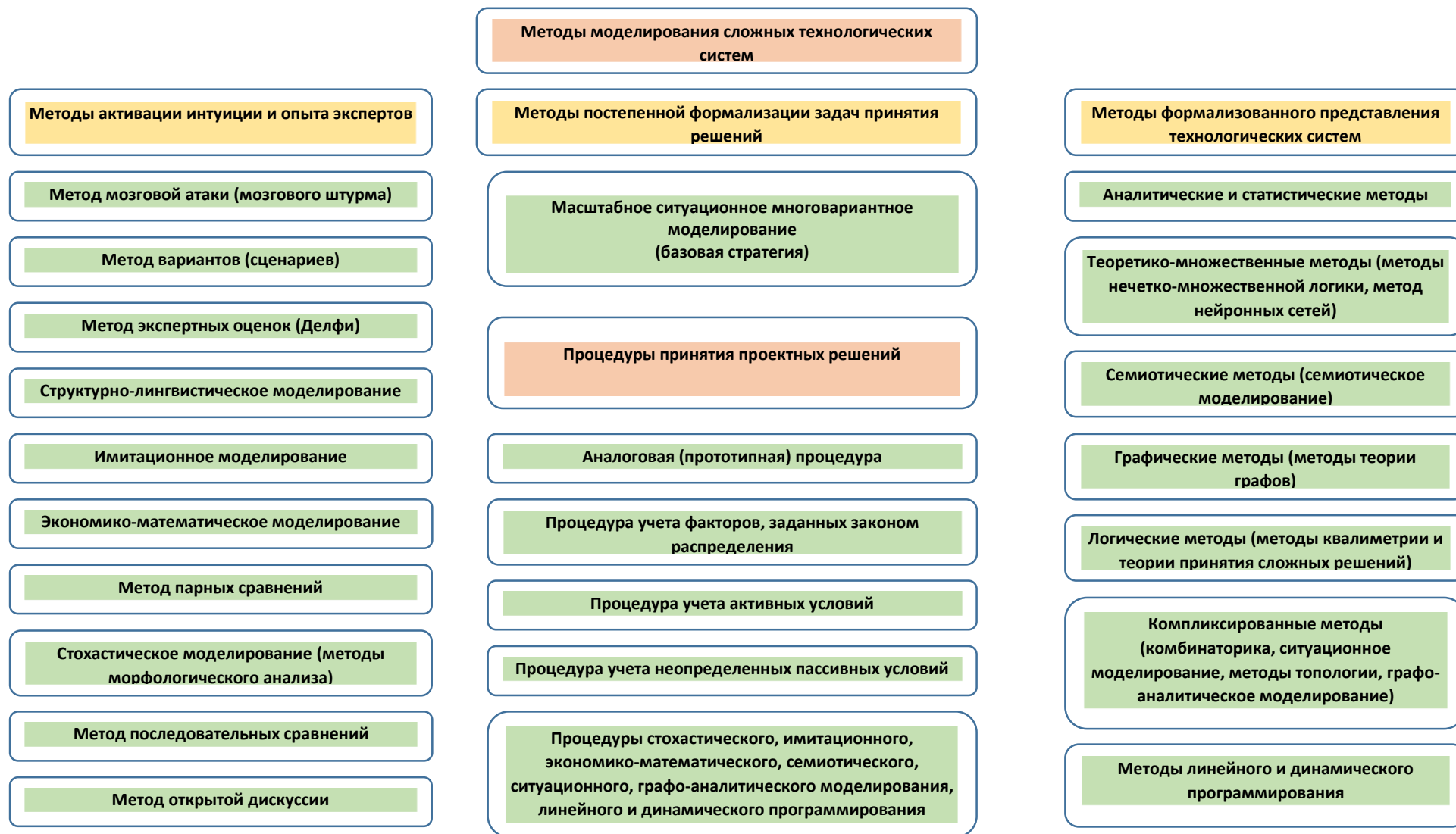


Рис. 2.12 – Научно-методическое обеспечение обоснования проектных решений технологических систем угольных шахт

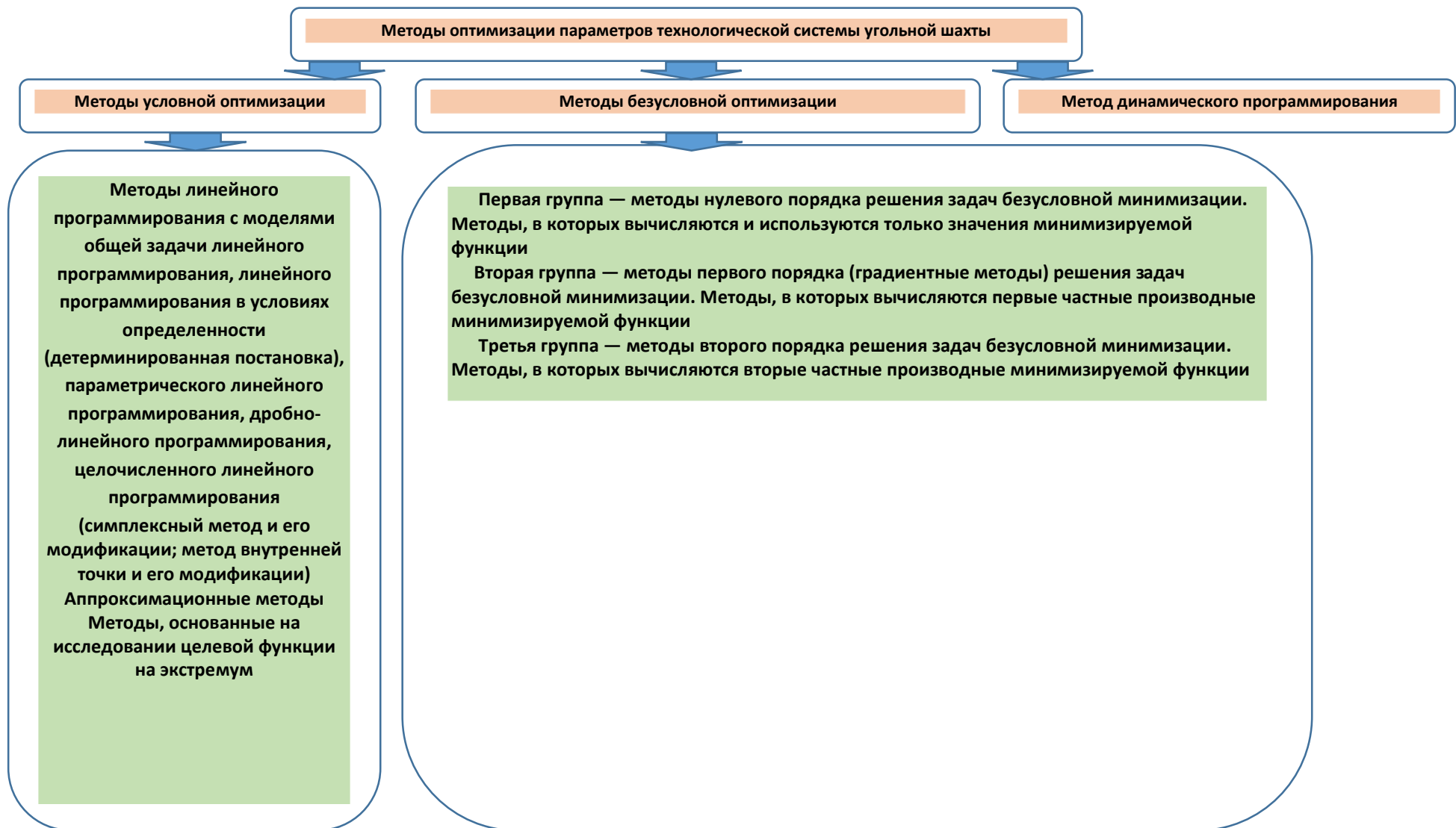


Рис. 2.13 - Применяемые и адаптивные методы оптимизации проектных решений и основных параметров технологических систем угольных шахт

2.3. Обоснование критериев оптимальности выбора технологических систем угольных шахт, наиболее значимых с точки зрения производительности и безопасности ведения подземных горных работ

При обосновании новых проектных решений и их параметров возникает этап верификации, который ассоциируется с выявлением народнохозяйственной значимости угледобывающего предприятия и так называемой платы за эту значимость. Данное утверждение базируется на использовании оценочных критериев, причем с разнонаправленной оптимальностью. **Критерий оптимальности** в базовом понятии является общепринятым средством, который устанавливает степень технологической, технической и экономической целесообразности реализации того или иного проектного решения. В общем случае, применительно к процессу проектирования шахт оптимальность является, безусловно, экономической категорией.

В процессе оптимизации предлагаемых проектных решений на определенном периоде возникает потребность в использовании общего измерителя степени достижения стратегических целей функционирования угледобывающего предприятия, с позиций которого появляется возможность оценить эффективность реализации отдельного проектного решения в любом месте функциональной структуры. В практике проектирования в разное время в качестве основного критерия сравнительной эффективности использовались различные экономические показатели: себестоимость продукции, трудоемкость горных работ, общие затраты (сумма капитальных и эксплуатационных), приведенные суммарные затраты, приведенные затраты с приведением требуемого эффекта от использования капитальных вложений во времени. Стоит отметить, что критерий оптимальности постоянно проходил стадию совершенствования, становясь более содержательным, более точным и объективным. Априори считается, что чем ниже себестоимость добычи, тем предприятие эффективнее, и та же самая тенденция присутствует при увеличении производительности труда. В горной отрасли в качестве критериев

прогрессивности развития техники и технологии в различное время использовались такие показатели, как производительность труда, трудоемкость выполнения основных процессов угледобычи и др. Основным недостатком их использования являлось то, что каждый показатель подмечал только присущую ему особенность оценки, не отождествляя конечную цель оценки в целом. В общем случае все оценочные критерии разбиваются на следующие группы: - функциональные, - технологические, - экономические, - эргономические и экологические.

В настоящий период развития техники и технологии угледобычи для оценки эффективности инвестиционных проектов рекомендуются следующие экономические критерии: - чистый дисконтированный доход, - внутренняя норма доходности, - индекс доходности, - дисконтированный срок освоения капитальных вложений, одобренные UNIDO - Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию. Сегодня на российском рынке существует около десятка компьютерных программ для расчета и сравнительного анализа инвестиционных проектов, как отечественных, так и зарубежных. Среди отечественных можно назвать - "Project Expert" фирмы "ПРО-ИНВЕСТ КОНСАЛТИНГ", "Альт-Инвест" фирмы "Альт" (Санкт-Петербург), среди зарубежных - COMFAR (Computer Model for Feasibility Analysis and Reporting) и PROPSPIN (Project Profile Screening and Pre-appraisal Information system). Структура оценочных критериев эффективности технологических систем угольных шахт и номенклатура критериев устойчивого функционирования и прогрессивного развития технологических систем угольных шахт представлены на рис.2.14, 2.15. Критериальное обеспечение инвариантной системы многокритериального выбора проектных решений в условиях достоверной, частично определенной информации и риска представлено на рис. 2.16 [55-64].

Данное обеспечение отличается конкретной содержательной функцией и использованием, но при этом охватывает все допустимые области обоснования проектных решений и формирует допустимую степень надежности, достоверности и объективности в реальных условиях проектирования.



Рис. 2.14 – Структура оценочных критериев эффективности технологических систем угольных шахт

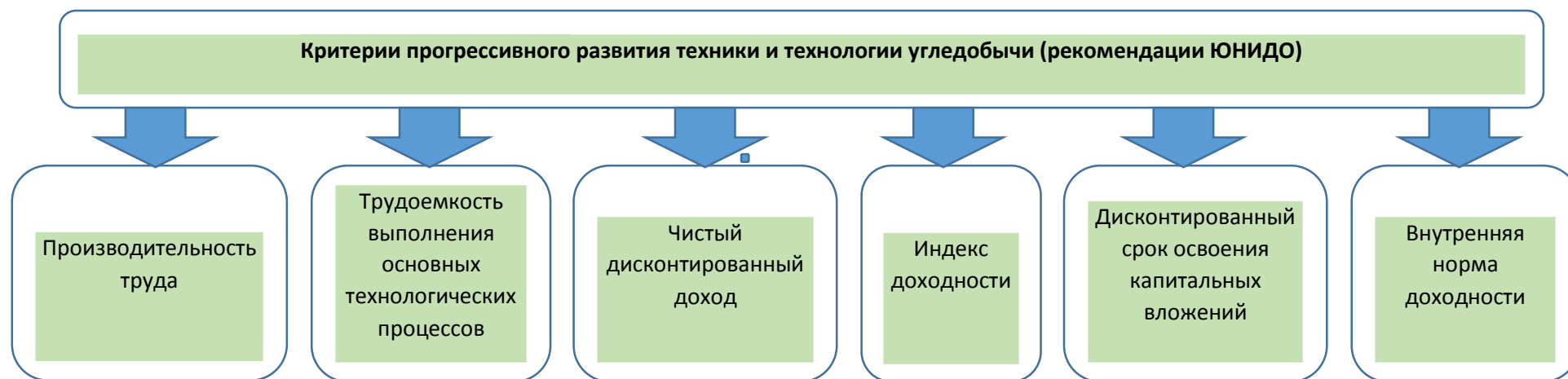


Рис. 2.15 – Номенклатура критериев устойчивого функционирования и прогрессивного развития технологических систем угольных шахт

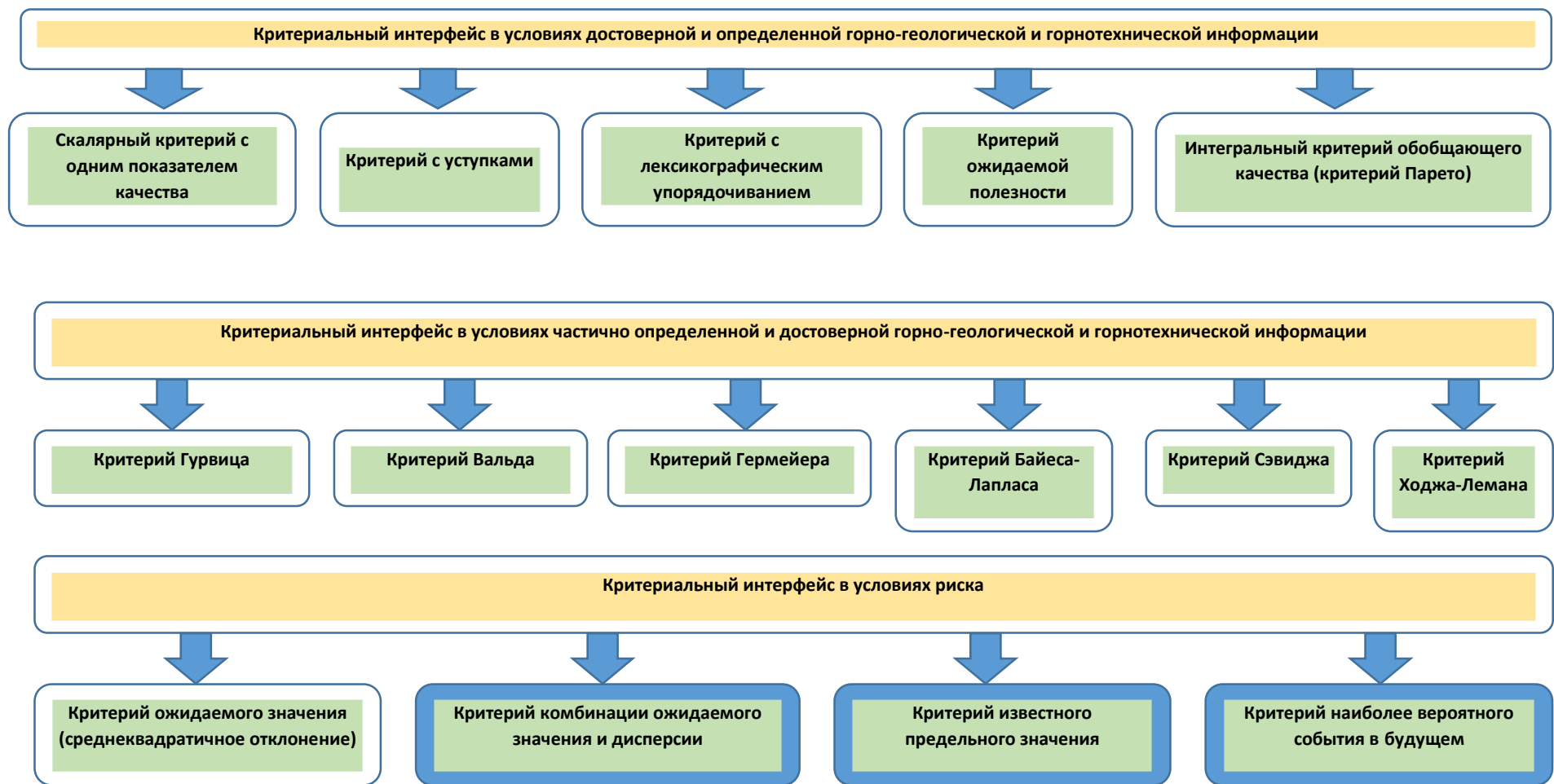


Рис. 2.16– Критериальное обеспечение инвариантной системы многокритериального выбора проектных решений в условиях достоверной, частично определенной информации и в условиях риска

ВЫВОДЫ

1. Анализ существующего научно-методического обеспечения обоснования проектных решений технологических систем угольных шахт выявил, что до недавнего времени основным подходом в проектной деятельности при решении подобного рода проблем являлся метод использования наиболее приближенных по горно-геологическим и горнотехническим параметрам и характеристикам аналогов (прототипов) и метод вариантов. Однако в процессе эксплуатации таких горнотехнических систем нередко случаи, когда использование известных прототипов-аналогов (концептуальных моделей геотехнологий угледобычи и горнодобывающей техники) не дают ожидаемых технико-экономических результатов даже после реализации процедуры оптимизации параметров. В связи с этим возникает необходимость создания новых концептуальных моделей с новыми, более совершенными и эффективными качественными параметрами.

2. За основу комплексного подхода к концептуальному проектированию и принятию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений может быть взята методология масштабного ситуационного моделирования. Концептуальные модели при этом ассоциируются с процедурой эвристической генерации множества альтернативных проектных решений, которая реализуется варьированием значений параметров. Проектная деятельность с использованием данного подхода предполагает формирование всего возможного множества проектных вариантов с узкой пространственной ориентацией (формирование продуктивных областей), наиболее приближенных к оптимальным. Очевидно, что данный подход требует меньших затрат на его реализацию (меньшая энтропия).

3. В процессе оптимизации предлагаемых проектных решений на определенном периоде возникает потребность в использовании общего измерителя степени достижения стратегических целей функционирования угледобывающего предприятия, с позиций которого появляется возможность оценить эффективность реализации отдельного проектного решения в любом месте функциональной структуры (выбор критерия оптимальности).

ГЛАВА 3. ВЫБОР ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ОБОСНОВАНИЕМ ИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ОСВОЕНИЮ ЗАПАСОВ ЭЛЕГЕСТСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

3.1. Комплексная оценка благонадежности запасов и технологичности горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации

Основные проблемные составляющие разработки проекта отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения

1. На данном месторождении отсутствует практический опыт отработки запасов открытым и подземным способом, так как оно находится на первоначальной стадии освоения.

2. У Российских проектных институтов и организаций нет в необходимом объеме опыта проектирования и проектных проработок пространственно-планировочных решений крупных шахт с годовой производственной мощностью 15-20 млн т в год.

3. Отсутствуют методические разработки обоснования многовариантности раскройки шахтных полей во всех возможных вариациях. Передовой мировой опыт проектирования отработки запасов подобных месторождений акцентирует необходимость рассмотрения и принятия к учету всего множества вариантов с оценкой технико-экономической эффективности в соответствии с рекомендациями ЮНИДО с максимизацией производительности и минимизацией потерь.

4. Присутствует определенная степень неопределенности горно-геологической и горнотехнической информации, которая связана с ее «макромасштабом» (без подробной детализации), влияющей на выбор и обоснование основных количественных и качественных параметров угледобывающего предприятия.

5. Для угольного пласта, принятого к первоочередной отработке (Улуг 2.2) мощностью 8.0-9.0 м нет практического подтверждения параметров технологии извлечения запасов с управляемым выпуском подкровельной толщи

(для корректировки этого и подтверждения жизнеспособности технологии потребуется опытный эксплуатационный участок).

6. Ввиду большой протяженности шахтного поля по простиранию и падению аспект нормативной доставки рабочих до мест ведения работ, материалов и оборудования с минимизацией затрат способен обеспечить только колесный транспорт. Исходя из этого, все транспортные магистрали при проектировании пространственно-планировочных решений следует закладывать с углами наклона до 12-14°.

7. Использование углей Элегестского каменноугольного месторождения в качестве элемента бытового топлива в промышленных масштабах неэффективно, так как при его сгорании в качестве остатка образуется густая жирная сажа. Другие направления его использования требуют процесса обогащения, что при таких объемах формирует необходимость проведения определенных проектных проработок по размещению объектов наземной инфраструктуры с минимизацией временных затрат на погрузку концентрата в вагоны.

Ситуационный план и границы горного отвода проектируемого участка разработки представлены на рис.3.1.

Основными общепризнанными горно-геологическими и горнотехническими параметрами, формирующими благонадежность запасов и технологичность их отработки, являются мощность угольного пласта, угол падения, водообильность и газоносность, устойчивость основной и непосредственной кровли, нарушенность запасов, а также геодинамические составляющие, формирующие напряжения в пределах горного отвода. Пласт 2.2 Улуг относительно выдержан по мощности и строению. По единичным пластопересечениям мощность пласта изменяется от 4,0 до 12,3 м при среднем значении 8,0 м. Повышенная мощность пласта имеет место в центральной и восточной частях участка, от 8 до 10-11 м. В западной части участка вдоль выхода пласта под наносы и юго-восточной границы мощность пласта снижается от 8 до 5 м.

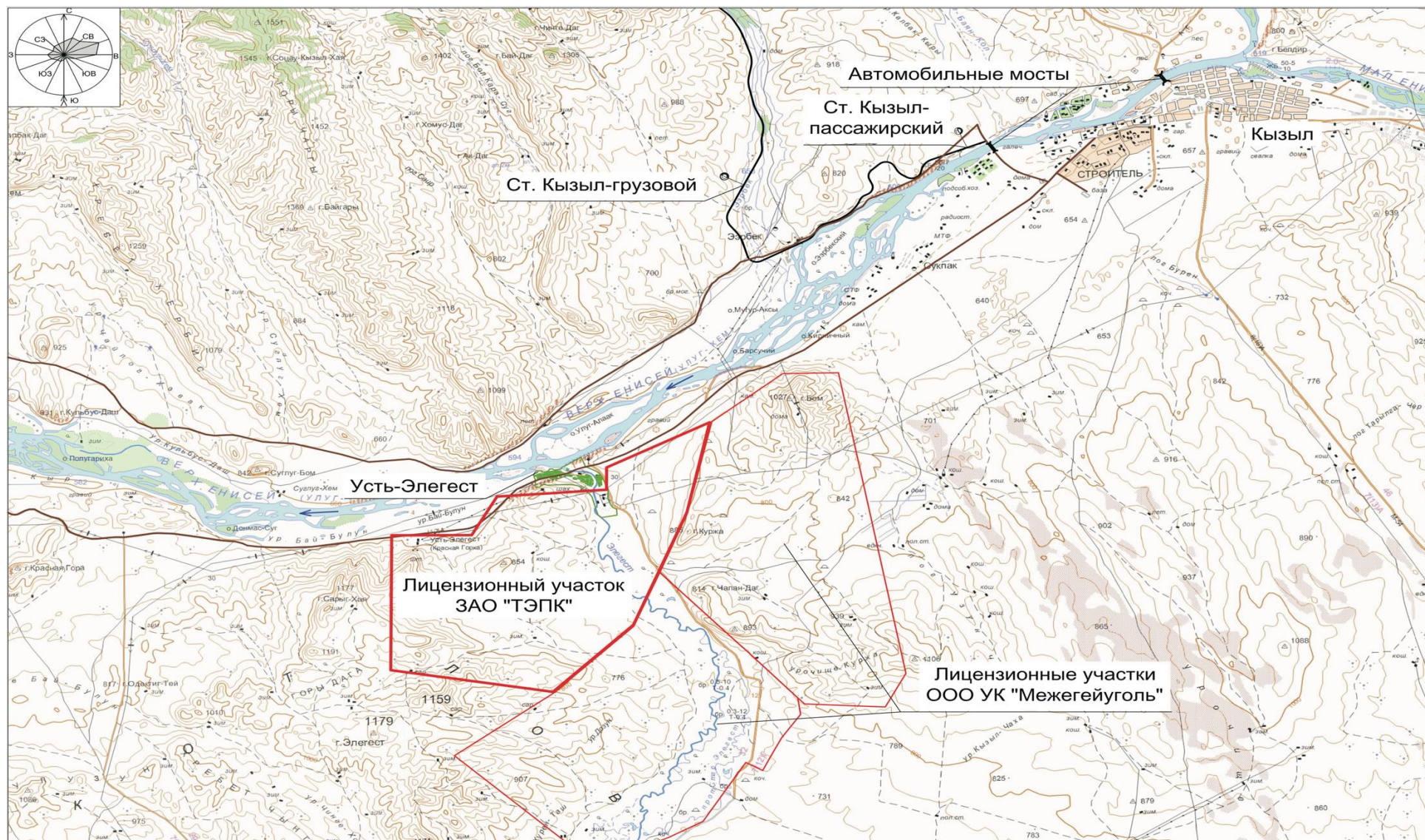


Рис. 3.1 – Ситуационный план и границы горного отвода проектируемого участка разработки

На основной площади западной части мощность пласта составляет 7-8 м. Следует отметить, что в настоящий эволюционный период функционирования угольной отрасли России, наиболее эффективные технические средства и технологические структуры отработки запасов (системы разработки) разработаны для пластов средней мощности. Исходя из этого, выбор определяющей системы разработки и технических средств выемки пласта Улуг 2.2 будет иметь превалирующее значение. Наиболее подходящей для этих условий является технология выемки угля с выпуском подкровельной толщи, но ее апробация на угольных шахтах Российской Федерации носит единичный и ограниченный характер, что формирует определенные трудности для ее адаптации.

Угол падения пласта 2.2 Улуг изменяется от 5 до 26°. Участки пласта со значительными углами падения планируется выделить в отдельные выемочные блоки с уменьшением длины лав.

На Элегестском месторождении имеют место тектонические складки – Элегестская антиклиналь и Красногорская синклиналь. Крылья Элегестской антиклинали пологие, каких-либо существенных осложнений при отработке запасов не ожидается.

В оси Красногорской синклинали имеют место мульдовые зоны, ввиду значительной глубины расположения, высокого горного давления и в случае повышения фактической газоносности пласта относительно прогнозной в оси синклинали можно ожидать повышения опасности горных ударов и внезапных выбросов. Северо-восточное крыло складки у оси синклинали имеет повышенный угол падения – до 26°.

Так как месторождение состоит из двух основных структур: крутопадающей синклинали в центральной части и антиклинали в восточной части, то по крыльям этих структур расположены крутопадающие зоны, которые будут формировать основные негативные тенденции для использования высокопродуктивных технических средств и технологий угледобычи.

Газоносность пласта 2.2 Улуг прогнозируется невысокой - от 0 до 17 м³/т. Имеет место значительное распространение зоны газового выветривания, в основном в западной части участка. В оси синклинали метаноносность изменяется от 5 до 10 м³/т. Повышенная газоносность, более 10 м³/т, наблюдается на крыльях Элегестской антиклинали.

104.4 млн т угля (47% запасов) Западного блока находятся в зоне газового выветривания, причем 69.4 млн т (32% запасов) находятся в зоне метаноносности 5-10 м³/т и 46.6 млн т (21% запасов) в зоне метаноносности более 10 м³/т. На Восточном участке 2.0 млн т (2% запасов) находятся в зоне метаноносности 5-10 м³/т и 96.8 млн т (98% запасов) в зоне метаноносности более 10 м³/т.

Из анализа данных природной метаноносности с увязкой основных законодательных и нормативных актов вытекает, что проведение дегазации необходимо на 98% площади Восточного участка и на 20% площади Западного участка (по предварительным данным ожидается увеличение себестоимости добычи на 12%).

Гидрогеологические условия месторождения ожидаются сложными. Наименьшие притоки воды прогнозируются в западной части участка. В долине р. Элегест и прилегающих площадях прогнозируемые притоки резко возрастают.

На Западном участке суммарный водоприток составляет 190 м³/час (блок 3-1 – 55 м³/час, блок 3-2 – 135 м³/час), а на Восточном – 909 м³/час (Северо-Восточный участок – 335 м³/час, Юго-Восточный участок – 574 м³/час).

Проведение капитальных горных выработок в Восточном блоке исходя из наличия значительного водопритока и их пространственного размещения потребует наличия и реализации специальных мероприятий (проведение с заморозкой вмещающих пород либо кессонным способом). Данное обстоятельство приведет к увеличению капитальных затрат и снижению темпов проходки.

Самые низкие значения выхода летучих веществ имеют угли, залегающие в центральной части Красногорской синклинали, где угли марки 2Ж переходят

в марку КЖ. Уголь близкий по качеству к марке КЖ отмечен также между 30 р.л. и юго-восточной границей участка ниже гор. +300 м. На остальной площади лицензионного участка угли пласта 2.2 Улуг отнесены к марке Ж, группа 2 Ж.

Мощность рыхлых отложений в пределах участка относительно небольшая, в основном изменяется от менее 5 до 10-15 м. И только на относительно небольшом участке в долине р. Элегест мощность рыхлых отложений изменяется от 20 до 90 м.

Уголь пласта Улуг 2.2 отличается низкой прочностью. Минимальный коэффициент крепости угля по шкале проф. Протоdjяконова А.А. составляет 0.2 (2.0 МПа).

Расчеты необходимой несущей способности секций механизированной крепи с учетом физико-механических свойств кровли обозначили величину в 1.1 МПа, при этом давление на почву секции крепи будет составлять около 2.5 МПа. Данные обстоятельства будут формировать негативные тенденции при выемке угля на определенных глубинах (более 300м).

С позиций рельефа земной поверхности, размеров шахтного поля и зон отчуждения, месторождение разделено на три блока (рабочих зоны): Восточный, Центральный и Западный участки (рис.3.2).

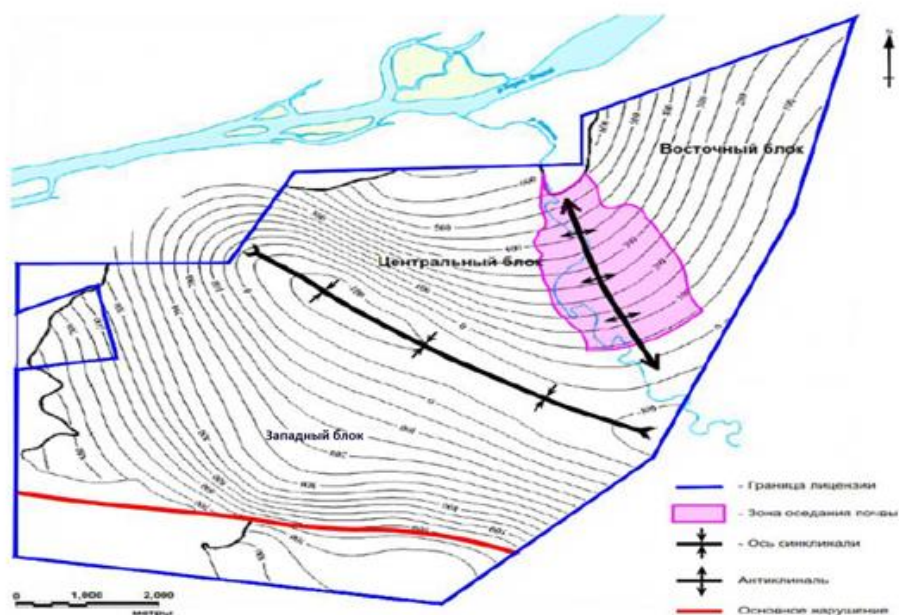


Рис.3.2 – Выемочные блоки (рабочие зоны) Элегестского месторождения

Пространственное распределение данных параметров по площади горного отвода Элегестского каменноугольного месторождения производилось с использованием программных средств и пакетов современных ГИС (SURPAC), рис.3.3 [65].

Основным осложняющим фактором, формирующим высокую степень технологического риска при ведении подземных горных работ является наличие в пределах горного отвода геодинамически активных структур, характеризующихся зонами напряженных горных пород.

Геодинамическое районирование позволяет выполнить прогнозную оценку ожидаемых геодинамических условий отработки пласта Улуг 2.2 с выделением зон возможного повышенного геодинамического риска [66,67,68,69].

Решение данной составляющей задачи заключалось в описании форм геодинамического риска, выявлении геодинамически активных структур на стадиях развития подготовительных и очистных горных работ.

В рамках решаемой задачи использовались следующие направления и методы выявления геодинамически активных структур: метод морфоструктурного анализа с привлечением широкого спектра геоинформационных показателей геологической среды;

- метод реконструкции активных структур по признакам изменчивости подземного строения геологической среды и признакам нестабильного состояния недр;
- анализ космоснимков с выявлением признаков системного строения геологической среды в их светопередаче;
- анализ геодинамической активности известных геологических нарушений и сопряженных им структур шахтного поля;
- типизация установленных геодинамически активных структур и представляемых ими форм геодинамического риска.

Космоснимок и карта рельефа Элегестского каменноугольного месторождения с выделенными линеаментами, отождествляемыми с предполагаемыми зонами геодинамически опасных разломов приведены на

рис.3.4.

Прогнозные карты напряжений σ_x (а) и σ_y (б) в пределах Элегестского каменноугольного месторождения приведены там же. Наиболее высокие напряжения формируются на сопряжении Западного и Центрального блоков. Согласно общему отраслевому опыту, можно предположить, что кровля угольного пласта Улуг 2.2 будет сильно подвержена значительным деформациям при пересечении подготовительных выработок с направлением действия основных горизонтальных напряжений под углом более 20° . Анализ результатов моделирования показал, что определенные трудности в части управления горным давлением для Элегестского каменноугольного месторождения будут представлять мощные и массивные слои песчаника в слагаемой толще первых 100 м перекрывающих пород, так как высока вероятность того, что данные мощные и прочные слои будут периодически залегать над подготовительными выработками.

Следует отметить, что основные горно-геологические и горнотехнические параметры, характеризующие благонадежность запасов и технологичность их отработки, находятся в рамках доверительных интервалов, позволяющих спроектировать высокоэффективное угледобывающее предприятие. Отдельные проявления негативных факторов могут быть снивелированы использованием современных технических средств и технологических структур отработки запасов. Оптимальная стратегия освоения Элегестского каменноугольного месторождения и наращивания объемов производства должна базироваться на обосновании и выборе блока первоочередной отработки с наиболее благоприятными и технологичными условиями отработки запасов. Это позволит апробировать и адаптировать используемые технологические структуры отработки запасов и системы разработки и перенести их на более сложные участки горного отвода.

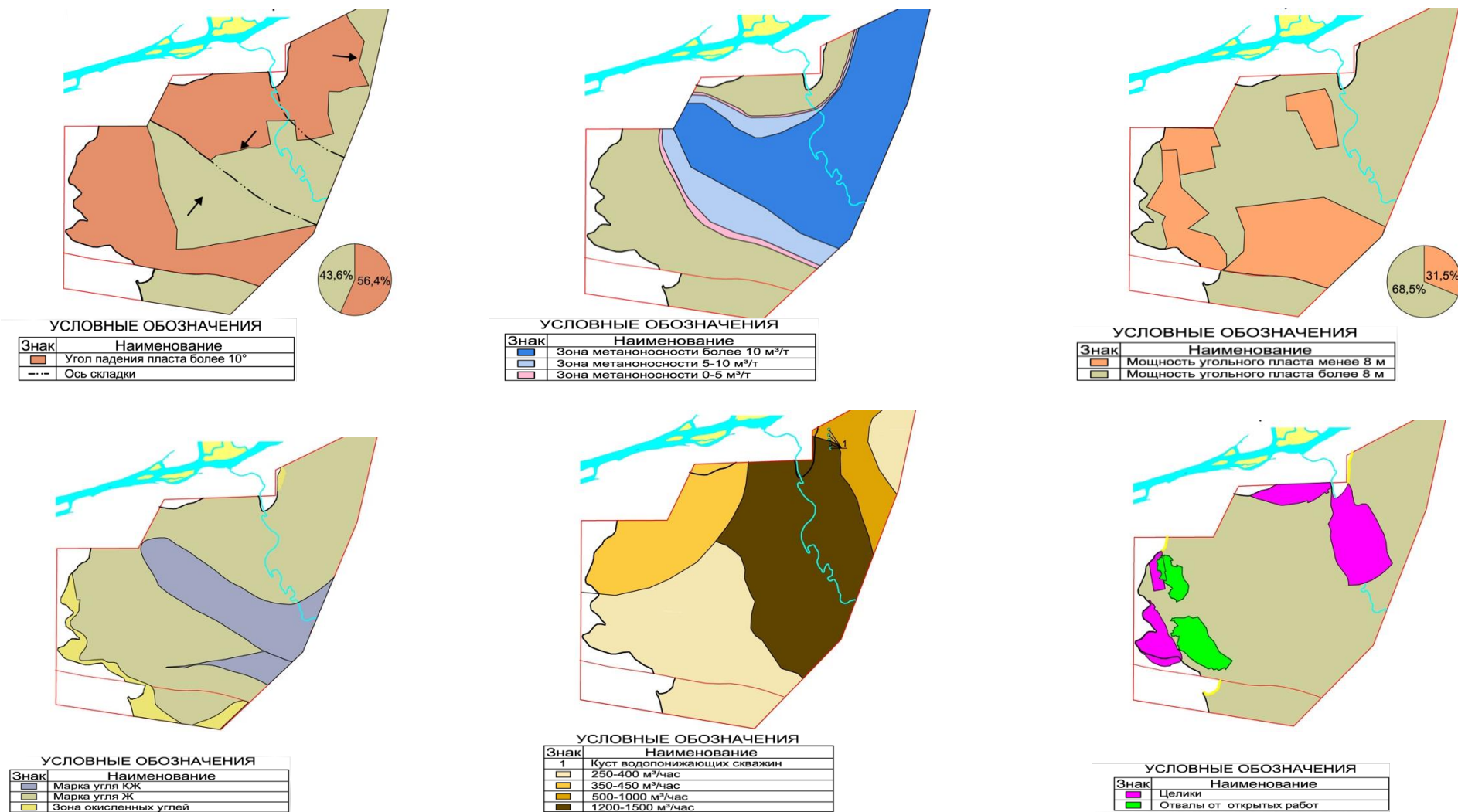


Рис.3.3 – Распределение основных горно-геологических факторов, формирующих благонадежность запасов и технологичность их отработки в пределах горного отвода Элегестского каменноугольного месторождения

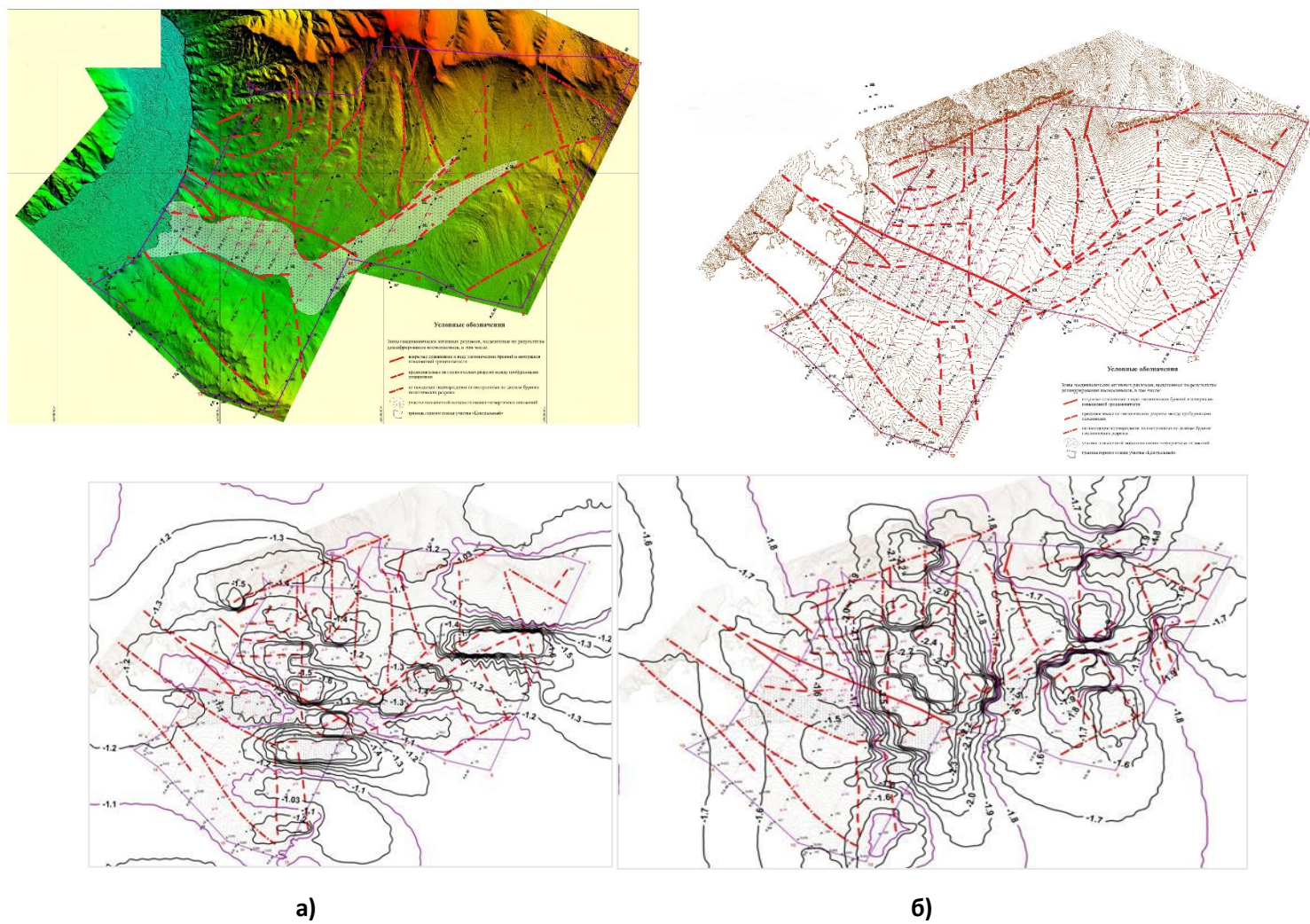


Рис. 3.4 – Космоснимок, карта рельефа Элегестского каменноугольного месторождения с выделенными линеаментами, отождествляемыми с предполагаемыми зонами геодинамически опасных разломов и прогнозные карты напряжений β_x (а) и β_y (б)

3.2. Обоснование производственной мощности угледобывающего предприятия

Одним из значительных и весомых параметров угледобывающего предприятия является производственная мощность, в основе количественного уровня которой лежит обеспеченность кондиционными промышленными запасами, горнодобывающим оборудованием и оптимальными параметрами технологической составляющей ведения горных работ. Задача обоснования уровня оптимальной производственной мощности угольной шахты является одной из наиболее аналитически сложных, так как в этом случае возникает необходимость ориентироваться на фактические данные о запасах и элементах залегания угольных пластов, характеризующихся высокой степенью изменчивости, и как следствие высокой степенью неопределенности, что присуще и Элегестскому месторождению каменных углей.

Вопрос обоснования количественной величины производственной мощности угледобывающего предприятия является первичным и основополагающим во всей цепочке проектных проработок. Обоснование данного параметра, наряду со степенью извлечения основных и попутных георесурсов, регламентировано п.13 «Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых» (утв. Постановлением Правительства РФ от 03.03.2010). Производственная мощность шахты является основным элементом при формировании таких важнейших показателей производственно-хозяйственной деятельности, как себестоимость добычи, рентабельность, фондоемкость и др., фигурируя в основных нормативно-законодательных документах, регламентирующих ведение подземных горных работ. Необоснованно заниженный уровень производственной мощности шахты в проектных проработках не позволяет в процессе эксплуатации вывести угледобывающее предприятие на приемлемый технико-экономический уровень, необходимый для покрытия инвестиционных затрат и получения прибыли. Необоснованно высокий уровень производственной мощности шахты формирует устойчивую

тенденцию длительного неосвоения заложенной проектной мощности, недоиспользования всех составляющих основных фондов угледобывающего предприятия со значительными экономическими отступлениями.

Данные отступления связаны в значительной степени с тем, что производственная мощность шахты оказывает, в первую очередь, первостепенное влияние на такие основополагающие технологические звенья горного производства, как схема вскрытия и подготовки, транспорт-подъем, вентиляция, компоновочные решения технологического комплекса поверхности и т.д.

Наряду с этим приходится констатировать в настоящий период недропользования практически полное отсутствие нормативно-методологической базы процедуры ее обоснованного выбора, увязанной с основными стабилизирующими и разрушающими факторами, формирующими ее количественный уровень. Практически во всех проектах строительства новых угольных шахт, выполненных в последнее время проектными институтами, данный параметр априори задается в техническом задании на проектировании, исходя, в основном, из возможностей горнодобывающей техники, инвестиционных ресурсов и так называемой «точки безубыточности» работы угледобывающего предприятия. Одновременно с этим, следует отметить, что в более чем 30% случаев аналитическая информация 2010-2016гг. ЦКР-ТПИ не подтверждает освоение проектной мощности, а имеющиеся негативные отклонения связаны, в основном, с неполным и комплексным игнорированием учета основных горно-геологических, горнотехнических и организационных факторов, причем первые являются преобладающими.

С учетом вышеизложенного, совершенно очевидно, что при проектировании отработки запасов крупномасштабных месторождений необходимо формировать новые подходы либо адаптировать наиболее прогрессивные элементы разработанной методологии в данной области к обоснованию параметров прогрессивных горнотехнических систем, которые обеспечивают устойчивое функционирование и стратегическую стабильность развития, и в первую очередь, к производственной мощности шахты.

Расширенный и детальный анализ теоретических и практических исследований в области обоснования основных параметров технологических систем угольных шахт показал, что этим вопросом занимались многие выдающиеся ученые, в том числе и корифеи горной науки, такие как проф. Б.И. Бокий, П.З. Звягин, Л.Д. Шевяков, А.С. Попов и др. [70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77]. Разработанные ими основные составляющие методологии легли в основу дальнейших крупномасштабных исследований по оптимизации производственной мощности шахты (М.И. Агошков, Н.Г. Капустин, А.С. Кузнецов, А.М. Курносов, А.И. Митейко, А.В. Стариков, Г.А. Стрекочинский, А.А. Ордин [78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85].

Основополагающее корректирование методов оптимизации производственной мощности шахты в современных условиях недропользования связано с такими учеными, как А.С. Малкин, В.Н. Вылегжанин, М.И. Устинов, Э.И. Гойцман, В.В. Агафонов [86, 87, 88, 89, 90].

Заложив в основу принятия проектных решений количественную величину производственной мощности угледобывающего предприятия, предопределяющей основные инвестиционные издержки и значительные экономические последствия, оказывающие основополагающее влияние на весь дальнейший жизненный цикл, целесообразно решение данной задачи оценить с различных и, безусловно, с привлечением и использованием различных критериев оптимальности целевых функций принятия решений. Решающее правило принятия решений базируется в этом случае на следующем постулате:

- реализация разных методологических подходов дает одинаковый или достаточно близкий результат (в рамках 10% отличия) - (идеальный вариант),
- решения достаточно сильно отличаются друг от друга (более 10%), - в этом случае следует ориентироваться на изыскание, обоснование и реализацию дополнительных процедур принятия решений.

С учетом данного постулата и ранее проведенных исследований (проф. Малкин А.С., проф. Агафонов В.В.) в данной работе предлагается следующий методический подход, смысловая интерпретация которого иллюстрируется рис. 3.5 [91]. Следует констатировать, что на основе существующих методических

подходов можно с достаточной степенью объективности обосновать максимальный уровень производственной мощности по возможностям горнодобывающей техники и ее минимальный уровень с точки зрения безубыточности функционирования (первый квартиль, рис.3.5), однако для крупномасштабных угольных месторождений, характеризующихся высоким риском отработки запасов в силу существующего по объективным причинам уровня неопределенности горно-геологической и горнотехнической информации (третий квартиль, рис.3.5), данный подход является неприемлемым. Ущерб от неверно принятого количественного значения данного параметра может исчисляться сотнями миллионами рублей.

При реализации данного подхода достаточный уровень объективности задействованной процедуры обоснования рациональной производственной мощности шахты в условиях частичной неопределенности горно-геологической и горнотехнической информации в условиях принятия решений при риске обеспечивается за счет совместного применения с должной степенью корректности в качестве базовой аналитической формулы проф. Малкина А.С. (второй квартиль – детерминированная постановка), минимаксного критерия Сэвиджа (третий квартиль – вероятностная постановка) и коэффициента корректировки (четвертый квартиль, проф. Агафонов В.В.), учитывающих риск принятия неправильных решений, связанного со степенью неопределенности исходной информации. Сформирована методика обоснования и расчета количественного уровня рациональной производственной мощности шахты с учетом всех составляющих, формирующих неоднозначность и частичную неопределенность горно-геологической информации. Принятие решений в условиях риска в детерминированной и вероятностной постановках в этом случае производится с должным и адекватным отражением в используемой аналитической модели влияния основополагающих горно-геологических характеристик и параметров с учетом технологического и технического оснащения ведения очистных работ с известной долей неопределенности и неоднозначности исходных данных.

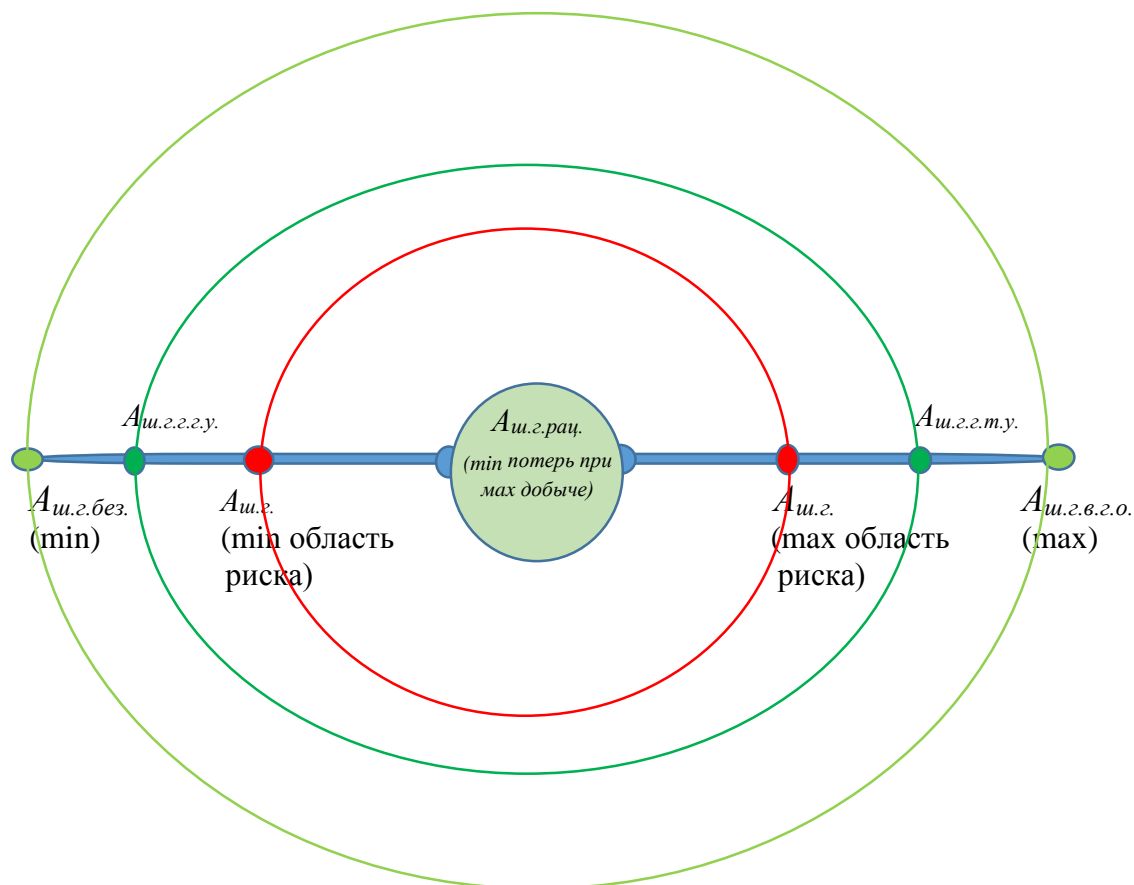


Рис.3.5 – Медиана и квантили областей реализации алгоритмов обоснования и расчета количественной величины производственной мощности шахты

Совершенно очевидно, что каждый последующий квартиль достаточно ощутимо сужает область принятия решений с одновременным повышением уровня надежности, объективности и обоснованности количественной величины производственной мощности шахты, а последний квартиль позволяет сузить это пространство до оптимальной области Парето [92] (конечная оптимальность по Парето или Слейнеру). Все это реализуется при одновременном учете положительных аспектов каждого предыдущего квартиля, что минимизирует риск принятия неправильных решений. Блок-схемы алгоритмов, реализующих данные постановки приведены на рис. 3.6, 3.7.

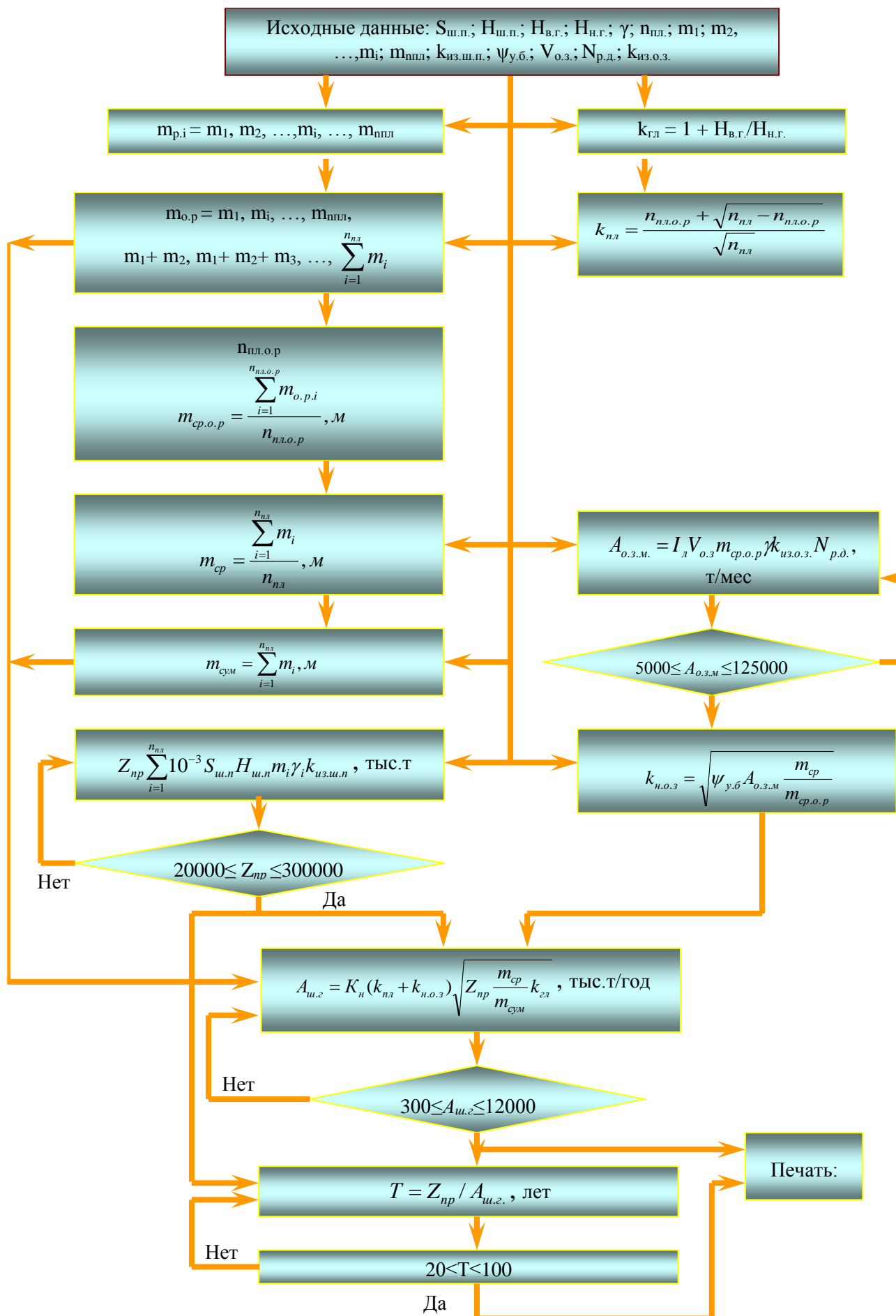
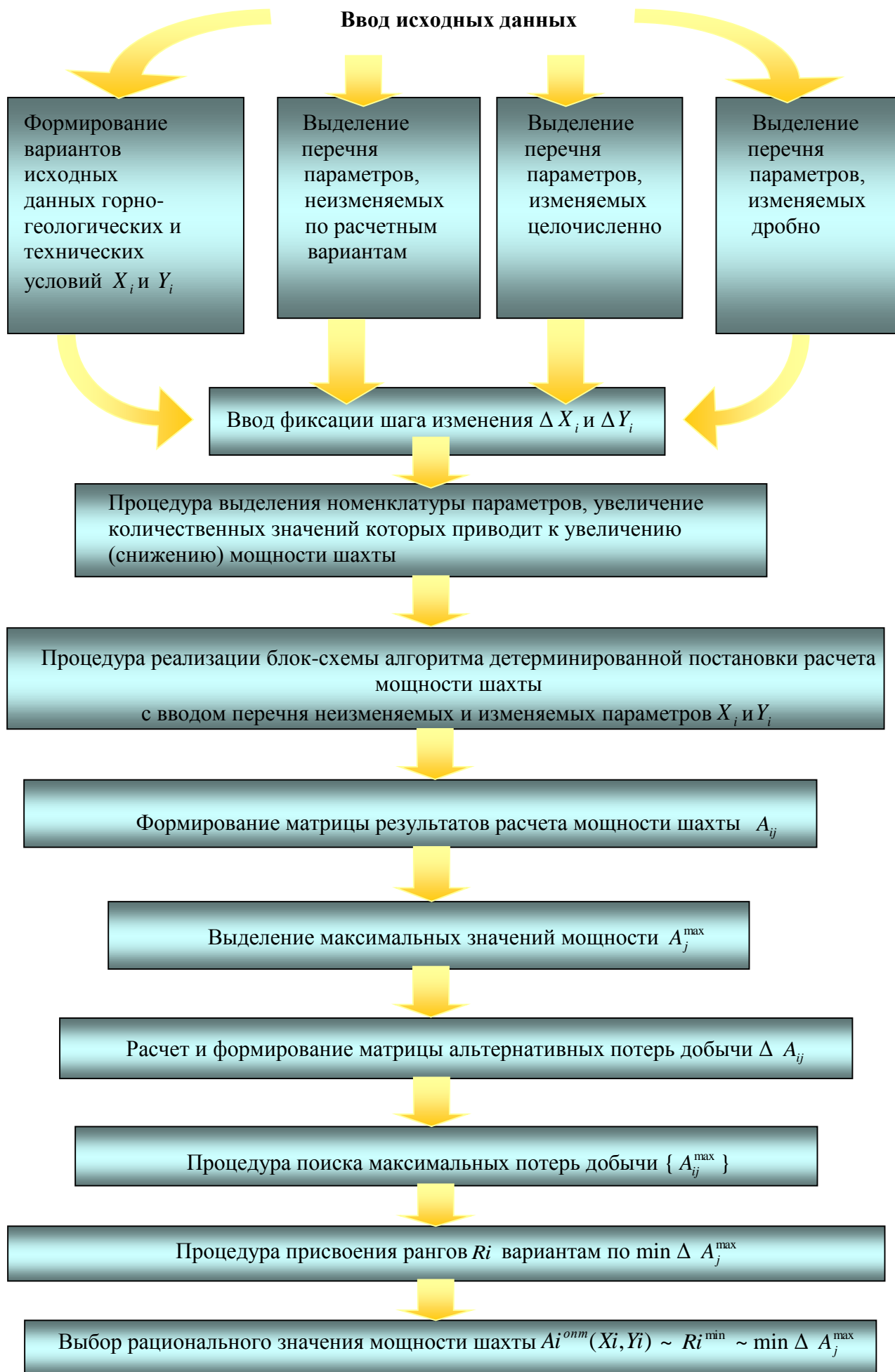


Рис. 3.6 - Блок-схема алгоритма №1 расчета проектной мощности шахты



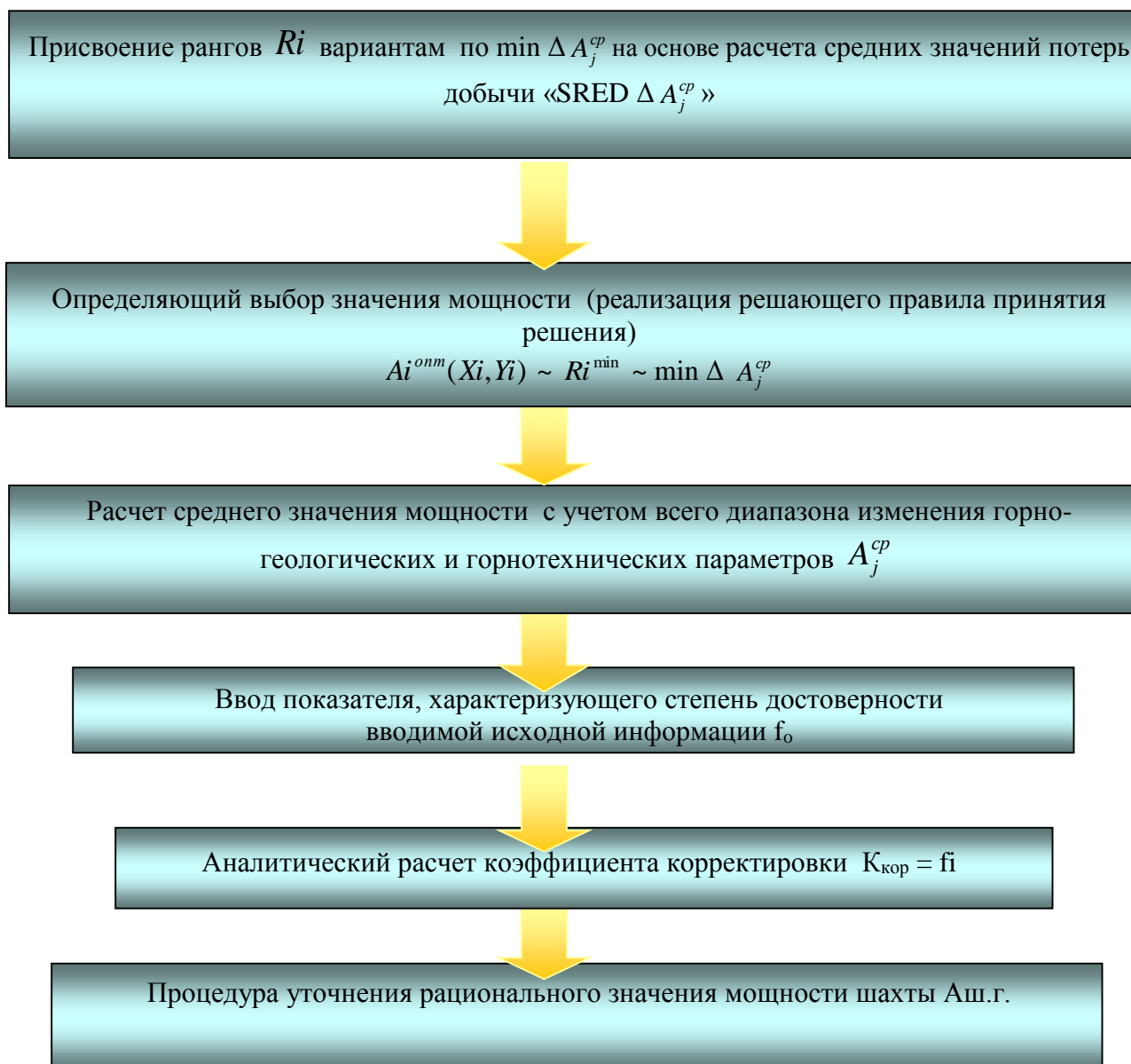


Рис.3.7 - Блок-схема алгоритма №2 расчета проектной мощности шахты в вероятностной (динамической) постановке

Элементы математической модели приведены в таблице 3.1.

Анализируя отечественные и зарубежные исследования в данной области оптимизации решений можно отметить, что в данной ситуации самым рациональным является принцип “минимальных максимумов”, что соответствует минимизации отрицательных последствий ошибочных (из-за неполного знания горно-геологических, горнотехнических и технологических условий работы будущей шахты) решений при достижении максимального уровня добычи [93].

Таблица 3.1- Элементы математической модели

Исходные данные для расчетов	
Параметр	Описание
K_n	- надежность функциональной структуры шахты: подсистемы «очистной забой» - подсистемы «подземный транспорт» – подсистемы «подъем» – подсистемы «поверхность шахты»
$= 0,8 \div 0,9$	- при реализации блоковой отработки запасов шахтного поля, использовании панельной (погоризонтной) схемы подготовки, подъема по вертикальным стволам
$= 0,75 \div 0,85$	- при реализации индивидуальной отработки запасов шахтного поля, использовании панельной схемы подготовки, подъема по вертикальным стволам;
$= 0,7 \div 0,8$	- при реализации индивидуальной отработки запасов шахтного поля, использовании панельной (погоризонтной) схемы подготовки, подъема по наклонным стволам, использовании фланговой схемы проветривания
$= 0,6 \div 0,75$	- при реализации индивидуальной отработки запасов шахтного поля, использовании этажной схемы подготовки, подъема по вертикальным стволам
$P_{пл}$	- число одновременно обрабатываемых пластов
$P_{пл.о.р.}$	- число пластов в пределах шахтного поля
$K_{уст.кр.}$	- коэффициент устойчивости кровли:
$= 0,06$	- при наличии неустойчивой кровли;
$= 0,08$	- при наличии среднеустойчивой кровли;
$= 0,10$	- при наличии устойчивой кровли.
$K_{кр.пч.}$	- коэффициент крепости почвы:
$0,01$	- крепость почвы $f = 4$;
$0,015$	- крепость почвы $f = 5 \div 6$;
$0,02$	- крепость почвы $f = 7$.
$K_{нар.}$	$K_{нар.} = Z_{нар.} / Z_{пр.}$ - коэффициент нарушенности запасов;
$0,1 \div 0,5$	$Z_{нар.}$ - объем нарушенных запасов в пределах шахтного поля, тыс.т.
$K_d = 0 \div 0,6$	- коэффициент дегазации пластов
X_{ch4}	Продуктивная газоносность угольных пластов, m^3/t
q_{ch4}	- относительная газообильность, присущая шахтам
	данного региона, m^3/t

$A_{o.z.m.}$	<p>- нагрузка на очистной забой при учете средней мощности одновременно разрабатываемых пластов, т/мес.</p> $= l_l * m_{cp.o.p.} * V_{o.z.c.} * \gamma * K_{из.с.р.} * N_{р.д.},$ <p>где l_l - длина лавы, м; $V_{o.z.c.}$ - суточное подвигание очистного забоя, м; γ - плотность угля, т/м³; $K_{из.с.р.}$ - коэффициент извлечения угля с учетом применяемой системы разработки $K_{из.с.р.} = 0,9 \div 0,98$; $N_{р.д.}$ - число рабочих дней в месяце.</p>
$m_{cp.}$	<p>- средняя мощность угольных пластов, залегающих в шахтном поле, м</p> $m_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n_{cp}} m_i}{n_{cp}},$ <p>где m_i - мощность i-того пласта</p>
$m_{cp.o.p.}$	<p>-средняя мощность одновременно разрабатываемых пластов в шахтном поле, м</p> $m_{cp.o.p.} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n_{пл.o.p.}} m_i}{n_{пл.o.p.}}$
$Z_{пр.}$	- общий объем промышленных запасов, тыс. т
$M_{o.p.}$	- суммарная мощность всех одновременно разрабатываемых пластов, м.
$M_{сум.}$	- суммарная мощность всех пластов, м
$H_{в.г.}$	- глубинная отметка верхней границы шахтного поля, м
$H_{н.г.}$	- глубинная отметка нижней границы шахтного поля, м

Данный принцип реализует процедуру построения и анализа матрицы альтернативных потерь (критерий Сэвиджа). Последняя процедура сужения области принятия рациональных (оптимальных) значений производственной мощности шахты связана с учетом различной степени вероятности всех представленных в матрице альтернативных потерь Сэвиджа значений мощности, для чего в ее целевую функцию вводится коэффициент корректировки [94], который в однозначной трактовке сформирует оптимальную область компромиссных решений Парето и однозначно

определил оптимальное значение количественной величины производственной мощности шахты.

При этом с наибольшей степенью вероятности оптимальным окончательным вариантом будет считаться тот, который формирует максимальное значение произведения величины мощности шахты на коэффициент корректировки.

Составными ключевыми элементами коэффициента корректировки являются следующие:

- f_0 – коэффициент, учитывающий исходную начальную вероятность, отражает степень достоверности исходной горно-геологической и горнотехнической информации,

- Δ_j – шаг изменения j -го параметра, характеризует степень неоднозначности (неопределенности) исходной информации,

- $h_{изм}$ – общее количество изменяющихся параметров в i -ом варианте,

- $h_{общ}$ – общее количество горно-геологических и горнотехнических характеристик и параметров.

Определение количественной величины коэффициента корректировки производится на базе задействования динамических моделей регрессии на базе отчетных статистических данных угольных шахт анализируемого региона.

Для определения параметров эмпирической формулы (уравнения) привлекается метод наименьших квадратов, который позволяет проследить изменение коэффициентов регрессии во времени и учесть это изменение при расчете прогноза.

Результаты расчетов, выполненных с учетом этих ограничений по аналитической формуле в детерминированной постановке, а также с использованием критерия Сэвиджа в динамической или вероятностной постановке с учетом существующего параметрического ряда мощностей угольных шахт, расчетного срока службы угледобывающего предприятия и уровня нагрузки на очистной забой в 15000 тонн/сут для пласта Улуг 2.2 (при учете факта использования импортного горнодобывающего оборудования) представлены в таблицах 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 [95].

Таблица 3.2 – Матрица исходных независимых горно-геологических характеристик и параметров

Варианты множеств горно-геологических характеристик	Значения независимых характеристик горно-геологических условий Y_i											
	m_1	m_2	m_3	$k_{уст.кр.}$	$k_{кр.пч.}$	X_{CH_4}	$k_{нар.}$	q_{CH_4}	$Z_{пр}$	$H_{в.г.}$	$H_{н.г.}$	$k_{газ}$
Y_1	6,40	1,44	0	0,030	0,02	4,00	0,10	2,40	192000	12	480	0,833
Y_2	6,80	1,53	0	0,032	0,017	4,25	0,102	2,55	224000	14	560	0,833
Y_3	7,20	1,62	0	0,034	0,018	4,50	0,108	2,7	256000	16	640	0,833
Y_4	7,60	1,71	0	0,036	0,019	4,75	0,114	2,85	288000	18	720	0,833
Y_5	8,00	1,80	0	0,038	0,02	5,00	0,12	3,00	320000	20	800	0,833
Y_6	8,40	1,89	0	0,040	0,022	5,50	0,132	3,15	352000	22	880	0,873
Y_7	8,80	1,98	0	0,042	0,023	5,75	0,144	3,3	384000	24	960	0,871
Y_8	9,20	2,07	0	0,042	0,024	6,00	0,156	3,45	416000	26	1040	0,870
Y_9	9,60	2,16	0	0,044	0,025	6,25	0,168	3,6	448000	28	1120	0,868
Y_{10}	10,00	2,25	0	0,046	0,026	6,50	0,18	3,75	480000	30	1200	0,867
Y_{11}	10,40	2,34	0	0,046	0,028	7,00	0,19	3,90	512000	32	1280	0,897

Таблица 3.3 - Матрица исходных горнотехнических параметров и зависимых горно-геологических характеристик

Варианты множеств горнотехнических параметров	Значения горнотехнических параметров и зависимых горно-геологических характеристик X_i												
	K_H	$n_{пл}$	$n_{пл.ор}$	$m_{сум.}$	$m_{ср.}$	$m_{ср.ор.}$	$m_{ор.}$	k_d	$A_{о.з.}$	$\Psi_{у.б.}$	$k_{н.оз.}$	$k_{пл.}$	$k_{гл.}$
X_1	0,9	2	1	7,85	3,92	6,4	6,40	0,2	240192	0,00025211	6,093221	1,414	1,025
X_2	0,8	2	1	8,34	4,17	6,8	6,80	0,1	255204	0,00028372	6,662943	1,414	1,025
X_3	0,8	2	1	8,83	4,41	7,2	7,20	0,2	270216	0,0003171	7,248185	1,414	1,025
X_4	0,8	2	1	9,32	4,66	7,6	7,60	0,3	285228	0,00035223	7,848395	1,414	1,025
X_5	0,7	2	1	9,81	4,91	8,0	8,00	0,4	300240	0,00038908	8,46306	1,414	1,025
X_6	0,7	2	1	10,30	5,15	8,4	8,40	0,5	315252	0,0004378	9,199036	1,414	1,025
X_7	0,8	2	1	10,79	5,40	8,8	8,80	0,6	330264	0,00047707	9,828716	1,414	1,025
X_8	0,6	2	1	11,28	5,64	9,20	9,20	0,7	345276	0,00049527	10,23949	1,414	1,025
X_9	0,6	2	1	11,77	5,89	9,6	9,60	0,6	360288	0,00053658	10,88718	1,414	1,025
X_{10}	0,7	2	1	12,26	6,13	10,0	10,00	0,5	375300	0,00057928	11,54541	1,414	1,025
X_{11}	0,6	2	1	12,75	6,38	10,40	10,40	0,8	390312	0,00061617	12,1431	1,414	1,025

Таблица 3.4 – Матрица расчетных значений производственной мощности

Комплексы горнотехнических параметров и зависимых горно- геологических характеристик	Значения функций A_{ij} т/год при комплексах независимых характеристик горно-геологических условий Y_j										
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}	Y_{11}
X_1	2707	2924	1507	3315	3494	3665	3828	3984	4135	4280	4420
X_2	2589	2796	2989	1225	3342	3505	1211	3810	3954	4093	4227
X_3	2776	2999	3206	3400	3584	3759	3926	4086	4241	4390	4534
X_4	2969	3206	3428	3636	3832	4019	4198	4370	4535	4694	4848
X_5	2770	2992	3198	3392	3576	3750	3917	4077	4231	4380	4523
X_6	2976	3215	3437	3645	3842	4030	4209	4381	4546	4706	4860
X_7	3603	3892	4161	4413	4652	4879	5096	5304	5504	5697	5884
X_8	2801	3026	3235	3431	3616	1356	3961	4123	4279	1506	4574
X_9	2957	3817	3414	3621	3817	4004	4182	4352	4517	4675	4829
X_{10}	3634	3925	4196	4451	4692	4921	5140	5349	5551	5746	5935
X_{11}	3259	3520	3763	3991	4207	4412	4609	4797	4978	5152	5321
$A_{ш.г. max}(X_i \ Y_j)$	3634	3925	4196	4451	4692	4921	5140	5349	5551	5746	5935

Таблица 3.5 – Матрица альтернативных потерь Сэвиджа

$X_i Y_i$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}	Y_{11}
X_1	927	1002	2690	1136	1197	1256	1312	1365	1417	1466	1514
X_2	1046	1129	1207	3226	1350	1416	3929	1539	1597	1653	1707
X_3	858	927	991	1051	1108	1162	1213	1263	1311	1357	1401
X_4	666	719	769	815	859	901	941	980	1017	1053	1087
X_5	864	934	998	1059	1116	1170	1222	1272	1320	1367	1412
X_6	658	711	760	806	849	891	931	969	1005	1040	1074
X_7	31	33	36	38	40	42	44	46	47	49	51
X_8	833	900	962	1020	1075	3565	1178	1226	1273	4240	1360
X_9	677	108	782	830	875	917	958	997	1035	1071	1106
X_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{11}	376	406	434	460	485	508	531	553	574	594	613

Продолжение таблицы 3.5

Max $\Delta A_{ш.г.}$	R~(minmax $\Delta A_{ш.г.}$)	Sredn $\Delta A_{ш.г.}$ ср	R~(minsredn $\Delta A_{ш.г.}$)	Количество очистных забоев	Коэффициент корректировки производственной мощности	Оптимальное значение производственной мощности, тыс.т
2690	9	1389,28	9	4	0,75	13260,6
3929	10	1799,97	11	4	0,75	12681,7
1401	7	1149,18	7	4	0,75	13600,6
1087	5	891,54	6	4	0,75	14542,9
1412	8	1157,67	8	4	0,75	13569,5
1074	4	881,25	5	4	0,75	14580,6
51	2	41,52	2	4	0,75	17652,2
4240	11	1602,99	10	4	0,75	13722,8
1106	6	850,56	4	4	0,75	14485,5
0	1	0,00	1	4	0,75	17804,1
613	3	502,93	3	4	0,75	15964,4

Таким образом, производственная мощность ГОКа при отработке запасов Элегестского каменноугольного месторождения принята на уровне 17.8 млн т в год в горной массе.

Таблица 3.6 - Производственная мощность ГОК

№ пп	Нагрузка на очистной забой, т/сут	Производственная мощность ГОК, млн т/год (детерминированная постановка)	Производственная мощность ГОК, приведенная в соответствии с параметрическим рядом, млн т/год	Производственная мощность ГОК, млн т/год (вероятностная постановка, коэффициент корректировки)
1	2	3	4	5
1	15000	18.768	17.5	17,804

Устойчивая и стабильная работа угольной шахты должна обеспечиваться корректной дифференциацией запасов угля на базе оценки благонадежности запасов и технологичности условий эксплуатации. Это обусловлено использованием высокопроизводительного и капиталоемкого импортного горнодобывающего оборудования нового технического уровня. Необоснованный выбор основных параметров выемочных столбов при этом приводит к значительным экономическим потерям и нерациональному использованию моторесурса дорогостоящего очистного оборудования.

Как показали многочисленные исследования, наибольшее влияние на устойчивость функционирования технологической системы шахты оказывает уровень нагрузки на очистной забой, который в свою очередь, формирует уровень производственной мощности предприятия, - в этом случае устойчивость оценивается через уровень освоения производственной мощности. Под коэффициентом устойчивости в этом случае понимается отношение фактической производственной мощности к плановому заданию.

В связи с этим целесообразно сформировать и исследовать многофакторную модель устойчивости функционирования угольной шахты на базе регрессионного анализа (зависимости коэффициента устойчивости от мощности угольного пласта Улуг 2.2, угла падения, глубины разработки,

водообильности, метанообильности, нарушенности запасов, обрушаемости непосредственной кровли). Эффективно управляя этим параметром через уровень нагрузки на очистной забой (суточный, месячный, годовой), можно выйти на режим устойчивого освоения производственной мощности и программы развития горного производства в целом.

Анализ результатов реализации программного модуля из библиотеки прикладных программ регрессионного анализа показал, что многофакторная модель регрессионного анализа с линейной зависимостью оказалась наиболее статистически значимой и имеет вид

$$K_{уст} = 0.7447 + 0,01320m + 0.0057637N_{обр} - 0,02938L - 0,0003655H - 0,000326W - 0,002406q - 0,006657K_n \quad (3.1)$$

$$R=0,7629; R^2 = 0,5856; S= 0,1343; F= 19,87$$

Дифференцированное влияние факторов-аргументов на исследуемую функцию оценивалось с использованием коэффициентов эластичности и уравнений «чистой регрессии».

Сформированная многофакторная модель на базе регрессионного анализа позволила выявить следующие закономерности устойчивости функционирования угольной шахты, представленные на рис.3.8. Следует отметить позитивное воздействие на коэффициент устойчивости лишь мощности угольного пласта и индекса обрушаемости непосредственной кровли через уровень нагрузки на очистной забой, а угол падения, глубина ведения горных работ, водообильность, метанообильность, нарушенность запасов вносят негативные составляющие в устойчивость функционирования технологической системы шахты. Нивелировать негативное воздействие этих факторов можно динамическим резервированием линии очистных запасов, оптимальной длиной лавы с целью уменьшения количества монтажно-демонтажных циклов очистного оборудования, оптимальным соотношением ведения очистных и подготовительных работ, внедрением технологических карт (картографированием) отработки запасов выемочных участков и техническим перевооружением.

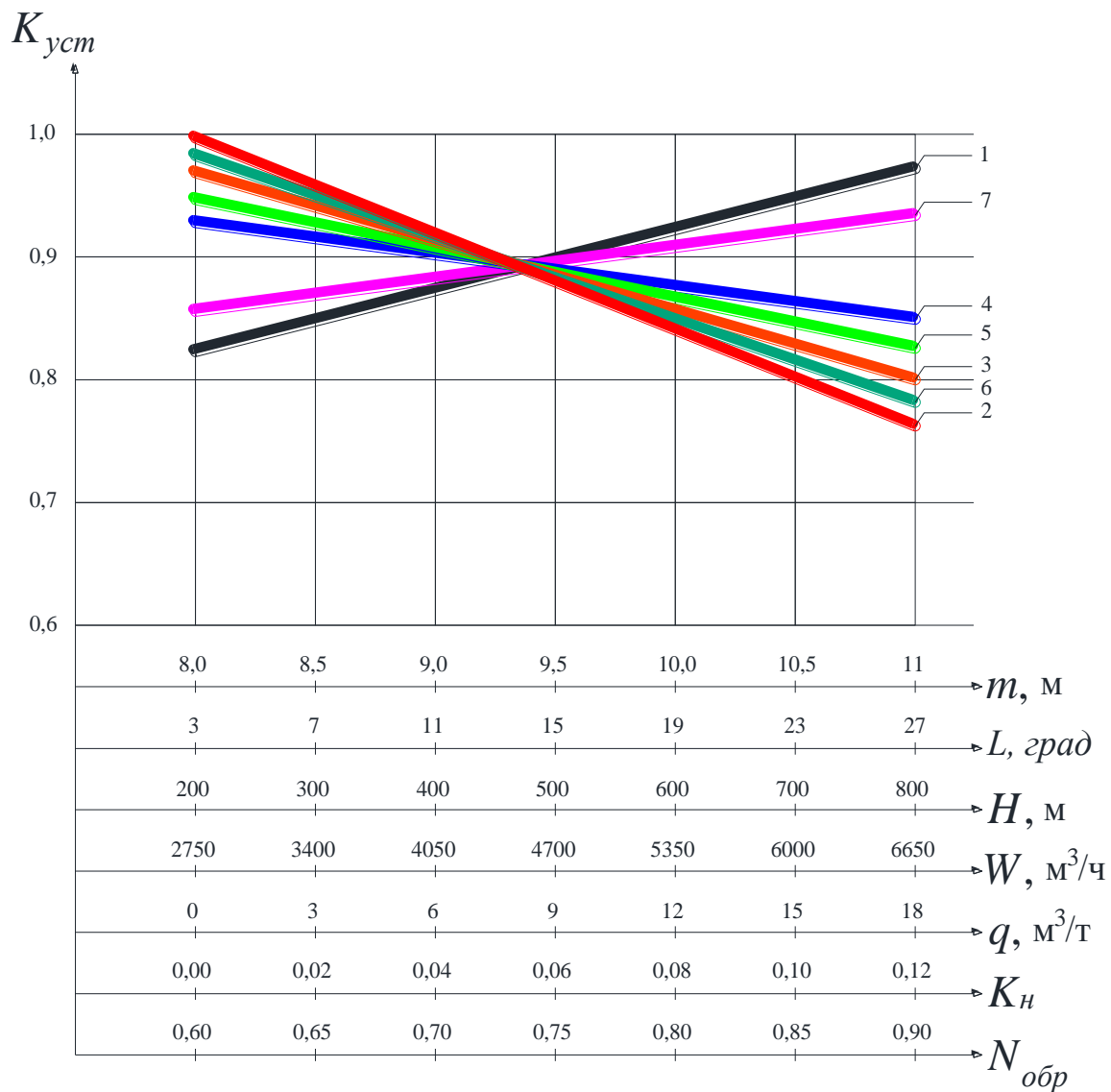


Рис.3.8 -Зависимость коэффициента устойчивости функционирования шахты от горно-геологических факторов:

1-от мощности угольного пласта; 2- от угла падения; 3-от глубины ведения горных работ; 4-от уровня водообильности; 5- от уровня метанообильности; 6- от уровня нарушенности запасов; 7 – от класса обрушаемости непосредственной кровли

3.3 Формирование альтернативных вариантов направлений развития горного производства, технологических структур отработки запасов, основных пространственно-планировочных решений и раскройки шахтных полей с учетом вариантов размещения наземной инфраструктуры и обогатительной фабрики

Варианты вскрытия и подготовки шахтного поля

Во всех альтернативных вариантах пространственно-планировочных решений, касающихся схем вскрытия и подготовки шахтного поля, разработанных с привлечением масштабного ситуационного моделирования, в качестве объекта первоочередной отработки рассматривается пласт 2.2 Улуг (рис. 3.9-3.11).

Проектная мощность угледобывающего предприятия при этом обеспечивается одновременной работой четырех очистных забоев. Для улучшения проветривания горных выработок, рационального размещения действующих очистных забоев, своевременного восполнения очистного фронта, обеспечения своевременного аварийного выхода людей и разведочных работ ВГСЧ шахтные поля разделены на выемочные блоки по всем рассматриваемым вариантам [96].

Вариант 1. Вариантом 1 предусматривается деление лицензионного участка на два шахтных поля по оси Красногорской синклинали. Единая основная промплощадка и обогатительная фабрика располагаются на северо-западе участка, между рекой Верхний Енисей и границей горного отвода.

Вариант 1А. Вариантом 1 А как и в случае с вариантом 1 предусматривается деление лицензионного участка на два шахтных поля по аналогии с вариантом 1.

Отличительной особенностью варианта 1А от варианта 1 является то, что стволы шахты № 2 с единой промплощадки проходятся под единым азимутом с

выходом за пределы предварительного горного отвода с незначительным уменьшением объёма строительства капитальных выработок.

Вариант 1Б. Вариант 1Б отличается от варианта 1 тем, что к первоначальной отработке приняты нижние блоки 1-3 и 1-4 юго-западной и юго-восточной панелей шахты № 1.

Вариант 1В. Как и в случае с вариантами 1, 1А и 1Б вариантом 1В предусматривается деление лицензионного участка на два шахтных поля.

Основная промплощадка располагается между рекой Верхний Енисей и границей горного отвода. Обоганительная фабрика располагается на горном плато правого берега реки Верхний Енисей.

Вариант 2. Вариантом 2, как и вариантом 1, предусматривается деление лицензионного участка на два шахтных поля, при этом сохраняются: единая промплощадка двух шахт, схема подготовки шахтных полей с делением на панели и блоки. Отличие заключается в том, что весь объем добычи обеих шахт выдаётся на поверхность на северо-востоке горного отвода и затем производится транспортировка угля на обоганительную фабрику, расположенную на правом берегу реки Верхний Енисей.

Вариант 2А. Вариант 2 А отличается от варианта 2 тем, что проходятся два конвейерных ствола меньшего сечения от места примыкания конвейерной галереи, транспортирующей уголь непосредственно на обоганительную фабрику, расположенную на правом берегу реки Верхний Енисей.

Вариант 2Б. Вариантом 2 Б рассматривается целесообразность проходки конвейерных стволов непосредственно с промплощадки обоганительной фабрики, расположенной на правом берегу реки Верхний Енисей. Стволы проходят под рекой на глубине от 200 до 260 м.

Вариант 3. Вариантом 3 рассматривается целесообразность размещения промплощадки обоганительной фабрики в долине реки Элегест. Вся добыча угля выдаётся непосредственно на промплощадку обоганительной фабрики по

двум наклонным конвейерным стволам протяжённостью по 1500 м, пройденным вкрест простирания пластов под углом 10° .

В отличие от вариантов 1 и 2 вариантом 3 отработка запасов предусматривается одной шахтой с единой схемой проветривания всех горных выработок.

Вариант 3А. Вариант 3 А отличается от варианта 3 тем, что пласт в пределах горного отвода делится на два шахтных поля. В отличие от вариантов 1 и 2 разделение пласта на шахтные поля предусматривается не по оси синклинали, а по линии центральных уклонов. Деление на панели и блоки принципиального изменения не имеет.

Вариант 3Б. Вариант 3Б отличается от варианта 3 отсутствием вертикального ствола в центре шахтного поля.

Вариант 4. Оработка пласта 2.2 Улуг предусматривается единой шахтой. Основная промплощадка шахты и промплощадка обогатительной фабрики объединены и расположены у юго-восточной границы шахтного поля в долине реки Элегест. Деление пласта на панели и блоки аналогично варианту 3.

Вариант 5. Необходимость разработки дополнительного варианта 5 вызвана трудностью проветривания горных выработок юго-восточной панели вариантов 1 и 2 за счёт их удалённости от вентилятора главного проветривания.

В отличие от варианта 1 рассматривается отработка запасов единой шахтой с секционным проветриванием выработок.

Таким образом, вариант 5 сохраняет достоинства варианта 1 и повышает устойчивость и надёжность схемы вентиляции шахты.

Сводные показатели пусковых комплексов всех рассматриваемых вариантов приведены в таблице 3.7.

Критерии выбора альтернативных вариантов пространственно-планировочных решений раскройки месторождения на выемочные поля приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.7 – Сводные технологические показатели по вариантам вскрытия и подготовки шахтного поля

Наименование показателей	Ед. изм.	Варианты								
		1	1Б	2	2А	2Б	3	3А	4	5
1.Деление на шахтные поля	+/-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
2.Количество промышленных запасов:										
2.1 по горной массе	тыс. т	465 500	465 500	465 760	465 760	405 760	459 730	444 530	463 250	467 250
3.Добыча лицензионного участка без учета периодов развития и затухания добычи (средняя)										
3.1.по горной массе	тыс. т/год	20 090	20 030	20 060	20 060	20 060	20 280	20 620	20 490	20 410
4.Зольность добываемого угля (средняя)	%	16,9	16,8	17,0	17,0	17,0	16,6	17,0	15,9	16,9
5.Количество одновременно действующих очистных забоев	забоев	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6.Количество подготовительных забоев в период эксплуатации	забоев	8	8	8	8	8	8	8	8	8
7.Количество перемонтажей очистного оборудования	единиц	45	46	47	47	47	43	39	45	45
8.Суммарная протяженность выработок	км	895,2	895,2	898,0	901,0	910,5	878,8	886,9	880,1	911,5

Продолжение таблицы 3.7

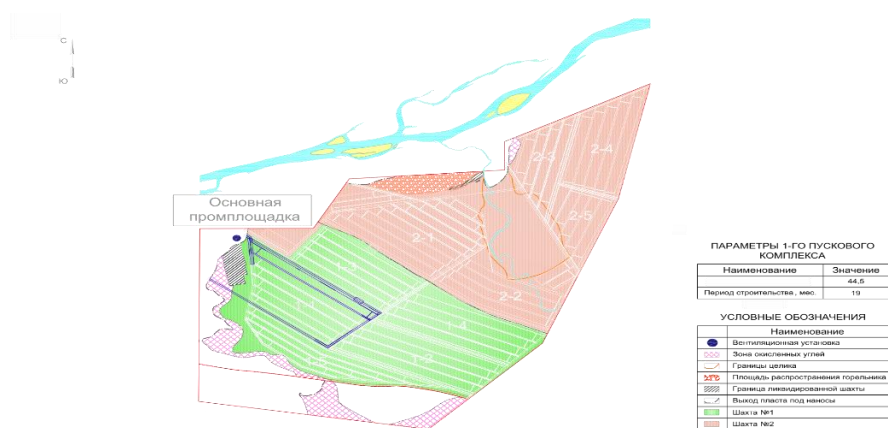
Наименование показателей	Ед. изм.	Варианты								
		1	1Б	2	2А	2Б	3	3А	4	5
9.Максимальное количество забоев в период строительства выработок пусковых комплексов	забоев	8	9	8	9	9	9	8	8	8
10.Протяжённость выработок, проходимых в период эксплуатации	км	755,4	734,8	737,8	740,8	743,8	733,4	751,3	761,7	753,3
10.1.в т.ч.: основных	км	120,7	95,5	98,5	101,5	104,5	79,5	129,0	113,9	103,2
10.2.участковых	км	634,7	639,3	639,3	639,3	639,3	653,9	622,3	647,8	650,1
11.Объем выработок на 1000 т добычи										
11.1.всего	м/1000т	1,9	1,9	1,9	1,9	2,2	1,9	2,0	1,9	2,0
11.2.в т.ч.: в период эксплуатации	м/1000т	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	1,6	1,7	1,6	1,6
12.Количество промплощадок	единиц	7	7	8	8	8	8	8	7	6
12.1.в т.ч.: единая	единиц	1	1	-	-	1	-	-	1	1

Продолжение таблицы 3.7

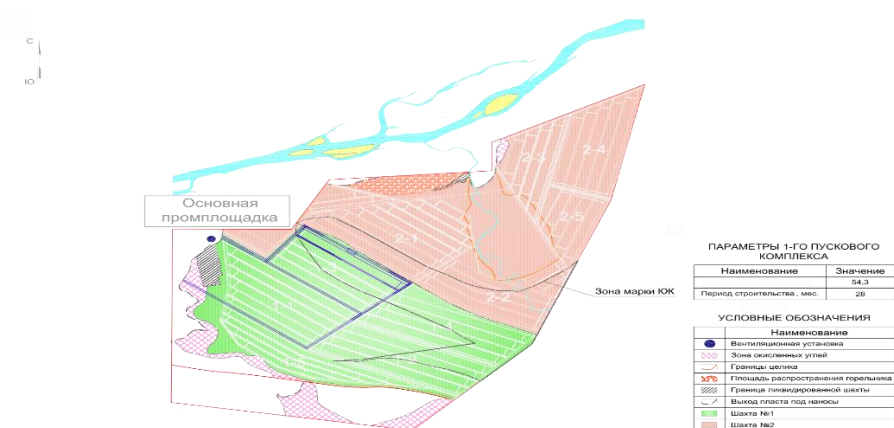
Наименование показателей	Ед. изм.	Варианты								
		1	1Б	2	2А	2Б	3	3А	4	5
12.2.промплощадка обогатительной фабрики	единиц	-	-	1	1	-	1	1	-	-
12.3.основные промплощадки шахт	единиц	2	2	3	3	3	2	3	1	1
12.4.фланговые промплощадки	единиц	4	4	4	4	4	5	4	5	4
13.Период отработки запасов пл. 2.2 Улуг	лет	26	27	27	27	27	26	25	26	25
13.1.период затухания добычи	лет	3	4	4	4	4	4	4	3	2
14.Количество водоотливов	единиц	7	5	5	5	5	3	5	5	4
15.Количество вентиляторных установок главного проветривания на весь период отработки пласта 2.2 Улуг	единиц	4	4	4	4	4	1	2	1	2
16.Количество модульных дегазационных установок, в т.ч.:	единиц	42	42	42	42	42	42	42	42	42
16.1.предварительная и барьерная пластовая дегазация										
16.2.МДУ-1080 RBS	единиц	18	18	18	18	18	18	18	18	18
дегазация выработанного пространства										
16.3.МДУ-1080 RBS	единиц	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Таблица. 3.8 – Критерии выбора альтернативных вариантов пространственно-планировочных решений раскройки месторождения на выемочные поля

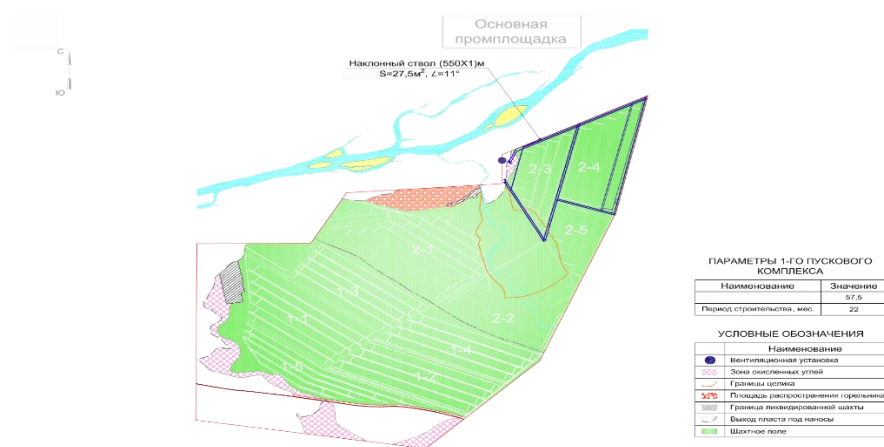
№ п/п	Наименование критерия	Ед. изм.	Варианты									
			1	1Б	2	2А	2Б	3	3А	3Б	4	5
1	Деление шахтного поля на независимые шахты	есть / нет	есть	есть	нет	нет	нет	нет	есть	нет	нет	нет
2	Уровень извлечения балансовых запасов по пласту 2.2. Улуг	%	55	55	55	55	55	54	53	54	55	55
3	Марка угля (пусковой комплекс №1)	КЖ / Ж	Ж (2Ж)	КЖ	Ж (2Ж)	Ж (2Ж)	Ж (2Ж)	Ж	КЖ	Ж	Ж и КЖ	КЖ
4	Объём проводимых горных выработок (пусковой комплекс №1), в т. ч.:	км	44,5	54,3	57,5	57,5	64,0	69,5	51,0	69,2	64,0	63,0
	Капитальные по породе (наносам):	км	0,2	0,2	0,7	1,0	6,5	4,1	3,3	3,3	6,1	0,2
	- вертикальные	км	-	-	-	-	-	0,8	0,8	-	0,8	-
	- наклонные	км	0,2	0,2	0,7	1,0	6,5	3,3	2,5	3,3	5,3	0,2
	Капитальные по пласту	км	23,5	36,9	37,1	36,8	37,8	45,7	25,2	46,2	39,2	43,5
	Участковые	км	20,8	17,2	19,7	19,7	19,7	19,7	22,5	19,7	18,7	19,3
5	Срок строительства пускового комплекса №1	-	1 г. 7 мес.	2 г. 4 мес.	1 г. 9 мес.	2 г.	1 г. 9 мес.	2 г. 1 мес.	2 г. 6 мес.	2 г. 1 мес.	3 г. 3 мес.	2 г.
	Дата запуска	-	01.06.18 г.	01.09.18 г.	01.03.18 г.	01.06.18 г.	01.03.18 г.	01.09.18 г.	01.12.18 г.	01.09.18 г.	01.09.18 г.	01.07.18 г.



Вариант 1



Вариант 16



Вариант 2

Рис. 3.9 – Пространственно-планировочные решения раскройки месторождения на выемочные поля

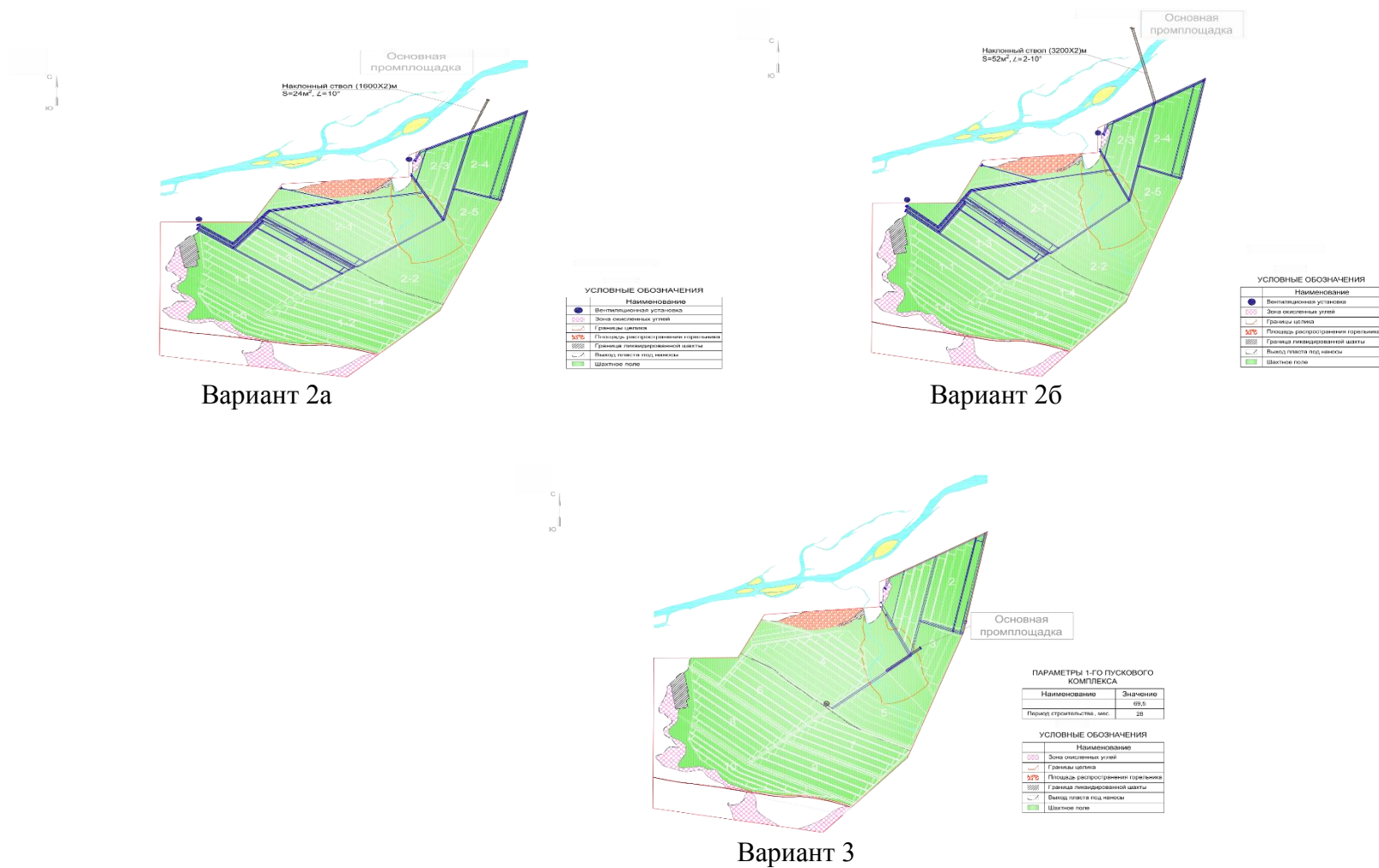
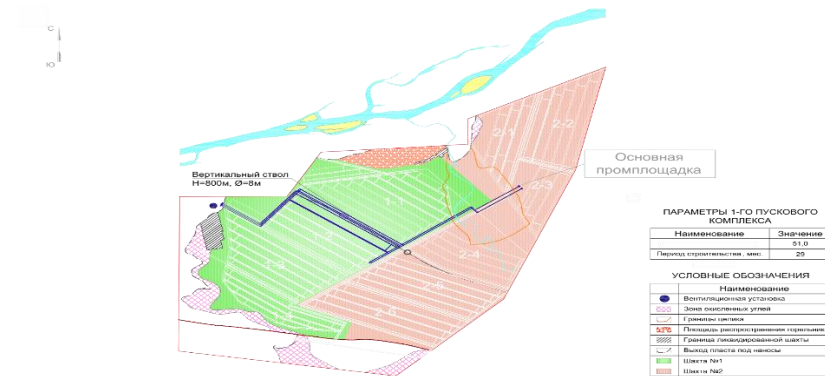
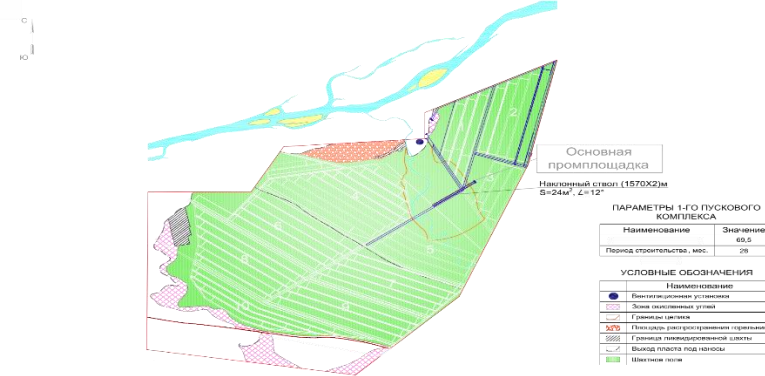


Рис.3.10 –Пространственно-планировочные решения раскройки месторождения на выемочные поля



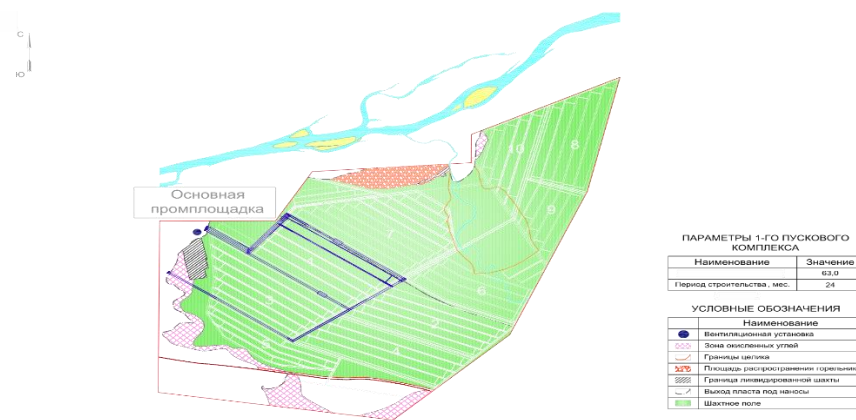
Вариант 3а



Вариант 3б



Вариант 4



Вариант 5

Рис. 3.11 – Пространственно-планировочные решения раскройки месторождения на выемочные поля

Технологические структуры отработки запасов (система разработки)

К первоочередной отработке принят пласт 2.2 Улуг, имеющий среднюю мощность 7,9-8,0 м с углом падения 3-26°. Варианты выбора систем разработки выемочных полей при отработке запасов Элегестского каменноугольного месторождения, в силу специфических горно-геологических и горнотехнических условий залегания угольного пласта, рассматривались с учетом мирового опыта угледобычи в аналогичных или близких условиях и, с участием экспертов ведущих мировых компаний, - при этом рассмотрено все количество возможных альтернативных вариантов технологических схем.

В состав рабочей группы экспертов и консультантов, кроме российских научно-исследовательских и проектных учреждений были включены специалисты Цзинаньского проектного института угольной промышленности, который обеспечивал проектное сопровождение горнодобывающих предприятий в провинциях Шаньси и Шаньдун КНР, а также разработчики и изготовители оборудования для угольной промышленности из компании «BUCYRUS DBT» ФРГ.

В окончательном варианте исходя из горно-геологических и горнотехнических условий залегания пласта 2.2 Улуг, в границах лицензионного участка для сравнения эффективности применения были рассмотрены три наиболее приемлемых варианта систем разработки (рис.3.12).

Система разработки наклонными слоями

Данным вариантом рассматривается целесообразность отработки пласта 2.2 Улуг системой разработки наклонными слоями с полным обрушением пород кровли. Слойная система отработки мощных пластов получила на шахтах Кузбасса широкое распространение, в основном по схеме «слой-пласт»: вынимается верхний слой по всему выемочному полю, затем приступают к отработке нижнего слоя.

Между слоями остается защитная пачка угля. Мощность пачки определяет специализированная организация – ВНИМИ.

Для создания благоприятных гидрогеологических условий отработка выемочных столбов предусматривается в восходящем порядке.

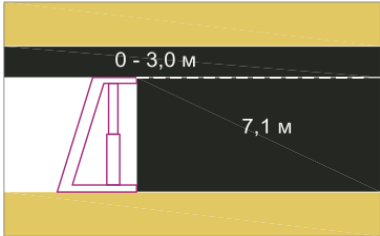
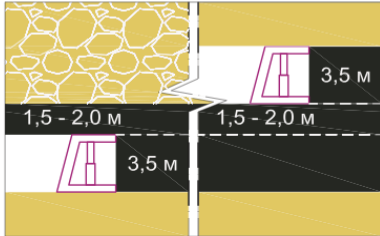
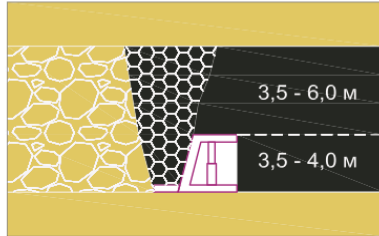
Наименование параметров исключающих возможность применения рассматриваемой системы разработки в условиях ГОК "Элегест"	Наименование системы разработки		
	В одну заходку	Слоевая	С выпуском
			
Возможность работать на углах более 10°	-	+	+
Возможность добывать одним забоем не менее 6 млн т/год	+	-	+

Рис. 3.12 – Альтернативные варианты систем разработки отработки запасов угольного пласта Улуг 2.2

Отработка выемочных столбов предусматривается от фланговых наклонных стволов к центральным наклонным стволам. Длина вынимаемой части столбов составляет 800-3700 м. Длина очистного забоя на пологих углах падения пласта составляет 270 м, на углах падения свыше 18° – 160-200 м.

Для отработки выемочных столбов может быть принят механизированный комплекс как отечественного, так и зарубежного производства.

Достоинства слоевой системы разработки:

- значительный опыт применения на шахтах Кузбасса;
- отработка второго слоя в разгруженном и дегазированном массиве.

Недостатки:

- значительный объем проходки выемочных штреков;
- необходимость крепления штреков нижнего слоя металлической рамной крепью;
- непрочный уголь пласта 2.2 Улуг, высокое горное давление за счет большой глубины, вынимаемой мощности и тяжелой кровли определяют межслоевую пачку значительных размеров и значительные потери угля, а также повышенную вероятность разрушения и высыпания межслоевой пачки.

Выемка пласта 2.2 Улуг в один слой

Данным вариантом рассматривается целесообразность отработки пласта 2.2 Улуг системой разработки длинными столбами по простиранию с полным обрушением пород кровли. Отработка пласта предусматривается в один слой мощностью 7,1 м – максимальная вынимаемая мощность пласта, имеющая опыт практического применения.

Отработка выемочных столбов предусматривается от фланговых наклонных стволов к центральным наклонным стволам. Длина выемочных столбов составляет 800-3700 м. Длина очистного забоя составляет 270 м.

Для отработки выемочных столбов принимается механизированный комплекс производства Китайской Народной Республики.

Учитывая сложность управления комплексом, ввиду значительной вынимаемой мощности, повышенную опасность очистной выемки на значительных углах падения пласта, углы падения пласта для данной технологии ограничиваем 10° .

Достоинства однослойной выемки пласта 2.2 Улуг:

- снижение объема проходки выемочных штреков примерно в 2 раза относительно двухслойной выемки;
- высокая производительность очистного забоя;
- снижение эксплуатационных потерь угля относительно двухслойной выемки примерно в 1,5 раза.

Недостатки:

- сложность управления комплексов обуславливает ограниченность его применения по углам падения пласта;

ограниченное количество выемочных столбов по пласту 2.2 Улуг, имеющих по всей длине угол наклона лавы не более 10° , что обуславливает периодичность применения данного комплекса оборудования очистного забоя.

Система разработки с выпуском подкровельной пачки угля

Данным вариантом рассматривается целесообразность отработки пласта 2.2 Улуг системой разработки с выпуском подкровельной пачки угля. При данном варианте пласт 2.2 Улуг разделяется на два слоя: нижний слой (подсечной) его отработка производится механизированным комплексом с выемкой угля очистным комбайном; верхний слой (подкровельная пачка), уголь которого (слоя) с помощью секций механизированной крепи подсечного слоя выпускается на завальный конвейер. Мощность подсечного слоя составляет 3,5 м, выпускаемой пачки от 3,4 до 6,7 м, при среднем значении 4,5 м.

Для дополнительного разупрочнения верхнего слоя (подкровельной пачки) предусматривается проведение вспомогательного штрека. Вспомогательный штрек проводится посередине между конвейерным и вентиляционным штреками. Помимо этого, предусматривается проведение мероприятий по

разупрочнению тяжелой кровли, склонной к зависанию. Предлагаются несколько вариантов разупрочнения кровли:

- разупрочнение кровли методом передового торпедирования;
- разупрочнение кровли методом направленного гидроразрыва;
- разупрочнение кровли методом сотрясательного взрывания.

Необходимость предварительного разупрочнения кровли и подкровельной пачки угля, окончательный выбор способа разупрочнения должны определяться опытным путем под наблюдением специализированных организаций (ВНИМИ, ВостНИИ).

Для организации газоуправления предусматривается проведение газодренажного штрека. Газодренажный штрек проводится в 15-20 м ниже вентиляционного штрека в кровле пласта, изолируется взрывоустойчивыми перемычками. Газовоздушная смесь из газодренажного штрека отводится по газопроводу дегазационной установкой.

Отработка выемочных столбов предусматривается от фланговых наклонных стволов к центральным наклонным стволам. Длина выемочных столбов составляет 800-3700 м. Длина очистного забоя, как и в варианте двуслойной выемки, в зависимости от угла падения пласта варьируется от 160 до 270 м.

Для отработки выемочных столбов принимается механизированный комплекс производства Китайской Народной Республики.

Достоинства системы разработки с выпуском подкровельной пачки угля:

- высокая производительность выемочного участка обусловлена возможностью совмещения выемки угля в подсечном слое и выпуска подкровельной пачки;
- снижение примерно в 2 раза объема проходки выемочных штреков относительно слоевой системы;
- непрочный уголь пласта, возможно, исключит необходимость предварительного разупрочнения кровли и подкровельной пачки, следовательно,

и необходимость проходки вспомогательного штрека, что может определиться только опытным путем.

Недостатки:

- необходимость проходки дополнительных штреков – газодренажного и, возможно, вспомогательного;
- необходимость проходки выемочных штреков в почве пласта усложнит их крепление анкерами;
- сложность выпуска угля при значительных углах наклона лавы.

Движение лавы с направлением на восстание пласта для улучшения гидрогеологических условий также оказывает отрицательное влияние на процесс выпуска угля, увеличивает потери угля при выпуске.

Выбор рационального порядка отработки запасов шахтного поля

Выбор блока первоочередной отработки произведен с учетом следующих составляющих:

Объем промышленных запасов. Промышленные запасы Западного блока составляют 220.4 млн т, Восточного блока – 98.8 млн т (45% от объема запасов Западного блока). Для подготовки этих объемов запасов к выемке необходимо проведение соответственно 74000 и 41000 погонных метров подготовительных выработок различного функционального назначения с общими капитальными затратами соответственно 11100.0 и 6150.0 млн рублей. Удельные затраты соответственно составят 50.4 и 62.2 руб/т подготовленных к выемке запасов со степенью отличия в 23%.

Нормальный водоприток. На Западном участке суммарный водоприток составляет 190 м³/час (блок 3-1 – 55 м³/час, блок 3-2 – 135 м³/час), а на Восточном – 909 м³/час (Северо-Восточный участок – 335 м³/час, Юго-Восточный участок – 574 м³/час).

Природная метаноносность. 104.4 млн т угля (47% запасов) Западного блока находятся в зоне газового выветривания, причем 69.4 млн т (32% запасов) находятся в зоне метаноносности 5-10 м³/т и 46.6 млн т (21% запасов) в зоне

метаноносности более 10 м³/т. На Восточном участке 2.0 млн т (2% запасов) находятся в зоне метаноносности 5-10 м³/т и 96.8 млн т (98% запасов) в зоне метаноносности более 10 м³/т.

Анализ этих данных показывает большую частоту монтажно-демонтажных мероприятий в Восточном блоке (50% запасов находится в выемочных полях, где при их отработке потребуются 2 перемонтажа очистного оборудования). Проведение капитальных горных выработок в Восточном блоке исходя из наличия значительного водопритока и их пространственного размещения потребует наличия и реализации специальных мероприятий (проведение с заморозкой вмещающих пород либо кессонным способом). Данное обстоятельство приведет к увеличению капитальных затрат и снижению темпов проходки. Из анализа данных природной метаноносности с увязкой основных законодательных и нормативных актов вытекает, что проведение дегазации необходимо 5-10 м³/т на 98% площади Восточного участка и на 20% площади Западного участка (увеличение себестоимости добычи на 12%).

Исходя из вышеизложенного первоочередным направлением развития горных работ является отработка запасов Западного блока.

Выбор рационального порядка отработки запасов выемочных столбов

При отработке запасов выемочных столбов пласта Улуг 2.2 возможно использование восходящего и нисходящего порядка отработки. Выбор того или иного варианта в упрощенном понимании становится по существу выбором между начальными кратковременными преимуществами нисходящего и последующими стратегическими, долговременными – восходящего порядка отработки. Детальный анализ этих вариантов выявил следующие положительные и негативные моменты их реализации:

- восходящий порядок отработки предполагает начало развития горных работ в самом отдаленном по глубине и простираению участке. При этом приходится констатировать, что практически все вскрывающие и подготавливающие выработки находятся в нетронутом массиве, что

минимизирует затраты на их поддержание. При этом снижается и вероятность «старения» технологической схемы благодаря планомерному погашению потерявших свое функциональное назначение и срок службы подготавливающих выработок;

- при нисходящем порядке отработки объем проведения капитальных и подготовительных выработок в пределах шахтного поля будет на 34 км больше, чем при восходящем (для восходящего порядка отработки – 127.9 км, для нисходящего порядка – 146.5 км), объем проведения только подготовительных выработок будет больше на 16 км;

- при использовании нисходящего порядка отработки очистные работы будут значительно осложняться по гидрогеологическим причинам, учитывая значительную обводненность Элегестского месторождения. Относительно сложная гипсометрия угольного пласта не позволит расположить все выемочные столбы по простиранию со стоком воды на выработанное пространство без образования мульдовых зон. В работе проанализирован календарный план отработки выемочных столбов в нисходящем порядке с учетом поправочных дифференцированных коэффициентов снижения нагрузки на очистной забой в зависимости от интенсивности обводненности. Обобщающий вывод сводится к следующему: - снижение нагрузки на очистной забой за счет негативного воздействия фактора обводненности однозначно не позволит ГОКу выйти на требуемый уровень производственной мощности в 15 млн т (одновременная работа пяти очистных забоев). Восходящий порядок отработки этого недостатка лишен;

- при нисходящем порядке отработки размер межлавных целиков по рекомендациям ВНИМИ будет составлять 20-60 м, что влечет за собой необходимость проведения присечных штреков. Это, в свою очередь, потребует наличия дополнительного сопряжения с лавой с увеличением объема проведения подготовительных выработок и ростом удельных затрат на их поддержание. При восходящем порядке размер целиков можно уменьшить до 9.0 м без уменьшения

степени функциональности выемочного участка. В этом случае отпадает и необходимость проведения присечных штреков со всеми положительными моментами;

- использование технологических схем с восходящими порядком отработки формирует большую степень безопасности в отношении устойчивости горных выработок, проявления газодинамических явлений и возникновения подземных пожаров

- при нисходящем порядке отработки выемочных столбов существенно снижается эффективность пластовой дегазации, так как дегазационные скважины, пробуренные по падению, будут заполняться водой.

С учетом вышеизложенного, более убедительными становятся специфические преимущества восходящего порядка отработки выемочных столбов, который и принимается в качестве окончательного. Срок отработки запасов выемочных полей пласта Улуг 2.2 при восходящем порядке отработки составит 33 года с учетом периодов развития и затухания добычи. Производственная мощность с учетом этого по годам эксплуатации изменяется от 19500 тыс. т горной массы в год при максимальном развитии горных работ (в одновременной работе четыре очистных забоя) до 11680 тыс. т.

Сравнение вариантов порядка отработки выемочных столбов

Расчет нагрузок на очистной забой

Расчет нагрузок на очистные забои по системе разработки с выпуском подкровельной пачки угля выполнен по методике КНР.

Расчеты показали возможность обеспечить производственную мощность 17-19,5 млн т по горной массе одновременной работой четырех очистных и двенадцати проходческих забоев.

Принимается следующий режим работы в лаве:

- 3 смены по 8 часов, из них:

- 2 смены – добычные;

1 смена – ремонтная (4 часа – ППР и опробование механизмов под нагрузкой, остальные 4 часа используются на добычу угля).

Формула расчета суточной производительности очистного комплекса:

$$Q_m = K_{ц} \cdot (L_{л} \cdot M_{к} \cdot B \cdot r \cdot C_{к} + L_{л} \cdot M_{г} \cdot B \cdot \gamma \cdot C_{г}), \text{ т/сут} \quad (3.2)$$

Число циклов (стружек) выемки угля комбайном определяется по следующей формуле:

$$K_{ц} = T_p / T_{ц}, \quad (3.3)$$

где: T_p - время работы лавы в сутки по выемке угля, (1200 мин);

$T_{ц}$ - время одного цикла выемки угля комбайном с учетом концевых операций (принимается равным 114 мин по фактическим данным работы шахт Китая в аналогичных горно-геологических условиях);

Q_m - суточная техническая производительность лавы, т/сут;

$L_{л}$ - длина лавы (принимается равной 250 м);

$M_{к}$ - вынимаемая мощность пласта комбайном (принимается 3,5 м);

$M_{г}$ - вынимаемая мощность пласта при выпуске угля, м (вычисляется для каждой лавы), принимается для пласта мощностью 8,4 м равной 4,9 м;

γ - плотность угля в целике, (принимается в среднем равной 1,33 т/м³);

$C_{к}$ - коэффициент извлечения угля из лавы при комбайновой выемке (для пласта средней мощности принимается – 0,93);

$C_{г}$ - коэффициент извлечения угля из лавы при выпуске угля (для пласта средней мощности принимается – 0,8).

$$K_{ц} = 1200 / 114 = 10,53 \text{ ц/сут};$$

$$Q_m = 10,53 \cdot (250 \cdot 3,5 \cdot 0,8 \cdot 1,33 \cdot 0,93 + 250 \cdot 4,9 \cdot 0,8 \cdot 1,33 \cdot 0,8) = 10,53 \cdot (865,8 + 1042,7) = 20096 \text{ т/сут} \approx 20 \text{ тыс. т/сут}$$

Месячная производительность составит $20 \cdot 30 = 600$ тыс. т/мес

Расчет нагрузки на очистные забои пласта 2.2 Улуг с учетом поправочных коэффициентов на горно-геологические условия приведен ниже в таблице 3.9.

На основании методики ИГД им. А.А. Скочинского были определены значения поправочных коэффициентов на горно-геологические условия пласта

2.2 Улуг. Поправочный коэффициент на тяжёлую кровлю пласта 2.2 Улуг принимается равным – 0,87. Согласно геологическому отчёту непосредственная кровля пласта 2.2 Улуг отсутствует. Основная кровля мощностью от 5,8 до 13,7 м сложена прочными породами – конгломераты, песчаники – и является труднообрушаемой.

С учётом углов падения пласта поправочный коэффициент составляет:

- от 0 до 10° – 1,0;
- от 10 до 15° – 0,7;
- от 15 до 20° – 0,5;
- более 20° – 0,39;

– для выемочных столбов с переменным углом падения к расчету принимался средневзвешенный угол.

Кроме того, выполнено сравнение нисходящего и восходящего порядка отработки выемочных столбов пласта 2.2 Улуг. Предпроектными проработками был принят восходящий порядок по следующим причинам.

Объемы проведения капитальных выработок на строительство шахты по вариантам нисходящего и восходящего порядков отработки выемочных столбов составляют:

- для восходящего порядка – 123,1 км;
- для нисходящего порядка – 146,5 км.

Объем проведения подготовительных выработок, на строительство шахты, при восходящем порядке будет на 16 км меньше относительно нисходящего порядка отработки. Уменьшение объема проведения подготовительных выработок связано с отсутствием необходимости проведения присечных штреков.

При нисходящем порядке весьма существенно осложнятся гидрогеологические условия отработки столбов при значительной обводнённости Элегестского месторождения. Относительно сложная

гипсометрия пласта не позволяет расположить все выемочные столбы на всем протяжении со стоком воды на выработанное пространство без образования мульдовых зон, что повлечет за собой усложнение ведения очистных работ. При восходящем порядке вода из мульдовых зон дренирует в выработанное пространство.

Поправочные коэффициенты на обводнённость очистного забоя приняты по методике ИГД им. А.А. Скочинского «Нагрузки на очистные забои угольных шахт при различных горно-геологических условиях и средствах механизации», 1996 г». Коэффициенты принимались дифференцированно в зависимости от степени обводнённости выемочного столба на основе расчетов, выполненных гидрогеологической службой ООО «СГП».

Для расчёта приняты следующие поправочные коэффициенты на обводнённость:

- капёж (водоприток до $500 \text{ м}^3/\text{час}$) – 0,95;
- струи (от $500\text{-}1000 \text{ м}^3/\text{час}$) – 0,89;
- струи (более $1000 \text{ м}^3/\text{час}$) – 0,81.

С учётом вышерассмотренных коэффициентов произведён расчёт нагрузок на очистные забои (см. таблицу 3.6). При восходящем порядке отработки максимально возможная нагрузка на очистной забой составляет 490 тыс т/мес., минимальная – 180 тыс т/мес. При нисходящем порядке отработки максимально возможная нагрузка на очистной забой составляет 390 тыс т/мес., минимальная – 145 тыс т/мес.

Восходящий порядок отработки позволяет поддерживать требуемую техническим заданием производственную мощность ГОК «Элегест» 15 млн т концентрата в год. В то же время, снижение нагрузок на очистные забои за счёт коэффициентов обводнённости в совокупности с другими коэффициентами горно-геологических условий при нисходящем порядке отработки, не позволяет выйти на требуемую производственную мощность 15 млн. т концентрата в год.

Для обеспечения требуемой производственной мощности при нисходящем порядке потребуется ввести в работу еще один очистной забой, что повлечет за собой снижение технико-экономических показателей, за счет увеличения капитальных и операционных затрат. Повышение концентрации горных работ повлечет за собой снижение уровня безопасности, усложнит размещение и восполнение очистного фронта.

Календарный план развития добычи

В работе выполнено сравнение нисходящего и восходящего порядка отработки выемочных столбов пласта 2.2 Улуг. Предварительно был принят восходящий порядок по следующим причинам:

- при нисходящем порядке отработки объем капитальных выработок и подготовительных выработок, на строительство шахты, будет на 39 км больше, чем при восходящем порядке отработки;

- при нисходящем порядке весьма существенно усложнятся гидрогеологические условия отработки столбов при значительной обводненности Элегестского месторождения. Относительно сложная гипсометрия пласта не позволяет расположить все выемочные столбы на всем протяжении со стоком воды на выработанное пространство без образования мульдовых зон. При восходящем порядке этот недостаток устраняется;

- поправочные коэффициенты на обводненность очистного забоя приняты по методике ИГД им. А.А. Сковинского «Нагрузки на очистные забои угольных шахт при различных горно-геологических условиях и средствах механизации», 1996 г. Коэффициенты принимались дифференцированно в зависимости от степени обводненности выемочного столба на основе расчетов, выполненных гидрогеологической службой ООО «СГП». Выполнен календарный план отработки столбов в нисходящем порядке. Снижение нагрузок на очистные забои за счет коэффициентов обводненности в совокупности с другими коэффициентами горно-геологических условий не позволило выйти на требуемую техническим заданием производственную мощность ГОК «Элегест» 15 млн т концентрата в год.

Таблица 3.9 – Расчет нагрузок на очистные забои пласта 2.2 Улуг при различных горно-геологических условиях

Наименование		Угол падения по лаве, град.	Расчетная нагрузка на очистной забой, тыс. т/мес	Поправочный коэффициент на угол падения	Поправочный коэффициент на тяжелую кровлю	Нагрузка на очистной забой с учетом коэффициентов на угол падения и тяжелую кровлю, тыс. т/мес	Условия стока воды из очистного забоя или сопряжения его с нижней бортовой выработкой	Приток воды в очистной забой	Поправочный коэффициент на обводненность	Максимальная возможная нагрузка на очистной забой, тыс. т/мес	Принятая нагрузка на очистной забой для отработки запасов в восходящем порядке, тыс. т/мес	Принятая нагрузка на очистной забой для отработки запасов в нисходящем порядке, тыс. т/мес
Блок 1	Лава 1-1	0-10	600	1,00	0,87	520	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	капез	0,95	490	490*	390
	Лава 1-2	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
	Лава 1-3	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
	Лава 1-4	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
	Лава 1-5	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
Блок 2	Лава 2-1	0-10	600	1,00	0,87	520	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	струи	0,89	460	460*	370
	Лава 2-2	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 2-3	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 2-4	10-15	600	0,7	0,87	370		струи	0,89	330	330	265
	Лава 2-5	10-15	600	0,7	0,87	370		струи	0,89	330	330	265
Блок 3	Лава 3-1	10-15	600	0,7	0,87	370	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	капез	0,95	350	350*	280
	Лава 3-2	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	410-490	390
	Лава 3-3	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	410-490	390
	Лава 3-4	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	410-490	390
	Лава 3-5	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	410-490	390
	Лава 3-6	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	410-490	390
	Лава 3-7	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	410-490	390
Блок 4	Лава 4-1	10-15	600	0,7	0,87	370	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	капез	0,95	350	350	280
	Лава 4-2	10-15	600	0,7	0,87	370		капез	0,95	350	350	280
	Лава 4-3	10-15	600	0,7	0,87	370		капез	0,95	350	350	280
	Лава 4-4	10-15	600	0,7	0,87	370		капез	0,95	350	350	280
Блок 5	Лава 5-1	15-20	600	0,5	0,87	260	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	капез	0,95	250	250	200
	Лава 5-2	более 20	600	0,39	0,87	200		капез	0,95	190	190	150
	Лава 5-3	более 20	600	0,39	0,87	200		капез	0,95	190	190	150
	Лава 5-4	более 20	600	0,39	0,87	200		капез	0,95	190	190	150
Блок 6	Лава 6-1	0-10	600	1,00	0,87	520	Неблагоприятные (при угле падения пласта менее 5 градусов - наличие мульд в лаве и на сопряжении; при любых углах падения - наличие водонепроницаемых целиков, длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	струи	0,81	420	350*	335
	Лава 6-2	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,81	420	350	335
	Лава 6-3	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,81	420	350	335
	Лава 6-4	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,81	420	350	335
Блок 7	Лава 7-1	10-15	600	0,7	0,87	370	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	струи	0,89	330	330	265
	Лава 7-2	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 7-3	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 7-4	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 7-5	15-20	600	0,5	0,87	260		струи	0,89	230	230	185
	Лава 7-6	более 20	600	0,39	0,87	200		струи	0,89	180	180	145
	Лава 7-7	более 20	600	0,39	0,87	200		струи	0,89	180	180	145
	Лава 7-8	более 20	600	0,39	0,87	200		струи	0,89	180	180	145
	Лава 7-9	более 20	600	0,39	0,87	200		струи	0,89	180	180	145
	Лава 7-10	более 20	600	0,39	0,87	200		струи	0,89	180	180	145
	Лава 7-11	более 20	600	0,39	0,87	200		струи	0,89	180	180	145
Блок 8	Лава 8-1	0-10	600	1,00	0,87	520	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	капез	0,95	490	490	390
	Лава 8-2	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
	Лава 8-3	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
	Лава 8-4	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
	Лава 8-5	0-10	600	1,00	0,87	520		капез	0,95	490	490	390
Блок 9	Лава 9-1	0-10	600	1,00	0,87	520	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	струи	0,89	460	460	370
	Лава 9-2	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 9-3	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 9-4	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,89	460	460	370
	Лава 9-5	0-10	600	1,00	0,87	520	Неблагоприятные (при любых углах падения - наличие водонепроницаемых целиков, длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	струи	0,81	420	420	335
	Лава 9-6	0-10	600	1,00	0,87	520		струи	0,81	420	420	335
Блок 10	Лава 10-1	10-15	600	0,7	0,87	370	Благоприятные (при угле падения пласта более 5 градусов и отсутствии водонепроницаемых целиков длиной более 4м у нижней бортовой выработки)	струи	0,89	330	330	265
	Лава 10-2	10-15	600	0,7	0,87	370		струи	0,89	330	330	265
	Лава 10-3	10-15	600	0,7	0,87	370		струи	0,89	330	330	265
	Лава 10-4	10-15	600	0,7	0,87	370		струи	0,89	330	330	265
Примечание:												
Расчет выполнен в соответствие с положениями следующего нормативного документа: «Нагрузки на очистные забои действующих угольных шахт при различных горно-геологических условиях и средствах механизации» - ИГД им. А.А. Скочинского, Люберцы, 1996 г.												
* - нагрузка в первый год отработки выемочных столбов составляет 250 тыс.т/год.												

В связи с чем, для обеспечения требуемой производственной мощности 15 млн т концентрата в год, выполнен календарный план отработки столбов в нисходящем порядке с одновременной работой пяти очистных забоев;

- при нисходящем порядке отработки размер межлавных целиков составит 20÷60 метров. Это влечет за собой необходимость проведения присечных штреков, что негативно скажется на работе лавы в связи с появлением дополнительного сопряжения, а также увеличится объем подготовительных выработок на выемочный участок. При восходящем порядке отработки размер межлавных целиков составит 10÷15 метров. Данные целики будут податливыми, в связи с чем отпадает необходимость в проведении присечных штреков;

- при нисходящем порядке отработки столбов существенно снижается эффективность пластовой дегазации, так как дегазационные скважины, пробуренные по падению, будут заполняться водой;

- также снижается эффективность дегазации выработанного пространства при нисходящем проветривании очистного забоя для организации комбинированной схемы проветривания при угле наклона лавы до 10 °. При угле наклона лавы более 10° и восходящем движении воздуха, как того требуют БП, организация комбинированной схемы проблематична и малоэффективна.

Технико-экономические показатели сравнения вариантов восходящего и нисходящего порядка отработки выемочных столбов приведены в таблицах 3.10÷3.11.

Календарный план отработки запасов пласта 2.2 Улуг при нисходящем порядке отработки, представлен в таблице 3.12.

Календарный план отработки запасов пласта 2.2 Улуг при восходящем порядке отработки, представлен в таблице 3.3.13.

Календарные планы разработаны на основе максимальных нагрузок на очистные забои с выпуском угля с учетом поправочных коэффициентов.

Срок отработки запасов пласта 2.2 Улуг при восходящем порядке отработки, составляет 33 года. Добыча шахты по годам эксплуатации изменяется от 19500 тыс. т горной массы до 11680 тыс. т при максимальном развитии горных работ (в одновременной работе четыре очистных забоя).

При этом производственная мощность участка, с учетом планируемого выхода концентрата, обеспечена не по всем годам эксплуатации, а только на протяжении 10 лет. Для обеспечения условий лицензионного соглашения в части добычи 15 млн т концентрата в год предусматривается ввод в работу с 2031 года двух очистных забоев по пласту 6.11 с учетом отработки запасов по пласту 2.2 Улуг.

Вскрытие пласта 6.11 планируется выполнить обособленно от пласта 2.2 Улуг, учитывая значительное межпластовое расстояние 380-400 м. Пласт 6.11 предусматривается отработать единой шахтой, подготовка шахтного поля аналогична пласту 2.2 Улуг.

Промышленные запасы пласта 6.11 в количестве 62090 тыс. т горной массы отрабатываются в течение 17 лет с нагрузкой от 4,84 до 2,02 млн т угля в год двумя очистными забоями. При этом, одновременная отработка запасов пластов 2.2 Улуг и 6.11 позволяет в течение дополнительных 5 лет поддерживать годовую добычу на уровне 15 млн т концентрата в год (в период с 2031 по 2036 годы).

Затухание горных работ начинается с 2037 года, когда по пласту 2.2 Улуг выбывает один очистной забой, добыча снижается до 12990 тыс. т концентрата в год (с учетом пласта 6.11). Период затухания составит 14 лет.

Календарный план отработки запасов пласта 6.11 приведен в таблице 3.14, сводный календарь отработки пластов 2.2 Улуг и 6.11 – в таблице 3.15.

Таблица 3.10 – Технико-экономические показатели сравнения вариантов
восходящего и нисходящего порядка отработки выемочных столбов (при ставке
дисконтирования 10%)

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Вариант с 4 лавами	Вариант с 5 лавами
1	2	3	5	6
1	Промышленные запасы: - по чистым угольным пачкам - горной массы	тыс. т тыс. т	332960,0 384650,0	332960,0 384650,0
2	Марка угля		Ж, КЖ	
3	Годовая производственная мощность предприятия - по добыче угля - по переработке угля - по выпуску концентрата	тыс. т тыс. т тыс. т	19000,0 19000,0 15000,0	19000,0 19000,0 15000,0
4	Срок отработки запасов пласта 2.2. Улуг	лет	33	39
5	Горизонт расчета в том числе отработка запасов	лет лет	19,5 17,0	19,5 17,0
6	Срок выхода на полную производственную мощность: - по добыче угля - по выпуску концентрата	лет лет	5,5 5,5	6,5 5,5
7	Объем (по горной массе): - добычи угля - переработки угля	тыс. т тыс. т	282920,0 280320,0	289300,0 286700,0
8	Зольность: - добытого угля - товарной продукции	% %	17,1 6,9	17,1 6,9
9	Выход концентрата	%	81,1	81,1
10	Объем товарной продукции в том числе: 10.1 Рядовой уголь 10.2 Концентрат	тыс. т тыс. т тыс. т	227373,2 2600,0 224773,2	232473,4 2600,0 229873,4
11	Средняя цена реализации единицы товарной продукции	руб/т	3581,1	3581,5
12	Стоимость товарной продукции	млн руб	814253,3	832614,4

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5
13	Инвестиционные затраты, всего	млн руб	128709,4	141357,4
	в том числе:			
	13.1 Капитальные вложения до выхода на производственную мощность	млн руб	82280,9	91212,6
	13.2 Обоганительная фабрика	млн руб	14345,7	14345,7
	13.3 Капитальные вложения в период эксплуатации	млн руб	29436,8	32972,2
	13.4 Оборотный капитал	млн руб	2646,0	2826,9
14	Потребность в денежных средствах на строительство ГОК	млн руб	80878,6	84683,9
15	Эксплуатационные затраты	млн руб	516307,9	543444,1
	в том числе амортизация	млн руб	95751,6	105612,8
16	Себестоимость добычи угля	руб/т	802,8	858,7
17	Себестоимость обогащения угля	руб/т	149,3	147,1
18	Внепроизводственные затраты	руб/т	1087,8	1087,8
19	Себестоимость единицы товарной продукции	руб/т	2270,8	2337,7
20	Прибыль от продаж	млн руб	297945,5	289170,3
21	Налог на имущество и прочие платежи	млн руб	20058,9	20358,2
22	Прибыль до налогообложения	млн руб	277886,5	268812,1
23	Налог на прибыль	млн руб	55577,3	53762,4
24	Чистая прибыль	млн руб	222309,2	215049,7
25	Чистый доход за горизонт расчета	млн руб	192130,5	182790,0
26	Чистый дисконтированный доход за горизонт расчета ($r=10\%$)	млн руб	25090,9	18505,4
27	Срок окупаемости инвестиций	лет	8,7	9,2
28	Дисконтированный срок окупаемости ($r=10\%$)	лет	12,8	14,2
29	Внутренняя норма доходности	%	13,9	12,8
30	Индекс доходности инвестиций ($r=10\%$)	доли ед.	1,27	1,19
31	Чистый доход государства	млн руб	98209,0	98673,5
32	Чистый дисконтированный доход государства ($r=8,25\%$)	млн руб	44225,7	43902,3

Таблица 3.11 – Техничко-экономические показатели сравнения вариантов (при ставке дисконтирования 15%)

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Вариант с 4 лавами	Вариант с 5 лавами
1	2	3	5	6
1	Промышленные запасы: - по чистым угольным пачкам - горной массы	тыс. т тыс. т	332960,0 341530,0	332960,0 341530,0
2	Марка угля	-	Ж, КЖ	
3	Годовая производственная мощность предприятия - по добыче угля - по переработке угля - по выпуску концентрата	тыс. т тыс. т тыс. т	19000,0 19000,0 15000,0	19000,0 19000,0 15000,0
4	Срок отработки запасов пласта 2.2. Улуг	лет	33	39
5	Горизонт расчета в том числе отработка запасов	лет лет	19,5 17,0	19,5 17,0
6	Срок выхода на полную производственную мощность: - по добыче угля - по выпуску концентрата	лет лет	5,5 5,5	6,5 5,5
7	Объем (по горной массе): - добычи угля - переработки угля	тыс. т тыс. т	282920,0 280320,0	289300,0 286700,0
8	Зольность: - добытого угля - товарной продукции	% %	17,1 6,9	17,1 6,9
9	Выход концентрата	%	81,1	81,1
10	Объем товарной продукции в том числе: 10.1 Рядовой уголь 10.2 Концентрат	тыс. т тыс. т тыс. т	227373,2 2600,0 224773,2	232473,4 2600,0 229873,4
11	Средняя цена реализации единицы товарной продукции	руб/т	3581,1	3581,5
12	Стоимость товарной продукции	млн руб	814253,3	832614,4

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5
13	Инвестиционные затраты, всего	млн руб	128709,4	141357,4
	в том числе:			
	13.1 Капитальные вложения до выхода на производственную мощность	млн руб	82280,9	91212,6
	13.2 Обоганительная фабрика	млн руб	14345,7	14345,7
	13.3 Капитальные вложения в период эксплуатации	млн руб	29436,8	32972,2
	13.4 Оборотный капитал	млн руб	2646,0	2826,9
14	Потребность в денежных средствах на строительство ГОК	млн руб	80878,6	84683,9
15	Эксплуатационные затраты	млн руб	516307,9	543444,1
	в том числе амортизация	млн руб	95751,6	105612,8
16	Себестоимость добычи угля	руб/т	802,8	858,7
17	Себестоимость обогащения угля	руб/т	149,3	147,1
18	Внепроизводственные затраты	руб/т	1087,8	1087,8
19	Себестоимость единицы товарной продукции	руб/т	2270,8	2337,7
20	Прибыль от продаж	млн руб	297945,5	289170,3
21	Налог на имущество и прочие платежи	млн руб	20058,9	20358,2
22	Прибыль до налогообложения	млн руб	277886,5	268812,1
23	Налог на прибыль	млн руб	55577,3	53762,4
24	Чистая прибыль	млн руб	222309,2	215049,7
25	Чистый доход за горизонт расчета	млн руб	192130,5	182790,0
26	Чистый дисконтированный доход за горизонт расчета (r=15 %)	млн руб	-5225,4	-10574,9
27	Срок окупаемости инвестиций	лет	8,7	9,2
28	Дисконтированный срок окупаемости (r=15 %)	лет	не окупается	не окупается
29	Внутренняя норма доходности	%	13,9	12,8
30	Индекс доходности инвестиций (r=15 %)	доли ед.	0,94	0,88
31	Чистый доход государства	млн руб	98209,0	98673,5
32	Чистый дисконтированный доход государства (r=8,25 %)	млн руб	44225,7	43902,3

Таблица 3.12 – Календарный план развития добычи по пласту 2.2 Улуг (нисходящий порядок отработки)

[illegible]

Примечание: * - нагрузка в первый год отработки выемочных столбов составляет 250 тыс.т/мес.

Таблица 3.13 – Календарный план развития добычи по пласту 2.2 Улуг (восходящий порядок отработки)

[illegible]

Таблица 3.14 – Календарный план развития добычи по пласту 6.11

Наименование		Марка угля	Вынима- емая мощность пласта по г.м., м	Запасы ч.у.п. тыс. т	Золь-ность ч.у.п., %	Кoeff- фициент соотно- шения г.м. и чуп	Запасы по г.м., тыс.т.	Золь-ность г.м., %	Нагрузка на очистной забой, тыс. т/мес	Годы отработки запасов																	
										Строительство выработок	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
										2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
Блок 1	Лава 1-1	Ж	1,9	2040	12,5	1,03	2100	15,5	210		2100																
	Лава 1-2	Ж	1,9	2040	11,4	1,03	2100	14,4	210			2100															
	Лава 1-3	Ж	1,7	1790	13,2	1,03	1840	16,2	210				1840														
	Лава 1-4	Ж	1,7	1640	15,3	1,03	1690	18,3	210				360	1330													
	Лава 1-5	Ж	1,9	1670	14,3	1,03	1720	17,3	210					870	850												
	Итого по блоку 1			1,8	9180	13,3	1,03	9450	16,3		0	2100	2100	2200	2200	850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Блок 2	Лава 2-1	Ж	1,8	1370	16,4	1,03	1410	19,4	210		530	880															
	Лава 2-2	Ж	1,8	1210	13,4	1,03	1250	16,4	210				1250														
	Лава 2-3	Ж	1,8	1060	13,6	1,03	1090	16,6	210				300	790													
	Лава 2-4	Ж	1,9	810	10,2	1,19	960	13,2	210					960													
	Лава 2-5	Ж	2,0	830	10,0	1,02	850	13,0	210						850												
	Итого по блоку 2			1,9	5280	12,7	1,06	5560	15,7		0	530	880	1550	1750	850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Блок 3	Лава 3-1	Ж	1,9	1630	13,7	1,03	1680	16,7	210						1150	530											
	Лава 3-2	Ж	2,0	2280	14,0	1,03	2350	17,0	210							1670	680										
	Лава 3-3	Ж	1,9	2150	13,0	1,03	2210	16,0	210								1520	690									
	Лава 3-4	Ж	2,1	2140	12,3	1,11	2380	15,3	210									1510	870								
	Итого по блоку 3			2,0	8200	13,3	1,05	8620	16,3		0	0	0	0	0	1150	2200	2200	2200	870	0	0	0	0	0	0	0
Блок 4	Лава 4-1	Ж	1,8	2030	17,8	1,03	2090	20,8	210						1150	940											
	Лава 4-2	Ж	1,7	1900	21,0	1,03	1960	24,0	210							1260	700										
	Лава 4-3	Ж	2,0	1960	17,0	1,03	2020	20,0	210								1500	520									
	Лава 4-4	Ж	2,0	1190	16,0	1,03	1230	19,0	210									1230									
	Лава 4-5	Ж	1,9	540	15,0	1,04	560	18,0	210										140	420							
	Итого по блоку 4			1,9	7620	17,4	1,03	7860	20,4		0	0	0	0	0	1150	2200	2200	1890	420	0	0	0	0	0	0	0
Блок 5	Лава 5-1	Ж	1,7	1920	12,0	1,03	1980	15,0	210										1130	850							
	Лава 5-2	Ж	1,9	2100	13,3	1,03	2160	16,3	210											1350	810						
	Лава 5-3	Ж	1,6	1730	12,5	1,03	1780	15,5	210												1390	390					
	Лава 5-4	Ж	1,6	1350	12,5	1,03	1390	15,5	210													1390					
	Лава 5-5	Ж	1,8	770	9,9	1,03	790	12,9	210														110	680			
	Итого по блоку 5			1,7	7870	12,0	1,03	8100	15,0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1130	2200	2200	1890	680	0	0	0
Блок 6	Лава 6-1	Ж	2,1	1850	11,9	1,03	1910	14,9	210										1580	330							
	Лава 6-2	Ж	2,0	1520	12,5	1,03	1570	15,5	210											1570							
	Лава 6-3	Ж	1,8	1150	13,5	1,03	1180	16,5	210												1180						
	Лава 6-4	Ж	1,9	830	12,8	1,02	850	15,8	210												850						
	Итого по блоку 6			2,0	5350	12,7	1,03	5510	15,7		0	0	0	0	0	0	0	0	1580	1900	2030	0	0	0	0	0	0
Блок 7	Лава 7-1	Ж	1,0	1160	11,5	1,05	1220	16,5	130													1220					
	Лава 7-2	Ж	1,2	1270	13,7	1,05	1330	18,7	130													210	1120				
	Лава 7-3	Ж	1,4	1150	10,3	1,17	1340	15,3	130															250	1090		
	Лава 7-4	Ж	1,5	1180	11,8	1,07	1260	16,8	130																280	980	
	Лава 7-5	Ж	1,4	1060	14,0	1,05	1110	19,0	130																390	720	
	Лава 7-6	Ж	1,5	720	11,6	1,06	760	16,6	130																	650	110
	Итого по блоку 7			1,3	6540	12,2	1,07	7020	17,2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1430	1370	1370	1370	1370	110
Блок 8	Лава 8-1	Ж	1,0	730	9,5	1,05	770	14,5	130														770				
	Лава 8-2	Ж	1,1	710	16,0	1,06	750	21,0	130																750		
	Лава 8-3	Ж	1,1	620	17,6	1,05	650	22,6	130																650		
	Лава 8-4	Ж	1,0	480	13,0	1,04	500	18,0	130																	500	
	Лава 8-5	Ж	0,9	360	12,8	1,06	380	17,8	130																	380	
	Лава 8-6	Ж	1,1	370	18,8	1,05	390	23,8	130																	290	100
	Лава 8-7	Ж	1,1	470	18,8	1,04	490	23,8	130																		490
	Итого по блоку 8			1,0	3740	15,2	1,05	3930	20,2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	770	1400	1170	590
ИТОГО по ШАХТЕ очистная добыча				53780	13,6	1,04	56050	17,1		0	2630	2980	3750	3950	4000	4400	4400	4090	4000	4100	4230	3320	2820	2770	2540	1960	110
Добыча с проходки, тыс. т							6040			700	200	300	380	390	400	440	440	410	400	410	420	330	280	280	200	60	0
ВСЕГО ДОБЫЧИ, тыс. т							62090			700	2830	3280	4130	4340	4400	4840	4840	4500	4400	4510	4650	3650	3100	3050	2740	2020	110
Зольность, %										17,1	16,3	16,0	16,6	16,6	17,2	19,5	18,6	17,2	15,5	15,7	16,1	16,1	16,0	18,6	18,2	19,6	16,6
Концентрат, тыс. т							49810			550	2310	2700	3355	3525	3520	3650	3735	3595	3660	3735	3815	2995	2555	2360	2135	1525	90

Таблица 3.15 – Сводная таблица добычи угля по пластам 2.2 Улуг и 6.11

Номер варианта	Добыча, тыс. т	Годы отработки запасов																																			
		Строительство выработок			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
По горной массе																																					
Пл. 2.2 Улуг (вариант 1)	381570	10	370	840	2540	9770	19270	19430	19500	19190	18900	18960	18860	18850	18210	17330	17830	15680	15120	14460	14720	13130	13920	11680	11660	9980	7310	5700	6520	5930	3430	2200	1920	2160	2160	2160	1870
Пл. 6.11	62090																700	2830	3280	4130	4340	4400	4840	4840	4500	4400	4510	4650	3650	3100	3050	2740	2020	110	0	0	0
ИТОГО	443650	10	370	840	2540	9770	19270	19430	19500	19190	18900	18960	18860	18850	18210	17330	18530	18510	18400	18590	19060	17530	18760	16520	16160	14380	11820	10350	10170	9030	6480	4940	3940	2270	2160	2160	1870
Концентрат																																					
Пл. 2.2 Улуг (вариант 1)	305660	0	305	710	2025	7580	15090	15115	15035	15050	15060	15070	15070	15045	15050	15070	14455	12705	12380	11710	11740	10500	11165	9255	9315	8055	5870	4545	5280	4805	2730	1715	1510	1720	1720	1720	1490
Пл. 6.11	49810																550	2310	2700	3355	3525	3520	3650	3735	3595	3660	3735	3815	2995	2555	2360	2135	1525	90	0	0	0
ИТОГО	355470	0	305	710	2025	7580	15090	15115	15035	15050	15060	15070	15070	15045	15050	15070	15005	15015	15080	15065	15265	14020	14815	12990	12910	11715	9605	8360	8275	7360	5090	3850	3035	1810	1720	1720	1490

Проектирование объектов наземной инфраструктуры
Анализ основных факторов, влияющих на выбор расположения
промплощадок

В результате логически-структурного анализа выявлены следующие основные факторы, ограничивающие выбор месторасположения промышленных площадок горно-обогатительного комплекса (рис.3.13):

а) Места заложения устьев стволов, учитывающие рельеф поверхности и обеспечивающие оптимальные параметры вскрытия месторождения. В зависимости от места заложения конвейерных стволов, расположение площадок выдачи угля на поверхность рассмотрено в нескольких вариантах.

б) Существующая застройка территории. При выборе вариантов расположения площадок учитывалась возможность размещения площадок с максимальным сохранением существующей застройки и учетом размеров санитарно-защитных зон.

с) Внешние транспортные коммуникации, возможность вывозки готовой продукции. В работе рассмотрены следующие варианты транспортировки угля: железнодорожным и конвейерным транспортом по мостовым переходам через реку Верхний Енисей:

1) по размещенному ниже по течению реки Верхний Енисей от села Усть-Элегест мостовому железнодорожному переходу;

2) по размещенному выше по течению реки Верхний Енисей от села Усть-Элегест, автодорожному мостовому переходу, с выделенной полосой под конвейер;

д) Наличие на территории строительства объектов археологического и культурного наследия. Выбор площадок и их компоновка обусловлена максимально возможным сохранением памятников культурного наследия.

Объекты поверхности ГОК «Элегест» представлены шестью блоками:

- е) Технологический комплекс.
- а) Ремонтно-складское хозяйство.
- б) Административно-бытовой комплекс.
- с) Объекты инженерной инфраструктуры.

d) Вахтовый поселок.

е) Железнодорожная погрузочная станция, автомобильный мостовой переход с конвейером и железнодорожная погрузочная мостового перехода.

Варианты расположения площадок

Вариант 1

Вариантом предусматривается расположение основной промплощадки на северо-западной границе лицензионного участка и организация единой промышленной площадки шахты и обогатительной фабрики с железнодорожной станцией.

Вариант 1в

В данном варианте принято решение о расположении обогатительной фабрики и железнодорожной станции на правом берегу реки Верхний Енисей напротив основной промплощадки № 1, расположенной в северо-западном углу лицензионного участка.

Вариант 2

В данном варианте, промплощадка расположена на северо-востоке лицензионного участка. Обогажительная фабрика и железнодорожная станция запроектированы на правом берегу реки Верхний Енисей, напротив северо-восточной границы лицензионного участка.

Вариант 2б

Обогатительная фабрика с железнодорожной станцией и основной промплощадкой в данном варианте расположена на правом берегу реки Верхний Енисей, напротив северо-восточной границы лицензионного участка.

Вариант 3

Площадка обогатительной фабрики с железнодорожной станцией и основная промплощадка в данном варианте расположена на правом берегу реки Элегест, на востоке лицензионного участка. Промплощадки №№ 2, 5, 6, 7 запроектированы вдоль северной границы лицензионного участка. Площадка № 4 приближена к южной границе участка. Площадка № 3 расположена на западной границе участка. Площадка № 8 расположена в центре лицензионного

участка. Для связи между площадками № 8 и основной шахтовой промплощадкой запроектирован автодорожный мост через реку Элегест.

Вахтовый поселок размещен между шахтовыми площадками № 2 и № 6 на левом берегу реки Верхний Енисей.

Вариант 3а

В данном варианте расположение основной промплощадки совместно с обогатительной фабрикой и железнодорожной станцией предусмотрено на правом берегу реки Элегест. Шахтовые площадки №№ 2, 4, 6, 7 запроектированы вдоль северной границы лицензионного участка. Вахтовый поселок размещен между шахтовыми площадками № 2 и № 4 на левом берегу реки Верхний Енисей. К южной границе участка приближена шахтовая промплощадка № 5. Площадка № 3 расположена вдоль западной границы участка. Площадка № 8 расположена в центре лицензионного участка.

Вариант 5

Расположение основной промплощадки предусмотрено вдоль северо-западной границы лицензионного участка. Вариантом предусматривается организация единой промышленной площадки шахты и обогатительной фабрики с железнодорожной станцией.

Рассмотренные варианты представлены на рис.3.14-3.15.

Проектирование места заложения основных промышленных площадок ГОКа (строительство обогатительной фабрики, АБК, вахтового поселка и ТЭС)

1. Расчеты показали, что при наличии базового варианта с началом развития горных работ в пределах Восточного блока, требуются инвестиции в размере (основные составляющие):

- более 1500 млн руб строительство конвейерной галереи через р. Верхний Енисей протяженностью 4500 м от Восточного блока до обогатительной фабрики с размещением в ней 2-х ленточных конвейеров с шириной ленточного полотна 2000мм;

- строительство железнодорожного полотна – около 12.0 км, - ориентировочная стоимость – 524.0 млн руб.;

- станция погрузки – ориентировочная стоимость -1350.0 млн руб.;
- ремонт и расширение 20.0 км автомобильной дороги на противоположном берегу.

Общий объем инвестиций составит 3975.0 млн руб.

При начале развития горных работ с Западного блока и строительстве обогатительной фабрики на противоположном берегу р. Енисей требуется проведение следующих мероприятий:

- проведение дополнительно около 20 км горнокапитальных выработок;
- увеличение дальности транспортирования угля на 5.0 км с удлинением магистральных ленточных конвейеров.

Дополнительный объем инвестиций составит 2790.0 млн руб (проведение горных выработок – 2340.0 млн руб., приобретение ленточных магистральных конвейеров – 450.0 млн руб.). Данный вариант приводит к увеличению сроков строительства ГОКа.

В частном варианте предусматривается строительство конвейерной линии на поверхности от Восточного до Западного блока длиной около 8.0 км. Объем инвестиций на реализацию этого варианта составит 850.0 млн руб. Общий объем инвестиций составит 4825.0 млн руб.

2. Рассматривается вариант с размещением пром.площадки в районе Красные Горки, для реализации которого требуются следующие инвестиции:

- строительство ж/д моста через реку Верхний Енисей протяженностью около 1000 м, - ориентировочная стоимость –864.0 млн руб;
- строительство ж/д пути протяженностью около 25.0 км, – ориентировочная стоимость – 1025.0 млн руб;
- станция погрузки – ориентировочная стоимость – 1350.0 млн руб;
- перенос линии электропередач (2-е 110 кВ и 1-а 220 кВ) протяженностью 10.0 км – ориентировочная стоимость – 200.0 млн руб.;
- перенос автомобильной дороги протяженностью 10.0 км – ориентировочная стоимость – 225.0 млрд руб.

Общий объем инвестиций составит 3664.0 млн руб. Данный вариант рассматривается в постановке комплексного строительства 2-х ТЭС:

- в г. Кызыл мощностью 130-140 МВт для снабжения электрической и тепловой энергией промышленных объектов республики;
- на промышленной площадке шахты мощностью 60-70 МВт для снабжения электрической и тепловой энергией предприятий ГОКа.

3. Начало развития горных работ и размещение промплощадки предусматривается в верхней части Западного блока и для этого необходим следующий объем инвестиций:

- строительство ж/д моста через реку Верхний Енисей протяженностью около 1000м, - ориентировочная стоимость – 896.0 млн руб.;
- строительство ж/д пути протяженностью около 63.0 км, - ориентировочная стоимость – 2583.0 млн руб.;
- станция погрузки – ориентировочная стоимость – 1350.0 млн руб.;
- прокладка конвейерной линии длиной около 3.5 км по поверхности от Западной площадки шахты до ОФ – 320.0 млн руб.

Общий объем инвестиций составит около 5149.0 млн руб.

При анализе и сравнении вариантов размещения промплощадки шахты следует учесть отличительную особенность реализации базового варианта с размещением ОФ на другом берегу р. Енисей. При реализации этого варианта ожидается увеличение себестоимости добычи угля на 40-50 руб/т с учетом следующих составляющих:

- формируются дополнительные затраты на содержание дополнительной промплощадки, в т.ч. АБК и пожарного депо около ОФ;
- формируются дополнительные затраты на содержание и обслуживание дополнительной конвейерной линии (4.5 км.);
- необходимость ввода дополнительных затрат на тепловое сопровождение транспортирования угля по конвейерной галерее в зимнее время;
- формируются дополнительные затраты на доставку трудящихся и обслуживающего персонала от вахтового поселка на ОФ на расстояние 4.5 км, а в случае возникновения аварийных ситуаций на ОФ – доставка специалистов, материалов и оборудования с основной площадки шахты;

- формируются дополнительные затраты на содержание 20.0 км. автомобильной дороги на противоположном берегу р. Енисей от автомобильного моста до ОФ.

Экономическое сравнение предлагаемых вариантов с основными составляющими затратными элементами приведено в таблице 3.16. В таблице 3.17 приведены данные о энергонагруженности и капитальных вложений по вариантам расположения объектов наземной инфраструктуры.

Таблица 3.16 - Экономическое сравнение альтернативных проектных вариантов

№ п/п	Наименование составляющих затратных элементов	Базовый вариант	Западный блок	Красная горка
1	Строительство ж/д пути	12.0 км – 524.0 млн руб	63.0 км – 2583.0 млн руб	25.0 км – 1025.0 млн руб
2	Станция погрузки	1350.0 млн руб	1350.0 млн руб	1350.0 млн руб
3	Строительство ж/д моста через р. Верхний Енисей	-	896.0 млн.руб.	864.0 млн.руб.
4	Прокладка конвейерной линии	10.8 км – 2180.0 млн руб	3.5км. – 320.0 млн руб	-
5	Перенос (ремонт) автомобильных дорог	20.0 км – 450.0 млн руб	-	10 км – 225.0 млн руб
6	Перенос ЛЭП 110 кВ – 2шт., 220 кВ – 1шт. на расстояние 10 км.			200.0 млн руб
7	Строительство дополнительного АБК и пожарного депо	151.0 млн руб	-	-
8	Итого: (общий объем инвестиций)	4655.0 млн руб	5149.0 млн руб.	3664.0 млн руб

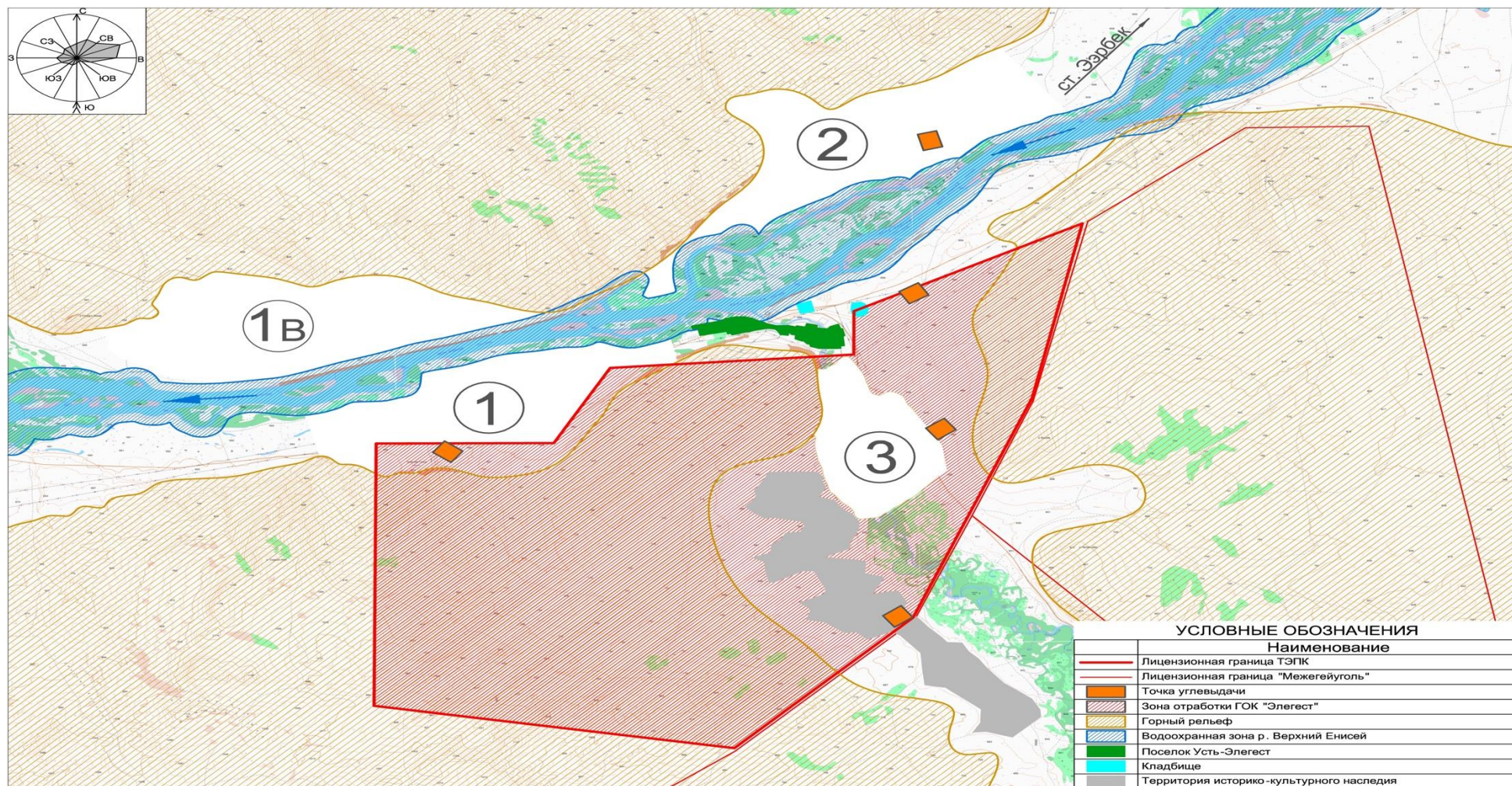
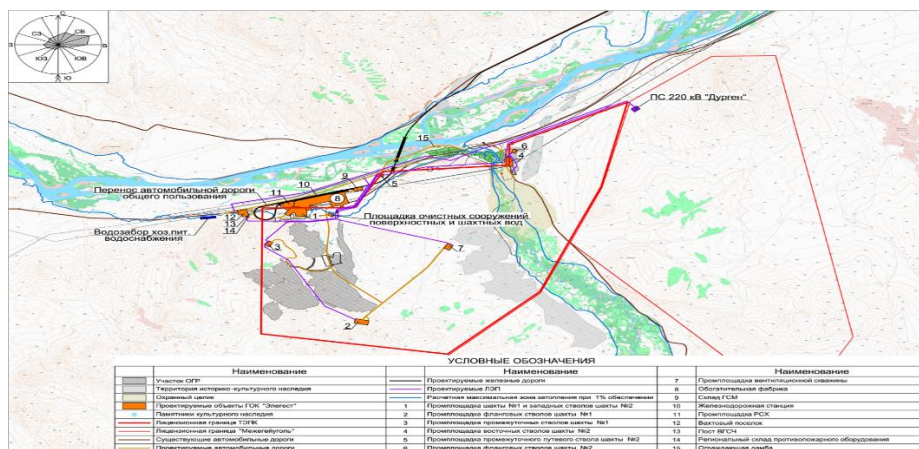
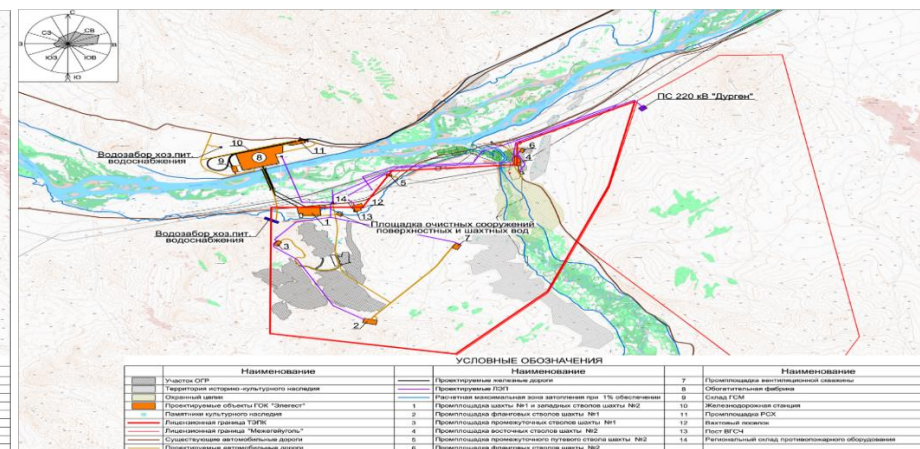


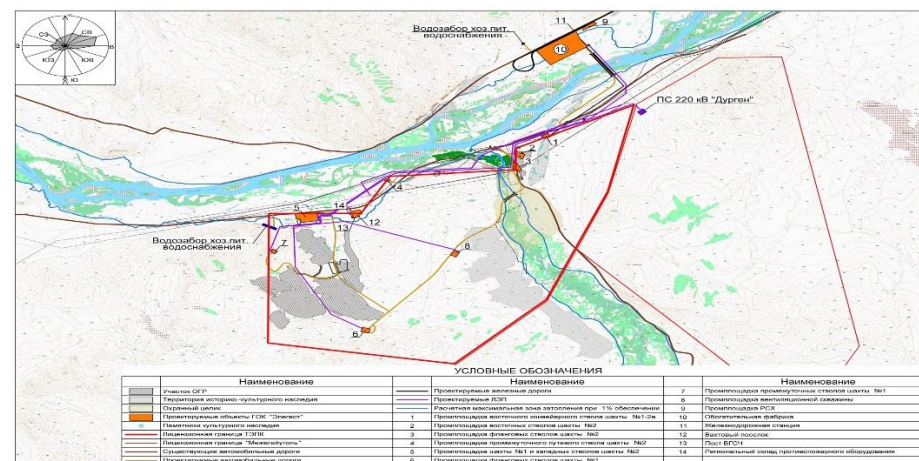
Рис. 3.13 – Основные факторы, оказывающие влияние на расположение объектов наземной инфраструктуры Элегестского каменноугольного месторождения



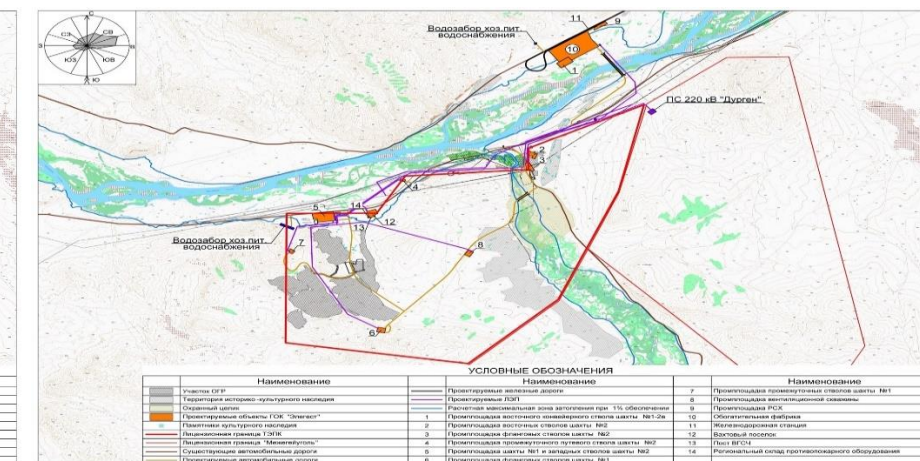
Вариант 1



Вариант 1b



Вариант 2



Вариант 2b

Рис. 3.14 – Проектирование расположения объектов наземной инфраструктуры

Таблица 3.17 - Сводная таблица энергонагруженности и капитальных вложений по вариантам расположения объектов наземной инфраструктуры

Наименование варианта	Общая установленная электрическая мощность, МВт			Общая расчетная электрическая мощность, МВт			Капитальные вложения, тыс. руб.
	Всего	в том числе		Всего	в том числе		
		потребителей поверхности	подземных потребителей		потребителей поверхности	подземных потребителей	
Вариант 1	158,826	93,631	65,195	99,849	62,323	37,526	4 278 562
Вариант 1В	166,366	101,171	65,195	104,218	66,692	37,526	4 947 750
Вариант 2	170,461	101,985	68,476	107,185	67,530	39,655	4 809 075
Вариант 2Б	162,351	93,875	68,476	102,190	62,535	39,655	4 809 631
Вариант 3	166,371	89,774	76,597	104,149	59,670	44,479	3 779 136
Вариант 3А	170,171	93,574	76,597	107,162	62,683	44,479	3 779 176
Вариант 3Б	164,771	88,174	76,597	102,681	58,202	44,479	3 779 150
Вариант 5	151,626	86,431	65,195	94,543	57,017	37,526	3 802 727

ВЫВОДЫ

1. Основные горно-геологические и горнотехнические параметры, характеризующие благонадежность запасов и технологичность их отработки, находятся в рамках доверительных интервалов, позволяющих спроектировать высокоэффективное угледобывающее предприятие. Отдельные проявления негативных факторов могут быть сnivelированы использованием современных технических средств и технологических структур отработки запасов.

2. Одним из значительных и весомых параметров угледобывающего предприятия является производственная мощность, в основе количественного уровня которой лежит обеспеченность кондиционными промышленными запасами, горнодобывающим оборудованием и оптимальными параметрами технологической составляющей ведения горных работ. В этом случае возникает необходимость ориентироваться на фактические данные о запасах и элементах залегания угольных пластов, характеризующихся высокой степенью изменчивости, и как следствие высокой степенью неопределенности, что присуще и Элегестскому месторождению каменных углей. В этом случае расчеты следует производить с учетом этих ограничений по аналитической формуле в детерминированной постановке, а также с использованием критерия Сэвиджа.

3. Оптимальная стратегия освоения Элегестского каменноугольного месторождения и наращивания объемов производства должна базироваться на обосновании и выборе блока первоочередной отработки с наиболее благоприятными и технологичными условиями отработки запасов. Это позволит апробировать и адаптировать используемые технологические структуры отработки запасов и системы разработки и перенести их на более сложные участки горного отвода. Выбор блока первоочередной отработки необходимо производить с учетом следующих составляющих: - объем промышленных запасов, нормальный водоприток, природная метаноносность, максимальный маржинальный доход.

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА И ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Обоснование стратегии комплексного освоения Элегестского месторождения коксующегося угля на основе государственно-частного партнерства

В современных макроэкономических условиях актуальной ключевой проблемой для государства является использование различных механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) с целью привлечения финансовых ресурсов частных инвесторов для развития и модернизации различных секторов экономики, прежде всего стратегически важных отраслей промышленности, включая реализацию приоритетных национальных проектов в сфере железнодорожной инфраструктуры.

В соответствии с «Программой развития угольной промышленности России на период до 2030 года» четырнадцать проектов в сферах добычи и переработки угля, электроэнергетики, железнодорожной и портовой инфраструктуры предполагается профинансировать на принципах ГЧП из средств федерального бюджета и Фонда национального благосостояния (ФНБ) с общим объемом 526,87 млрд руб., что составляет порядка 20 % от всех инвестиционных затрат [97,98]. При этом наибольший объем господдержки предполагается вложить в проекты в сфере железнодорожной инфраструктуры (39,6 %), включая:

- модернизацию железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей с развитием пропускных и провозных способностей (ОАО «РЖД»);
- строительство железнодорожной линии «Элегест-Кызыл-Курагино» (АО «ТЭПК») и др.

Логистическое обеспечение к 2030 году освоения перспективных угольных месторождений Тывы связано с ежегодной перевозкой более 40,0 млн тонн дефицитных марок угля (табл. 3.2).

При этом правообладатели лицензионных участков рассматривают различные возможные основные и резервные варианты транспортировки угольной продукции на внутренний и внешний рынки с выходом на федеральные железнодорожные магистрали – автомобильным, железнодорожным и даже речным транспортом.

В настоящее время Республика Тыва имеет два транспортных выхода к железнодорожной сети России:

- участок федеральной автомобильной трассы «Енисей» от Кызыла до Абакана (известен также под историческим названием Усинский тракт);
- региональную автодорогу «Ак-Довурак – Абаза».

Однако наиболее оптимальным вариантом с точки зрения логистических затрат для всех правообладателей лицензионных участков остается строительство железнодорожной магистрали Элегест-Кызыл-Курагино.

С 2013 года предполагалось часть средств из ФНБ направлять на реализацию инфраструктурных проектов, в том числе и на проект «Строительство железной дороги Элегест - Кызыл - Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва» (в соответствии с соответствующим распоряжением Правительства РФ).

В 2015 году Правительством РФ было одобрено выделение 86,87 млрд руб. из средств ФНБ на строительство железной дороги Элегест – Кызыл – Курагино протяжённостью 410 км и общей стоимостью 217,2 млрд рублей (рис. 4.1).

Предполагалось, что средства ФНБ будут размещены в качестве субординированных, долгосрочных депозитов в одном из госбанков, который в свою очередь купит на эти средства облигации ЗАО «ТЭПК» на сумму 86,87 млрд рублей.

Таблица 4.1 – Перспективные инвестиционные проекты по освоению угольных месторождений Республики Тыва

№ п/п	Наименование проекта	Организация, реализующая проект (холдинг)	Характеристика проекта
1.	Строительство угольного комплекса на Элегестском месторождении	ООО «ТЭПК-Майнинг» (АО «ТЭПК»)	Добыча коксующегося угля марки Ж к 2030 году 17 млн т в год; выпуск 15 млн т концентрата угля в год
2.	Строительство Межегейского угледобывающего комплекса (Межегейское месторождение)	ООО УК «Межегейуголь» (Evraz Group)	Добыча коксующегося угля марки Ж к 2030 году 6,0 млн т в год
3.	Разведка и добыча каменного угля на участке «Центральный» в западной части Улуг-Хемского угольного бассейна	ООО «УлугхемУголь» (ПАО «Северсталь»)	Строительство шахты с добычей коксующегося угля марки Ж к 2030 году 9,5 млн т в год
4.	Освоение Каа-Хемского и Чаданского месторождений угля	ООО «Тувинская горнорудная компания», ОАО «ЕвроСибЭнерго» (En+ Group)	Разработка открытым способом Каа-Хемского и Чаданского месторождений угля марок Г и ГЖ суммарным объемом около 10,0 млн т в год



Рисунок 4.1 – Обзорная карта угольных месторождений Тывы и поэтапного развития транспортной инфраструктуры для перевозок угля

В рамках антикризисного плана в марте 2015 года на реализацию инфраструктурного проекта «Модернизация железнодорожной инфраструктуры Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей с развитием провозных и пропускных способностей» были привлечены средства ФНБ в сумме 50 млрд рублей. При этом на 1 января 2016 г. кассовый расход составлял лишь 3,7 млрд руб. или 7% от полученной суммы.

В связи с дефицитом федерального бюджета концепция расходования средств из ФНБ поменялась и их выделение на новые инфраструктурные проекты было прекращено, в том числе и на реализацию комплексного инфраструктурного проекта «Строительство железной дороги Элегест - Кызыл - Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке в увязке с освоением минерально-сырьевой базы Республики Тыва». Таким образом в очередной раз под вопросом оказалось не только строительство этой железнодорожной магистрали, но и проектные сроки освоения Элегестского месторождения дефицитных коксующихся углей в соответствии с утвержденной документацией – строительство горно-обогательного комплекса мощностью более 15.0 млн тонн концентрата коксующегося угля в год, а также создание угольного терминала в морском порту Ванино.

В этой связи с целью ускорения логистического обеспечения освоения угольных месторождений Тывы ЗАО «ТЭПК» был проработан альтернативный вариант финансирования строительства железнодорожной линии Элегест-Кызыл-Курагино на основе заключения концессионного соглашения с одним или несколькими инвесторами [99].

В Республике Тыва имеется накопленный опыт в части реализации различных проектов на принципах ГЧП на региональном и муниципальном уровнях, включая и концессионные проекты в сфере транспортной инфраструктуры. В конце 2012 года было подписано концессионное соглашение в отношении двух региональных дорог общей протяженностью 530 км между правительством Республики Тыва (концедент) и

концессионером – подконтрольным «Evraz Group» консорциумом «Тувинские дороги». По данному соглашению дороги «Кызыл – Ак-Довурак» и «Ак-Довурак – Абаза» будут подлежать поэтапной реконструкции. Они рассматриваются «Evraz Group» как элемент развития основного бизнеса холдинга в Туве – освоения Межегейского месторождения угля. Фактически компания берет на себя все расходы по содержанию и улучшению указанных автодорог, чтобы гарантированно обеспечить себя транспортным путем для будущих перевозок угля, при этом предоставляя населению республики возможность бесплатно пользоваться ими. По требованию правительства республики плата за проезд по концессионным дорогам коснется только владельцев автотранспорта массой свыше 20 тонн.

Однако рост социально-экономических показателей развития Республики Тыва в среднесрочной перспективе связан преимущественно с реализацией одного из крупнейших национальных проектов государственно-частного партнерства – строительства железнодорожной линии Элегест-Кызыл-Курагино с выходом на железнодорожную сеть страны. Мультипликативный эффект от строительства железнодорожной линии, помимо колоссальной экономической и бюджетной составляющей, предполагает высокую социальную значимость проекта для населения республики [100]. При этом наиболее приемлемым механизмом реализации этого проекта остается концессионная форма ГЧП, обладающая рядом неоспоримых преимуществ для сторон концессионного соглашения.

На основе анализа факторов эффективности и комплексов мероприятий развития механизмов реализации концессионных проектов в сфере транспортной инфраструктуры выявлены основные преимущества концессии как формы государственно-частного партнерства для концедента в лице государства и для концессионера (частного инвестора), рис. 4.2.

На рис. 4.2 приняты следующие обозначения: А, В, С, D, E, F, G, H, I – символы факторов эффективности и комплексы мероприятий развития механизмов реализации концессионных проектов в сфере транспортной

инфраструктуры, реализация которых достигается в результате осуществления соответствующих операций: $\{a\}$, $\{b\}$, $\{c\}$, $\{d\}$, $\{e\}$, $\{f\}$, $\{g\}$, $\{h\}$, $\{i\}$.

$A=\{a_1, a_2, \dots a_n\}$ – правовое и институциональное обеспечение реализации концессионных соглашений (КС) {совершенствование федеральных законов, нормативных документов министерств и ведомств, регионального законодательства};



Рисунок 4.2 - Факторы эффективности и комплексы мероприятий развития механизмов реализации концессионных проектов в сфере транспортной инфраструктуры

$B=\{b_1, b_2, \dots b_n\}$ – решение государственных задач за счет частных инвесторов {снижение бюджетных затрат, минимизация операционных рисков для государства, сокращение сроков реализации концессионного проекта};

$C=\{c_1, c_2, \dots c_n\}$ – сохранение права собственности на объект транспортной инфраструктуры у государства {увеличение поступлений от налогов и других выплат в бюджеты всех уровней, регулярные платежи концессионера (инвестора) концеденту за владение и пользование объектом};

$D=\{d_1, d_2, \dots d_n\}$ – объединение ресурсов и справедливое распределение рисков между сторонами КС {финансовое участие частного инвестора в создании объекта концессии и осуществление его обслуживания, предоставление государственных гарантий в соответствии с законодательством по обеспечению минимального уровня рентабельности,

снижение риска дефолта проекта, передача частному партнеру только прав владения и пользования с сохранением прав собственности за концедентом};

$E=\{e_1, e_2, \dots e_n\}$ – обеспечение занятости населения на основе реализации инфраструктурного проекта {создание новых рабочих мест при строительстве и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры, а также на сопряженных территориях и др.};

$F=\{f_1, f_2, \dots f_n\}$ – долгосрочная эффективность управления объектами транспортной инфраструктуры {внедрение эффективных рыночных механизмов и менеджмента в сфере управления вместо административных методов, постоянный мониторинг реализации КС};

$G=\{g_1, g_2, \dots g_n\}$ – социально-экономическое развитие территорий, связанных с реализацией инфраструктурного проекта {развитие межрегиональных связей, предоставление услуг, связанных с эксплуатацией объекта концессионного соглашения, вовлечение в промышленное освоение других месторождений полезных ископаемых по транспортным магистралям};

$H=\{h_1, h_2, \dots h_n\}$ – привлечение инвестиций в транспортную и социально-экономическую инфраструктуру России с использованием концессионных облигаций {снижение инфраструктурных ограничений экономического роста, увеличение объемов инвестирования негосударственных пенсионных фондов в долгосрочные инфраструктурные проекты, формирование рынка долгосрочного инвестирования};

$I=\{i_1, i_2, \dots i_n\}$ – повышение инвестиционной и социальной привлекательности региона {предоставление преференций по налоговому, бюджетному, таможенно-тарифному регулированию, формирование рынка земельных участков под объекты КС, и др.}.

Организационно-финансовый механизм реализации концессионного проекта строительства железнодорожной линии Элегест-Кызыл-Курагино представлен на рис. 4.3. Под реализацию концессионного соглашения ЗАО «ТЭПК» планирует создать специальную проектную компанию-концессионера (эмитента), которая должна привлечь долгосрочные

инвестиции через механизм выпуска и размещения концессионных облигаций. При этом индексируемые по инфляции облигации выпускаются под обеспечение платежами по инвестиционной части тарифа. Облигации выпускаются по ставке «инфляция + % годовых».



Рисунок 4.3 – Организационно-финансовый механизм реализации концессионного проекта строительства железнодорожной линии Элегест-Кызыл-Курагино

Компанией-концессионером будет новая специально созданная проектная компания, привлекающая долгосрочные инвестиции через механизм выпуска и размещения концессионных облигаций. Инвесторами будут выступать ЗАО ТЭПК (акционер) и еще один сторонний инвестор. Заемные средства будут привлекаться через выпуск концессионных облигаций из негосударственных пенсионных фондов (НПФ) и через размещение среди прочих институциональных инвесторов.

Рассмотренные факторы эффективности и комплексы мероприятий развития механизмов реализации приоритетных проектов в сфере транспортной инфраструктуры в виде концессионного соглашения подтверждают целесообразность выбора этой формы ГЧП для ускорения реализации проектов автодорожной и железнодорожной инфраструктуры в Республике Тыва.

4.2. Концептуальные основы системно-ориентированной процедуры поэтапного перспективного устойчивого развития производственно-логистической системы отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения

В соответствии с принятыми концептуальными подходами к стратегии освоения Элегестского каменноугольного месторождения, данный инфраструктурный проект рассматривается как межрегиональная производственно-логистическая система, реализуемая на принципах государственно-частного партнерства (ГЧП), которая неразрывно связана не только со «Стратегией социально-экономического развития Республики Тыва на период до 2020 года», но и с ускорением освоения природно-ресурсной базы юга Красноярского края, повышением конкурентоспособности Транссиба на евроазиатском рынке транзитных услуг и увеличением экспортного потенциала в юго-восточном направлении, поскольку после 2020 года намечено строительство Тувинско-Монгольской железной дороги через Западную Монголию в Северо-Западный Китай в увязке с разработкой попутных месторождений полезных ископаемых [101,102,103,104] (см. рис. 4.4).

Строительство глубоководного морского угольного терминала в порту Ванино (Хабаровский край) по перевалке сухих грузов, в том числе и угля, будет способствовать ускоренному социально-экономическому развитию Дальнего Востока и улучшению инвестиционного климата в этом макрорегионе.

Кроме того, строительство железной дороги Элегест - Кызыл - Курагино и угольного портового терминала на Дальнем Востоке являются важными звеньями в стратегическом развитии мощной транспортной общеевропейской артерии – интермодального транспортного коридора «Запад-Восток» («Транссиб») транзитных

российских перевозок, включая уголь.



Рисунок 4.4 – Ситуационная карта-схема расположения месторождений Улуг-Хемского угольного бассейна и железнодорожной инфраструктуры

С учетом принятых методических подходов к описанию организационно-экономических механизмов в виде комплекса последовательно выполняемых процедур [105], алгоритм организационно-экономического механизма производственно-логистической системы (ПЛС) освоения Элегестского каменноугольного месторождения может быть представлен в следующем виде:

$$A=\{a\} \rightarrow B=\{b\} \rightarrow C=\{c\} \rightarrow D=\{d\} \rightarrow E=\{e\} \xrightarrow{da} F=\{f\} \rightarrow G=\{g\} \rightarrow H=\{h\} \rightarrow I=\{i\}$$

↑
нет

где A, B, C, D, E, F, G, H, I – процедуры, в рамках которых реализуются комплексы соответствующих операций:

{a} – диагностика исходных производственно-экономических, экологических и социальных условий развития проекта комплексного освоения Элегестского месторождения в отраслевом и территориальном разрезах с учетом рыночного спроса на выпускаемую угольную продукцию на внешнем и внутреннем рынках сбыта (маркетинговый SWOT-анализ);

{b} – определение задач и целевых установок развития проекта с учетом оценки инвестиционных и других возможностей для достижения поставленных целей на принципах ГЧП;

{c} – формирование технологически и экономически целесообразных вариантов структурной отраслевой и территориальной системы реализации подпроектов проекта с разработкой планов производства по освоению Элегестского месторождения (горно-обогатительного комплекса «Элегест»), строительству железной дороги Элегест-Кызыл-Курагино и угольного терминала в порту Ванино;

{d} – определение организационно-экономического варианта реализации проекта, наиболее рационального из числа альтернативно возможных по технологическим, экономическим, социальным, экологическим и правовым признакам;

{e} – проверка обеспеченности выбранного варианта развития проекта в ресурсном, правовом и институциональном отношениях с точки зрения достижения изначально поставленных экономических целей с учетом выполнения экологических, социальных и других обязательных требований;

{f} – SWOT-анализ проекта, анализ основных рисков проекта и разработка способов их минимизации;

{g} – разработка финансовой модели проекта на принципах ГЧП с оценками коммерческой, бюджетной и социально-экономической эффективности, а также кредитной устойчивости компании ТЭПК по погашению инвестиционного кредита Банка и заимствований ФНБ;

{h} – организация эффективного менеджмента по базовым вопросам производства и обращения конечной продукции компании ТЭПК в условиях динамичного рыночного пространства;

{i} – создание постоянного мониторинга текущего функционирования и перспектив устойчивого развития проекта с целью своевременного принятия производственно-экономических и организационных решений по мобилизации имеющихся резервов повышения его рентабельности в реально складывающихся условиях хозяйствования [8].

В принципе приведенный обобщенный алгоритм представляет собой системно ориентированные процедуры последовательного перспективного и

текущего бизнес-планирования эффективного и устойчивого развития отработки Элегестского месторождения с соответствующими научно-методическими обоснованиями решения комплекса организационно-экономических задач, обусловленных принятыми целевыми установками и реальными возможностями их достижения при формировании и последующем функционировании производственно-логистической системы на принципах ГЧП (рис. 4.5) [8].

Учитывая это, на основе ранее выполненных исследований по разработке организационно-экономических механизмов [105], сформирована матрица резервов и факторов с указанием основных участников их реализации по принадлежности к решаемым задачам (табл. 4.2).

В табл. 4.2 приняты следующие обозначения: **P, S, Z, W, I, L, O, R, F, M** – символы факторов эффективности и комплексы мероприятий развития производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения, реализация которых достигается в результате осуществления соответствующих операций: {p}, {s}, {z}, {w}, {i}, {l}, {o}, {r}, {f}, {m}; i, j, k, q – индексы операторов, реализующих факторы P, S, Z, W, I, L, O, R, F, M.

Данная матрица сформирована исходя из того, что эффективное и устойчивое развитие производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения должно достигаться совместными скоординированными усилиями всех участников (операторов) этого процесса как на уровне федеральных и региональных органов государственной власти, так и непосредственно отраслевых организаций в области добычи и обогащения угля, транспортной логистики угольных потоков на внешний и внутренний рынки с учетом требований экологической и энергетической безопасности каждой конкретной территории.

В связи с многообразием реально сложившихся и потенциально возможных условий функционирования производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения выполнен SWOT-анализ реализации данного инвестиционного проекта с целью выявления его сильных и слабых сторон, а также потенциальных возможностей и угроз (табл. 4.3).

Таблица 4.2 – Матрица факторов эффективности и комплексы мероприятий развития производственно-логистической системы (ПЛС) комплексного освоения Элегестского угольного месторождения и участников его практической реализации на принципах ГЧП

	Операторы реализации факторов			
Факторы эффективности и комплексы мероприятий развития производственно-логистической системы (ПЛС) проекта комплексного освоения Элегестского угольного месторождения	Органы государственной власти		Компании и организации энергоугольного, транспортного, научного и проектного профиля (к)	Зарубежные партнеры (q)
	Федеральные органы власти (Минэконом развития России и др.) (i)	Региональные органы власти (Республики Тыва, Красноярского Хабаровского краев) (j)		
<i>Цель инвестиционного проекта – развитие минерально-сырьевой базы Республики Тыва в части освоения Элегестского угольного месторождения с учетом строи-тельства необходимой инфраструктуры для транспортировки угля в порт отгрузки с последующей продажей.</i>				
Правовое и институциональное обеспечение реализации проекта (P)	P_i = { p_i }	P_j = { p_j }	P_k = { p_k }	-
Согласование интересов операторов проекта и государственная экспертиза проектной документации (S)	S_i = { s_i }	S_j = { s_j }	S_k = { s_k }	-
Интенсификация отработки экономически активных и конкурентоспособных запасов углей (Z)	Z_i = { z_i }	Z_j = { z_j }	Z_k = { z_k }	-
Социально-экономическое развитие территорий реализации ПЛС проекта с обеспечением дополнительной занятости трудовых ресурсов, включая вахтовый жилой комплекс для работников ГОК «Элегест» (W)	W_i = { w_i }	W_j = { w_j }	W_k = { w_k }	-
Активизация инвестиционной деятельности в звеньях ПЛС проекта на принципах ГЧП (I)	I_i = { i_i }	I_j = { i_j }	I_k = { i_k }	I_q = { i_q }
Оптимизация логистических затрат в ПЛС инвестиционного проекта (L)	L_i = { l_i }	L_j = { l_j }	L_k = { l_k }	-
Вовлечение в промышленное освоение других месторождений полезных ископаемых по трассам железнодорожных магистралей (O)	O_i = { o_i }	O_j = { o_j }	O_k = { o_k }	O_q = { o_q }
Развитие экономических связей Республики Тыва с регионами северо-западной части Монголии и Китая (R)	R_i = { r_i }	R_j = { r_j }	R_k = { r_k }	R_q = { r_q }
Совершенствование рыночных отношений при реализации инвестиционного проекта (F)	F_i = { f_i }	F_j = { f_j }	F_k = { f_k }	-
Мониторинг хода реализации звеньев проекта (M)	M_i = { m_i }	M_j = { m_j }	M_k = { m_k }	-

Таблица 4.3 – SWOT-анализ реализации инвестиционного проекта

Сильные стороны (внутренние факторы) – S	Слабые стороны (внутренние факторы) – W
<ul style="list-style-type: none"> ■ Значительные запасы высококачественного коксующегося угля, уникальная мощность пластов и высокая степень разведанности месторождения ■ Поддержка федеральных и региональных органов власти ■ Выгодное географическое положение месторождения для экспорта угля в АТР ■ Практический опыт менеджмента Компании реализации масштабных проектов, в том числе в угледобывающей отрасли и строительстве объектов транспортной и энергетической инфраструктуры ■ Возможность контролировать всю цепочку создания стоимости в рамках вертикально интегрированной компании ■ Простые горно-геологические и горнотехнические условия разработки месторождения, низкая газоносность на основной площади шахтного поля ■ Отсутствие особо охраняемых природных территорий в районе разработки месторождения, отсутствие инфраструктурных объектов в зоне проработки поверхности ■ Современная технология разработки месторождения с применением высокопроизводительного оборудования ■ Легкая обогащаемость коксующегося угля при высоком выходе концентрата ■ Производство концентрата с низкой зольностью с учетом потребностей рынка ■ Использование непрерывной технологии погрузки и защищенность угольного терминала от волнения по сравнению с аналогичными терминалами 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Значительные инвестиции в инфраструктуру, в том числе строительство дополнительных линий электропередачи, строительство железной дороги и портового угольного терминала ■ Недостаток квалифицированных кадров в регионе освоения месторождения ■ Наличие факторов, осложняющих разработку месторождения, в т.ч. река в пределах шахтного поля, труднообрушаемые кровли на некоторых участках, локальные зоны с повышенной газоносностью ■ Высокие транспортные расходы при экспорте конечной продукции
Возможности (внешние факторы) – O	Угрозы (внешние факторы) – T
<ul style="list-style-type: none"> ■ Высокий спрос на концентрат коксующегося угля на внутреннем и зарубежном рынках ■ Возможность сбыта большей доли коксующегося угля на экспорт благодаря высокому качеству ■ Относительно низкая конкуренция в России вследствие закрытия мощностей по добыче коксующегося угля в Кузнецком и Печорском угольных бассейнах ■ Возможность получения Проектом статуса регионального инвестиционного проекта и соответствующих налоговых льгот ■ Возможность получения угольным терминалом в порту Ванино статуса резидента ПОЭЗ и соответствующих налоговых льгот ■ Потенциал роста цены на коксующийся уголь выше прогнозных значений ■ Снижение обменного курса рубля к доллару 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Цикличность рынка коксующегося угля ■ Волатильность цен на коксующийся уголь ■ Зависимость от государственной железнодорожной и энергетической монополии, рост тарифов на железнодорожные перевозки и электроэнергию ■ Недостаточная пропускная способность Транссибирской и Байкало-Амурской магистрали, наличие «узких мест» ■ Повышенные требования по экологической безопасности

4.3. Оценка экономической целесообразности отработки запасов с учетом сопутствующих рисков реализации проекта

Основные принципы экономической оценки

Экономическая оценка проекта проведена путем построения экономико-математической модели, которая базируется на общепринятых принципах ЮНИДО [106].

Результаты технико-экономической оценки вариантов отработки запасов и строительства горно-обогатительного комбината «Элегест» приведены в таблице 4.4.

В результате сравнения вариантов строительства и эксплуатации горно-обогатительного комбината «Элегест» выявлено, что с экономической точки зрения наиболее предпочтительным является вариант 5 (рис.4.6) со следующими показателями:

- наибольшая величина чистого дисконтированного дохода – 36025,2 млн руб. за горизонт расчёта 19,5 лет;
- наименьший срок окупаемости инвестиций – 6,3 лет;
- наименьший дисконтированный срок окупаемости инвестиций – 9,6 лет.
- наибольший индекс доходности инвестиций – 1,44;
- наибольшая внутренняя норма доходности – 22,2 %/год.

Представленные экономические показатели отличаются от средних по отрасли в лучшую сторону как по удельным капитальным затратам на 1 тонну добычи, так и по себестоимости товарной продукции. Уникальные горно-геологические условия месторождения и хорошие технологические свойства углей позволили достичь синергии от применения высокопроизводительной добычной техники и современного обогатительного комплекса, что, безусловно, даст данному предприятию преимущества в отрасли.

Анализ чувствительности

Для определения степени устойчивости проекта был проведен анализ чувствительности значения NPV при изменениях параметров.

На уровне производства могут влиять изменения в производительности или спросе на рынке, операционные затраты могут изменяться в результате изменений составляющих таких затрат, как стоимость рабочей силы или электроэнергии, изменений в производительности.

Анализ чувствительности проведен при изменениях цены реализации продукции, объемов производства, уровня операционных и капитальных затрат в пределах 20 %.

Наибольшая чувствительность наблюдается к изменению цены реализации и объемов продаж. Чувствительность к уровню текущих и инвестиционных затрат гораздо менее значительна. Таким образом, влияние уровня операционных и капитальных затрат на показатели эффективности можно признать некритическими в пределах исследуемой зоны анализа.

Среди рисков, которые могут существенно повлиять на показатель NPV, следует указать сроки ввода шахты и очистного забоя в эксплуатацию, а также производительность очистного забоя.

Проведенная оценка показала, что проект является экономически целесообразным и устойчивым к отклонениям в прогнозируемых уровнях добычи, отпускной цене на уголь, операционных и капитальных затратах.

Проект характеризуется высокими показателями эффективности для проектов разработки угольных месторождений. В первую очередь эффективность проекта будет зависеть от сроков ввода шахты и достижения планируемых показателей по производительности очистного оборудования и выпуска товарной продукции. Графически анализ чувствительности представлен на рис. 4.7.

Таблица 4.4 - Сводные технико-экономические показатели альтернативных вариантов освоения запасов Элегестского каменноугольного месторождения

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Вариант								
			1	1Б	1В	2	2Б	3	3А	3Б	5
1	Промышленные запасы:										
	по чистым угольным пачкам	тыс. т	402 940	402 940	402 940	403 280	403 280	397 870	385 630	397 870	405 490
	по горной массе	тыс. т	465 500	465 500	465 500	465 760	405 760	459 730	444 530	459 730	467 250
2	Срок строительства 1-го пускового комплекса	лет	1,8	2,3	1,8	1,9	1,9	2,2	2,4	2,2	2,0
3	Объем добычи угля	тыс. т	314 920	315 000	314 920	316 530	316 530	313 910	312 240	313 910	316 850
4	Объем переработки угля	тыс. т	313 560	313 180	313 560	315 010	315 010	312 580	311 380	312 580	315 270
5	Объем товарной продукции	тыс. т	253 632	252 774	253 632	253 860	253 860	252 456	250 359	252 456	253 920
6	Средняя цена реализации единицы товарной продукции	руб./т	3 591,2	3 588,1	3 591,2	3 590,1	3 590,1	3 591,3	3 594,3	3 591,3	3 589,7
7	Инвестиционные затраты, в т.ч.:	млн руб.	124 852,6	125 568,2	129 061,8	129 595,8	136 558,6	125 122,7	124 439,2	120 695,6	118 696,1
	капитальные вложения до выхода на производственную мощность, в т.ч.:	млн руб.	90 789,0	93 734,1	95 713,8	98 731,7	105 255,8	93 448,8	92 713,3	89 148,7	90 648,2
	обогатительная фабрика	млн руб.	23 000,0	23 000,0	23 000,0	23 000,0	23 000,0	23 000,0	23 000,0	23 000,0	23 000,0
	капитальные вложения в период эксплуатации	млн руб.	31 403,3	29 199,1	30 694,0	28 197,2	28 644,7	29 018,9	29 086,2	28 903,6	25 440,8
	оборотный капитал	млн руб.	2 660,3	2 635,0	2 654,0	2 666,9	2 658,1	2 655,0	2 639,7	2 643,3	2 607,1
8	Потребность в денежных средствах на строительство ГОК	млн руб.	71 834,0	77 858,7	76 547,0	71 951,9	75 793,4	76 725,7	71 354,4	73 180,3	71 452,8
9	Затраты на добычу 1 т угля, в т.ч.:	руб.	727,6	715,4	751,4	748,4	767,1	754,1	750,5	740,4	709,8
	денежные расходы на 1 т угля	руб.	482,2	457,0	490,1	485,0	484,2	494,9	495,5	493,3	468,0
10	Затраты на обогащение 1 т угля	руб.	158,6	157,7	158,6	157,9	157,9	157,8	157,8	157,8	157,7
11	Коммерческие затраты на 1 т товарной продукции, в т.ч.:	руб.	630,5	631,7	630,5	614,4	614,4	626,3	624,5	626,3	631,3
	транспортировка 1 т угля до ж.-д. станции Ээрбек	руб.	26,7	26,7	26,7	9,5	9,5	22,5	22,5	22,5	26,7
12	Себестоимость единицы товарной продукции (FCA Курагино), в т.ч.:	руб./т	1 730,0	1 718,5	1 759,5	1 743,5	1 766,8	1 759,5	1 756,7	1 742,4	1 712,8
	денежные расходы	руб./т	1 373,0	1 344,7	1 382,9	1 363,1	1 362,1	1 385,2	1 386,6	1 383,2	1 359,2
13	Чистый доход за горизонт расчета	млн руб.	326 659,5	330 594,3	320 889,7	324 603,8	317 784,0	323 022,9	320 310,1	327 801,1	336 215,0
14	Чистый дисконтированный доход за горизонт расчета (r=15 %)	млн руб.	33 972,0	31 669,2	29 224,6	30 380,0	25 063,1	30 638,5	31 358,1	34 131,4	36 025,5
15	Срок окупаемости инвестиций	лет	6,3	6,5	6,5	6,6	6,9	6,5	6,6	6,3	6,3
16	Дисконтированный срок окупаемости (r=15 %)	лет	9,7	10,2	10,5	10,4	11,4	10,3	10,2	9,8	9,6
17	Внутренняя норма доходности	%	21,8	21,1	20,6	20,9	19,7	21,0	21,5	21,9	22,2
18	Индекс доходности инвестиций (r=15 %)	доли ед.	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
19	Чистый доход государства	млн руб.	138 753,6	136 039,5	138 189,0	138 998,2	138 464,9	137 282,9	136 269,9	137 313,8	137 258,7

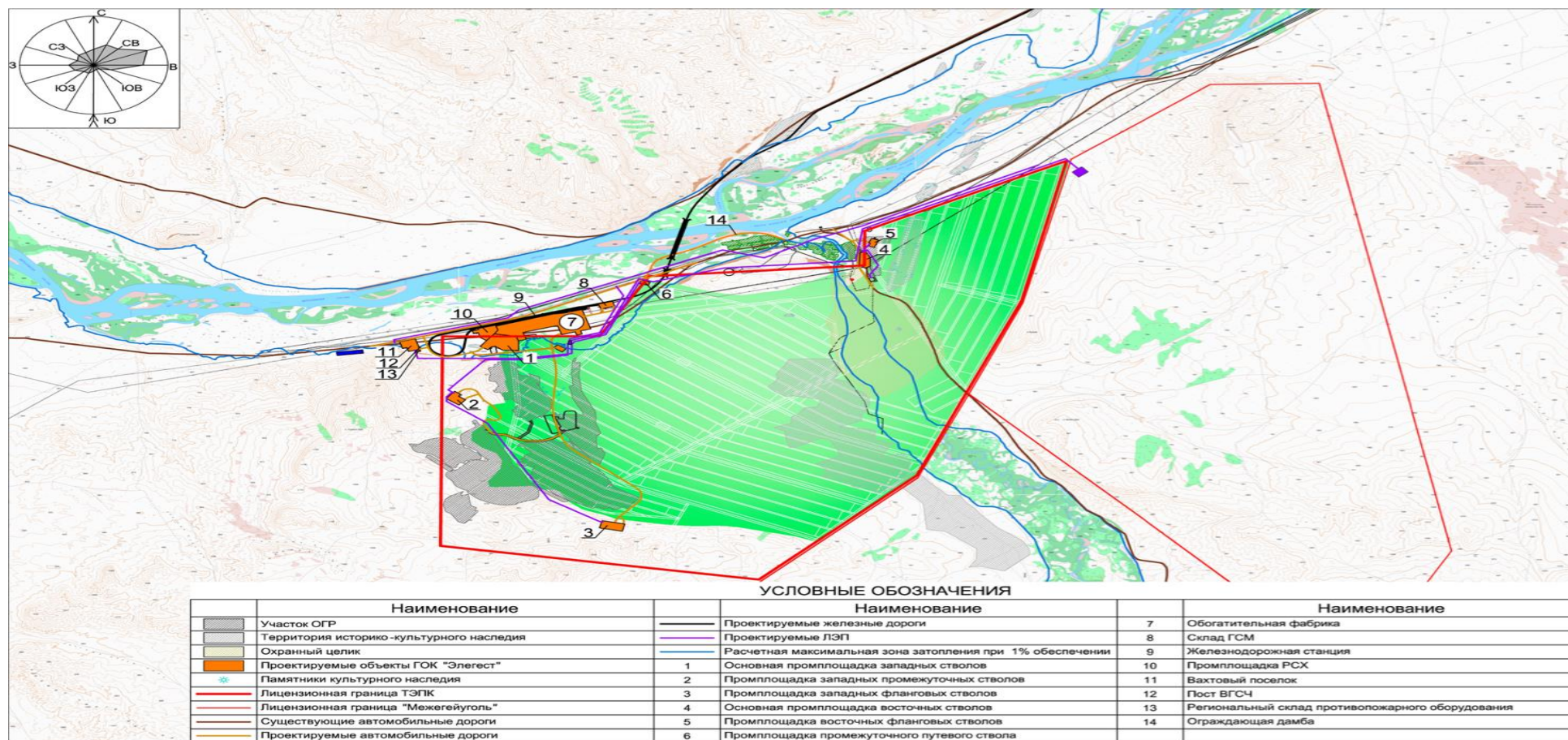


Рис. 4.6 – Оптимальный вариант технологической системы отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения, увязанный с объектами наземной инфраструктур

Параметр	Изменение параметра, %	Изменение ЧДД, %
Цена реализуемой продукции	1,0	40,3
Физический объем производства и продаж продукции	1,0	26,7
Операционные расходы	1,0	18,8
Капитальные вложения	1,0	19,9

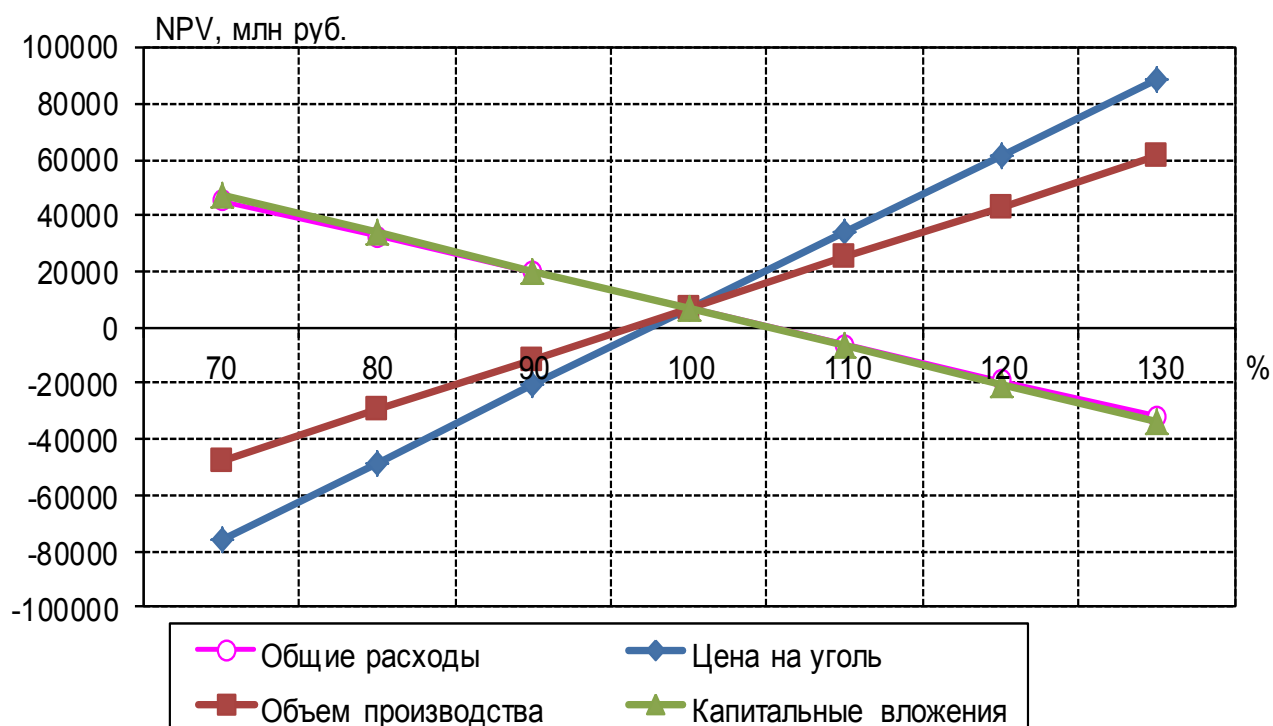


Рис. 4.7 – Анализ чувствительности проекта

Бюджетная эффективность проекта

Основные показатели бюджетной эффективности подпроекта – чистый дисконтированный доход государства и суммарные платежи за период реализации проекта составляют 62688.7 млн руб. Кроме прямого эффекта от роста налоговых платежей, проект оказывает значительный социальный эффект на развитие региона и рост ВВП государства.

Оценка рисков

Главные источники рисков рассматриваемого проекта обусловлены следующими основными факторами: 1) беспрецедентной масштабностью подпроекта; 2) сложными гидрогеологическими условиями отработки; 3) горнотехническими условиями отработки (наличием труднообрушаемой кровли на большей части площади Элегестского месторождения); 4) использованием технологий, до сих пор не имевших широкого промышленного применения в России; 5) необходимостью строительства ж/д линии Кызыл – Курагино; 6) отсутствием развитой инфраструктуры в районе месторождения; 7) недостатком квалифицированных кадров в регионе освоения месторождения.

Исходя из этого, выполнен анализ и дифференцированная экспертная оценка основных рисков рассматриваемого проекта (метод ДЕЛФИ [107]), с дифференциацией их по трем группам – высокие риски, средние и низкие.

К основным высоким рискам относятся: - рыночный риск, связанный с негативным изменением рыночной конъюнктуры, появлением новых конкурентов; - риск задержки начала разработки месторождения и выхода на проектную мощность в связи с наличием недофинансирования.

К основным средним рискам реализации проекта относятся: - технологический и инфраструктурный риски, транспортный риск, - валютный риск, связанный с ухудшением финансовых показателей экспортно-ориентированного проекта в силу изменения курсов валют.

К *низким* рискам реализации проекта относятся: - социальный и репутационный риски, - акционерный риск – возможность изменения структуры собственности или стагнации операционной и инвестиционной деятельности вследствие разногласий между ключевыми акционерами.

Следует отметить, что по ряду показателей подпроект характеризуется значительным запасом прочности, причем совокупные риски не превышают характерные для аналогичных проектов.

В экономическом аспекте устойчивость функционирования рационального варианта технологической системы оценивалась с помощью метода маржинального ранжирования блоков отработки запасов. Основным аспектом данной процедуры заключался в индивидуальной независимой оценке маржи каждого отдельного блока. При этом разница между количественными величинами маржи отдельных блоков позволяет проследить ее изменчивость по всему месторождению и обосновать очередность отработки запасов с целью выбора оптимальной стратегии развития горных работ в пространстве и времени. Предлагаемый подход учитывает основные факторы ограничения годовой производительности выемочных блоков (мощность угольного пласта, угол падения, глубина ведения горных работ, метаноносность). Это обеспечивает правомерный подход для расчетов расходной и доходной частей для вычисления маржинального дохода с учетом дополнительных фиксированных и переменных расходов.

На первом этапе была осуществлена кластеризация дифференциации основных ограничивающих производительность выемочных блоков горно-геологических факторов, представленных на рис. 4.8. Затем были выделены основные качественные и количественные параметры модели оценки маржинального дохода с вводом коэффициентов ограничения объемов добычи. С учетом этих составляющих были реализованы этапы кластеризации и дифференциации производительности выемочных блоков, маржинального дохода на 1 тонну горной массы и концентрата, представленные на рис.4.9.

По итогам моделирования с точки зрения обеспечения должного уровня устойчивости функционирования первоочередным направлением развития горных работ является отработка запасов Западного блока с получением на первом этапе функционирования угледобывающего предприятия максимального уровня маржинального дохода.

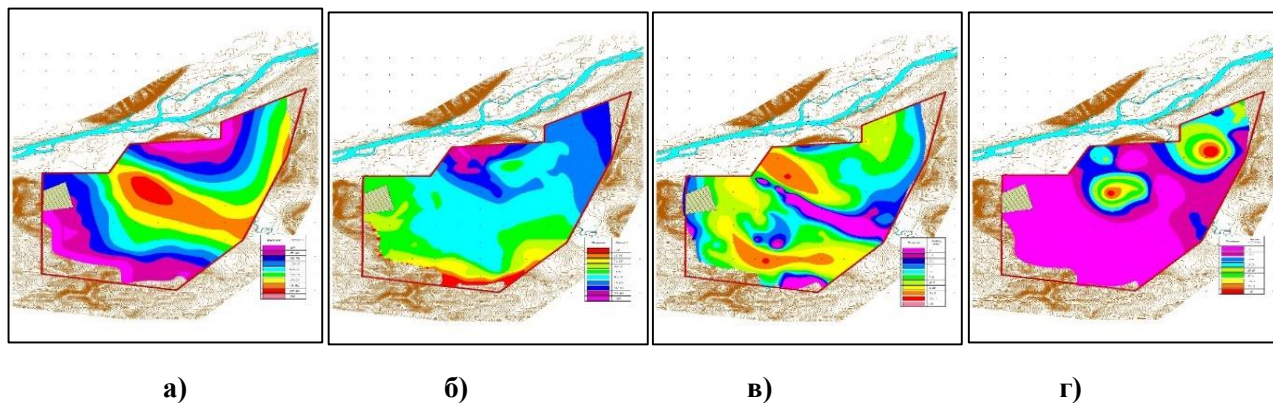


Рис. 4.8 – Кластеризация и дифференциация основных ограничивающих производительность горно-геологических факторов (а) – глубина ведения горных работ, б) - мощность угольного пласта, в) – угол падения, г) метаноносность

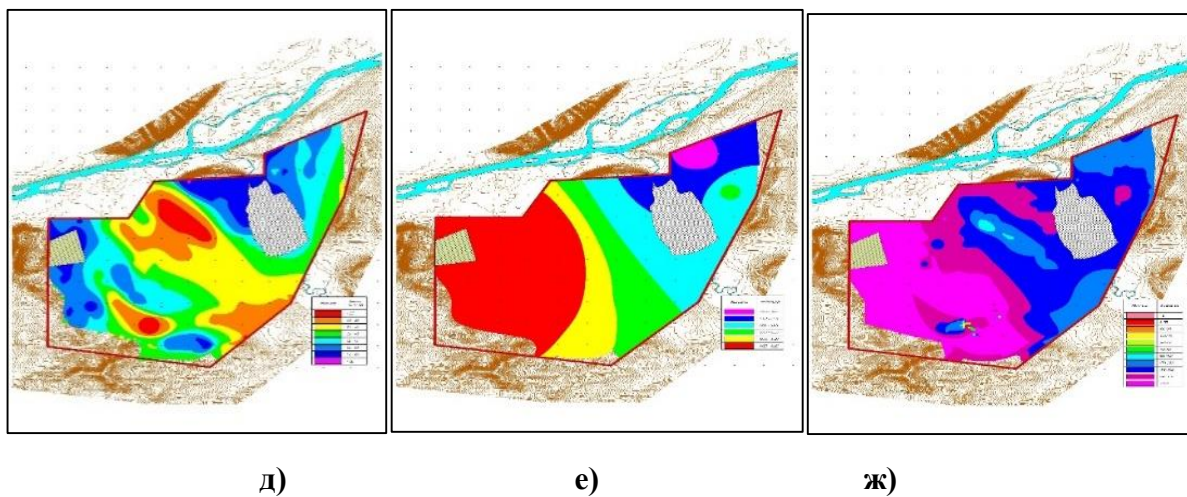


Рис. 4.9 – Кластеризация и дифференциация: д) производительности выемочных блоков, е) маржинального дохода на 1 тонну горной массы и ж) маржинального дохода на 1т концентрата

Инновационные составляющие проекта отработки запасов
Элегестского каменноугольного месторождения

1. Комплексный подход к освоению запасов месторождения, который включает в себя строительство самой крупной по объемам угледобычи в России шахты (производственная мощность 15 млн тонн в год), оснащенной самым передовым горнодобывающим оборудованием с соответствующим уровнем автоматизации производственных процессов, промышленной безопасности и воздействием на окружающую среду.

2. Для электроснабжения и теплоснабжения строящейся шахты и других потребителей ГОКа предусматривается строительство ТЭЦ мощностью 135 мВт, работающей на угле.

3. Для доставки потребителям угольной продукции предусматривается строительство железнодорожной магистрали Кызыл – Курагино протяженностью 402 км.

4. Для отгрузки угля потребителям предусматривается строительство морского порта-терминала Ванино с пропускной способностью 15 млн тонн в год.

5. Использование комплексного подхода на базе системной стратегии для обоснования проектных решений технологической системы.

6. Многовариантность пространственно-планировочных решений при проектировании предусматривала формирование и технико-экономический анализ 15 вариантов с учетом основных горно-геологических факторов (угол падения, газоносность, водообильность, кливаж, устойчивость основной и непосредственной кровли и др.).

7. Проект предусматривает внедрение инновационной технологии отработки пологого мощного пласта с выпуском подкровельной толщи. Использование самоходного колесного транспорта для доставки людей, материалов, оборудования, что при большой протяженности транспортных магистралей позволяет уложиться в нормативное время.

ВЫВОДЫ

1. Стратегия комплексного освоения Элегестского месторождения коксующегося угля должна базироваться на механизмах государственно-частного партнерства. На основе анализа факторов эффективности и комплексов мероприятий развития механизмов реализации концессионных проектов в сфере транспортной инфраструктуры выявлены основные преимущества концессии как формы государственно-частного партнерства для концедента в лице государства и для концессионера (частного инвестора). Рассмотренные факторы эффективности и комплексы мероприятий развития механизмов реализации приоритетных проектов в сфере транспортной инфраструктуры в виде концессионного соглашения подтверждают целесообразность выбора этой формы ГЧП для ускорения реализации проекта.

2. Концептуальные основы системно-ориентированной процедуры поэтапного перспективного устойчивого развития производственно-логистической системы отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения должны предусматривать модель и обобщенный алгоритм реализации соответствующего научно-методического обоснования решения комплекса технолого-организационно-экономических задач, обусловленных принятыми целевыми установками и реальными возможностями их достижения при формировании и последующем функционировании производственно-логистической системы на принципах ГЧП.

3. В связи с многообразием реально сложившихся и потенциально возможных условий функционирования производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения должен выполняться мониторинговый SWOT-анализ реализации данного инвестиционного проекта с целью выявления его сильных и слабых сторон, а также потенциальных возможностей и угроз. Кроме того, должен выполняться анализ основных рисков реализации проекта с дифференциацией их по трем группам – высокие риски, средние и низкие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены методические положения обоснования прогрессивных проектных технико-технологических решений по обеспечению устойчивого, безопасного и эффективного функционирования и развития горного производства в условиях отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения на принципах государственно-частного партнерства и использования масштабного ситуационного многовариантного моделирования, имеющих важное значение для развития теоретических и практических основ проектирования отработки запасов крупномасштабных угледобывающих предприятий на современном этапе недропользования.

Основные научные и практические результаты представленной работы, полученные лично автором, формализуются в следующих направлениях:

1. Обоснована концепция комплексного освоения запасов Элегестского месторождения коксующегося угля на основе государственно-частного партнерства. Рассмотренные факторы эффективности и комплексы мероприятий развития механизмов реализации приоритетных проектов в сфере транспортной инфраструктуры в виде концессионного соглашения подтверждают целесообразность выбора этой формы ГЧП для ускорения реализации проекта.

2. Разработаны концептуальные основы системно-ориентированной процедуры поэтапного перспективного устойчивого развития производственно-логистической системы отработки запасов Элегестского каменноугольного месторождения. Блок-схема и обобщенный алгоритм организационно-финансового механизма ее реализации разработаны на базе соответствующего научно-методического обоснования решения комплекса технологического-организационно-экономических задач, обусловленных принятыми целевыми установками и реальными возможностями их достижения при формировании и последующем функционировании производственно-логистической системы на принципах ГЧП.

3. На базе проведенных исследований установлено, что за основу методического подхода к концептуальному проектированию и принятию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений может быть взята методология масштабного ситуационного многовариантного моделирования на базе многокритериального предпочтения. Данный подход предполагает наличие возможного множества проектных вариантов с узкой пространственной ориентацией (выделение продуктивных областей), наиболее приближенных к оптимальным эффективным решениям. Очевидно, что данный подход требует меньших затрат на его реализацию (меньшая энтропия).

Основой решения данной задачи является модель, позволяющая однозначно интерпретировать входные данные различной направленности у однородных объектов проектирования в количественной, качественной, вербальной, семантической, символьной и др. формах. Таким образом, система реализует предложенный критериальный интерфейс (в условиях определенности, частичной определенности и риска).

4. Установлено, что в настоящий период недропользования практически в полном объеме отсутствует нормативно-методологическая база процедуры обоснованного выбора производственной мощности шахты, увязанной с основными стабилизирующими и разрушающими факторами, формирующими ее количественный уровень. В связи с этим, предложено выбор рационального значения производственной мощности шахты производить с учетом всего многообразия горно-геологических и горнотехнических факторов и рисков отклонения от этого значения в диапазоне вероятностного изменения ее количественного уровня.

5. Разработанные практические рекомендации использованы при выборе и обосновании альтернативных вариантов направлений устойчивого развития горного производства, технологических структур отработки запасов, основных пространственно-планировочных решений и раскройки шахтных полей с учетом вариантов размещения наземной инфраструктуры и

обогащительной фабрики Элегестского каменноугольного месторождения «Тувинской Энергетической Промышленной Корпорацией». Расчетный чистый дисконтированный доход от внедрения проектных решений составит 36,025 млрд руб. Срок окупаемости полных инвестиционных затрат составляет 6,3 года с начала реализации проекта, что является приемлемым для строительства угольных предприятий. Внутренняя норма прибыли проекта (IRR) на уровне 22.2 % годовых показывает высокую эффективность и значительный запас прочности принятых проектных решений.

6. В связи с многообразием реально сложившихся и потенциально возможных условий функционирования производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения выполнен SWOT-анализ реализации данного инвестиционного проекта с целью выявления его сильных и слабых сторон, а также потенциальных возможностей и угроз и анализ основных рисков реализации проекта с дифференциацией их по трем группам – высокие риски, средние и низкие. SWOT-анализ и анализ рисков показали, что по ряду показателей проект характеризуется значительным запасом прочности, причем совокупные риски не превышают характерные для аналогичных проектов.

Основные положения диссертации отражены в следующих опубликованных работах автора:

В научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1.Байсаров Р.С. Концептуальные подходы к стратегии освоения Элегестского месторождения Улуг-Хемского угольного бассейна Республики Тыва // Уголь. 2015. № 12. С.44-46.

2.Байсаров Р.С. Организационно-экономический механизм производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения // Уголь. 2016. № 2. С. 56-61.

3.Байсаров Р.С. Проблемы и перспективы реализации приоритетных проектов освоения угольных месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока // Горная промышленность. 2016. №2 (126). С.20.

4.Байсаров Р.С. Методологические основы и методические положения проектирования отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений. Отдельные статьи (вып.19). 2017. №9. С.3-8.

5.Байсаров Р.С. Комплексная оценка благонадежности запасов и технологичности горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации Элегестского каменноугольного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений. Отдельные статьи (вып.19). 2017. №9. С.9-14.

6.Байсаров Р.С. Обоснование проектных решений по освоению запасов Элегестского каменноугольного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений. Отдельные статьи (вып.19). 2017. №9. С.15-21.

В прочих изданиях

7.Байсаров Р.С. Комплексное освоение Элегестского месторождения коксующегося угля на основе государственно-частного партнерства. Сборник статей «Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты». - Новокузнецк, НФИ КемГУ. - 2015. – С. 7-17.

8.Байсаров Р.С. Обоснование уровня производственной мощности Элегестского ГОК // «ПОТЕНЦИАЛ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ» «THE POTENTIAL OF MODERN SCIENCE» Collection of scientific papers. 2017. №39(8). С.48-52.

9.Байсаров Р.С. Методический подход к обоснованию уровня производственной мощности угольных шахт // «ПОТЕНЦИАЛ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ» «THE POTENTIAL OF MODERN SCIENCE» Collection of scientific papers. 2017. №39(8). С.52-57.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035г [Электронный ресурс]. URL: [http:// energosber42.ru/](http://energobber42.ru/) (дата обращения 25.08. 2017).
2. Рожков А.А. Государственно-частное партнерство при развитии сырьевой базы и производственного потенциала угольной промышленности России / Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты: сб. ст. / под общ. ред. И. Г. Степанова, Д.Г. Вержицкого; Министерство образования и науки Российской Федерации; Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета. – Новокузнецк, НФИ КемГУ. - 2015. – С. 92-101.
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 октября 2014 г. № 2116-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 ноября 2013 г. № 2044-р» – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70674580/>
4. Байсаров Р.С. Комплексное освоение Элегестского месторождения коксующегося угля на основе государственно-частного партнерства. Сборник статей «Антикризисное управление: производственные и территориальные аспекты». - Новокузнецк, НФИ КемГУ. - 2015. – С. 7-17.
5. Дабиев Д.Ф., Лебедев В.И. О механизмах государственно-частного партнерства при освоении минерально-сырьевого потенциала в Туве // Проблемы современной экономики. Евразийский международный научно-аналитический журнал. 2011. № 3 (39). С. 225-229.
6. Пяткин А.М., Рожков А.А. Государственно-частное партнерство в жизнедеятельности углепромышленных моногородов // Уголь. 2012. №11. С.34-38.
7. Байсаров Р.С. Концептуальные подходы к стратегии освоения Элегестского месторождения Улуг-Хемского угольного бассейна Республики Тыва. // Уголь. 2015. №12. С.44-46.
8. Байсаров Р.С. Организационно-экономический механизм

производственно-логистической системы комплексного освоения Элегестского угольного месторождения. //Уголь. 2016. №2. С. 56-61.

9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 16 июня 2014 г. № 1059-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 05.11.2013 № 2044-р и утверждении паспортов инвестиционных проектов» [Электронный ресурс]. URL:<http://www.garant.ru/> (дата обращения 12.09.2016).

10. Горно-обоганительный комплекс «Элегест» на Элегестском месторождении Улуг-Хемского угольного бассейна Республики Тыва производственной мощностью 15 млн т концентрата коксующегося угля в год. – Проектная документация. Раздел 1. Пояснительная записка. Часть 1 - Общая пояснительная записка 1-2014/П-Г/1-ПЗ1. Том 1.1. – Кемерово: ООО «Сибгеопроект», 2015. – 86 с.

11. Федеральный закон от 29.12.2014 г. № 473-ФЗ (в ред. от 13.07.2015 г.) «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://minvostokrazvitia.ru/regulatory/> (дата обращения 12.09 2016).

12. Постановление Правительства Республики Тыва от 2 июля 2015 г. № 326 «Об утверждении инвестиционной стратегии Республики Тыва на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://npa.rtyva.ru/docs/> (дата обращения 12.09.2016).

13. Бурчаков А.С., Кафорин Л.А., Харченко В.А. Совершенствование методов выбора технологических схем и их оптимальных параметров при проектировании высокопроизводительных угольных шахт. – М.: ЦНИЭИуголь, 1971. – 29с.

14. Воробьев Б.М., Бурчаков А.С., Малкин А.С. и др. Проектирование и комплексная оптимизация параметров шахт.– М.: Недра, 1972. – 368с.

15. Проектирование предприятий с подземным способом добычи полезных ископаемых. Справочник / Бурчаков А.С., Малкин А.С., Еремеев В.М. и др. - М.: Недра, 1991. - 399с.

16. Малкин А.С. Разработка методов поэтапного проектирования, оптимизации параметров и интегральной оценки проектов угольных шахт. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГИ, 1982г. – 36с.
17. Устинов М.И. Алгоритмизация и программирование задач оптимизации параметров угольных шахт. - М.: ИГД им. А.А.Скочинского, 1991. – 460 с.
18. Харченко В.А., Бурчаков А.С., Кафорин Л.А. Выбор технологических схем угольных шахт. – М.: Недра, 1972. – 272с.
19. Crocker G., Kovalchuk A. Prospects for coal and clean technologies in Russia. IEA. Clean Coal Centre. Printed in United Kingdom, 2008, pp. 56.
20. Зубов В.П. Выемка угля в бортах разрезов с использованием комплексов глубокой разработки пластов // В.П. Зубов, Д.В. Осминин. Горный журнал. 2008. № 5. С.37-40.
21. Ялевский В.Д. О концепции создания крупных угольных технологических модульных комплексов в Кузбассе. // Уголь. 1988. № 2. С.3-5.
22. Ремезов А.В. и др. Теория проектирования и методы создания многофункциональных шахтосистем. – Кемерово, 2011. - 349с.
23. Логинов А.К. Комплексное обоснование прогрессивных технологических решений по интенсивной отработке высокогазоносных угольных месторождений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГИ, 2009. - 32с.
24. Федорин В.А. Разработка модульных горнотехнологических структур вскрытия и подготовки шахтных полей Кузнецкого бассейна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Кемерово, 2000. -28с.
25. Краснянский Г.Л. Современное состояние угольной промышленности и перспективы инновационного развития [Текст] // Г. Л. Краснянский, М. А. Ревазов/. М. : Горная книга, 2010. - 33 с.

26. Мельник В.В., Шулятьева Л.И. Обоснование параметров геотехнологических систем шахт нового технического уровня // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. № 8. С.229-233.

27. Агафонов В.В. Разработка научно-методического обеспечения формирования стратегии устойчивого развития горнотехнических систем угольных шахт. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГГУ, 2009. – 42с.

28. Федаш А.В. Методические основы принятия проектных решений по созданию гибких геотехнологических комплексов горных и энергетических предприятий //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 9. С.353-361.

29. Шулятьева Л.И. Комплексное обоснование инновационных решений при проектировании высокопроизводительных угольных шахт. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГГУ, 2011, -42с.

30. Оганесян А.С. Разработка научно-методической базы проектирования и обоснования стратегий развития угольных шахт с учетом неопределенности и рисков в функциональных средах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: МГГУ, 2012, - 32с.

31. Эльгинский угольный комплекс [Электронный ресурс]. URL: <http://mchel.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

32. Угледобывающая промышленность Якутии [Электронный ресурс]. URL: <http://dnevnik.ykt.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

33. Строительство угледобывающего комплекса на Межегейском месторождении Улуг-Хемского угольного бассейна [Электронный ресурс]. URL: <http://mert.tuva.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

34. Стратегия разработки Апсатского месторождения [Электронный ресурс]. URL: <http://nedradv.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

35. ТЭО кондиций Чертандинского каменноугольного месторождения [Электронный ресурс]. URL:<http://leks-group.com/> (дата обращения 26.08.2017).

36. Огоджинскому месторождению угля нашли инвестора. [Электронный ресурс]. URL:<http://www.ampravda.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

37. Каракан-инвест. Презентация группы компаний [Электронный ресурс]. URL:<http://www.karakan-invest.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

38. Инвесторов позвали на Менчерепское месторождение [Электронный ресурс]. URL:<http://kommersant.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

39. Проект развития Соколовско-Ерунаковского месторождения [Электронный ресурс]. URL:<http://r42.ru/> (дата обращения 26.08.2017).

40. Временные нормы технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт, разрезов и обогатительных фабрик. ВНТП 4-92.М.:Минтопэнерго РФ,1993.

41. Временные нормы технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт. ВНТП 1-92. М.: Минтопэнерго РФ, 1993.

42. Временные рекомендации по составу, порядку разработки, согласованию и утверждению ТЭО инвестиций в форме капитальных вложений на создание объектов топливно-энергетического комплекса. М.: Минтопэнерго РФ, 1993.

43. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. СНиП 11-01-95. М.: Минстрой России, 1995.

44. Отраслевые требования, предъявляемые к проектированию предприятий угольной промышленности с целью рационального и комплексного использования минерального сырья (Разработчики – В.М.Еремеев, М.Ф.Шиловский, М.Т.Маршак, И.П.Ромашкин. М.: Центрогипрошахт, 1987.

45. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений.СП11-01-95. М.: Минстрой России, 1995.

46. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Макеевка –Донбасс. 1989. -319с.

47. Попов В.В. Об эвристических базах данных в концептуальном проектировании горных технологий. – В сб. Методология инженерного творчества. - М.: МГГУ, 1993, С.33-36.

48. Попов В.В. Методология автоматизации синтеза горных технологий и технических систем. – В сб. Методические проблемы научно-технического творчества. - Юрмала, 1988, С.21-22.

49. Беляев В.В. Синтез и комплексная оптимизация функциональной структуры технологических систем угольных шахт. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - М.: НИТУ МИСиС, 2016, -147с.

50. Агафонов В.В., Оганесян А.С., Антонов М.А. Интегрально-эвристический подход к проектированию гибкой технологии угледобычи. В сб.: Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений и выбору стратегии развития технологических систем угольных шахт. - М.: МГГУ, 2012, -152с.

51.Агафонов В.В., Оганесян А.С., Антонов М.А. Эвристико-эволюционный подход к оптимизации горнотехнических систем угольных шахт. В сб.: Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений и выбору стратегии развития технологических систем угольных шахт. - М.: МГГУ, 2012, -152с.

52. Байсаров Р.С. Методологические основы и методические положения проектирования отработки запасов крупномасштабных угольных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений

крупномасштабных угольных месторождений. Отдельные статьи (вып.19). 2017. №9. С.3-8.

53. Кандырин Ю.В. и др. Инвариантная автоматизированная система многокритериального выбора проектных решений. – В сб.: Университетские сети знаний. – М.: ИОХ РАН, 1994, С.55-57.

54. Федунец Н.И., Черников Ю.Г. Методы оптимизации: учебное пособие. - М.: Горная книга, 2009, -376с.

55. Яценко Б.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов и принятие инвестиционных решений в условиях большой неопределенности интервального типа. // Аудит и финансовый анализ. 2006. №1. С.20-25.

56. Массе П. Критерии и методы оптимального определения капиталовложений. –М.: Статистика, 1971, - 187с.

57. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности (теория ожидаемого эффекта). – М.: Наука, 2002, - 234с.

58. Сысоев А. Ю. Использование моделей «реальных опционов» при оценке эффективности инвестиционных проектов // Вестник ФА. 2003. №4. С.45-48.

59. Ашихмин А.А. Разработка и принятие управленческих решений: формальные модели и методы выбора. – М.: МГГУ, 2004, - 80с.

60. Резниченко С.С., Ашихмин А.А. и др. Экономико-математические методы и моделирование в использовании и управлении горным производством: учебник для вузов. – М.: Недра, 1991, - 46с.

61. Кочура И.В., Киреева Е.В. Учет факторов риска при планировании операционной деятельности угольных шахт. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Економічна. 2007. №32 (126). С.147-154.

62. Петросов А.А. Статистическое планирование и прогнозирование. – М.: МГГУ, 2001, - 248с.

63. Моссаковский Я.В. Теория и практика оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в горной промышленности. – М.: МГГУ, 1997, - 287с.
64. Моссаковский Я.В. Оценка экономического риска при реализации инвестиционных проектов в горной промышленности //Горный журнал. №7. 2002. С.12-18.
65. Байсаров Р.С. Комплексная оценка благонадежности запасов и технологичности горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации Элегестского каменноугольного месторождения. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений. Отдельные статьи (вып.19). 2017. №9. С.9-14.
66. Геодинамическое районирование недр. Методические указания. – Ленинград: КузПИ, 1990. – 129 с.
67. Лазаревич Т. И., Мазикин В. П., Малый И. А. и др. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса. Монография. – Кемерово: Редакционно-издательская фирма «Весть», 2006. -184с.
68. А. А. Любушин. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга. // Наука. 2007. С.34-37.
69. В.А. Хямяляйнен, В.В. Иванов, Н.Ф. Сурунов, Р.В. Бузук. Геодинамическое районирование перспективных угольных месторождений как фактор повышения безопасности горных работ и эффективности функционирования предприятий. //Горный информационно-аналитический бюллетень. №2. 2007. С.56-60.
70. Бокий Б.И. Аналитический курс горного искусства. – М.: Госиздат, 1929. – 521 с.
71. Шевяков Л.Д. Основы теории проектирования угольных шахт. – М.: Углетехиздат, 1958. – 328 с.
72. Попов А.С. Техничко-экономический анализ в горном искусстве. – М.: Госиздат, 1932. – 346с.

73. Хмельницкий Г.М. Метод определения наивыгоднейшей производительности шахты и главных размеров шахтного поля // Инженерный работник. 1926. №8. С.26-34.
74. Звягин П.З. Выбор мощности и сроков службы угольных шахт. – М.: Госгортехиздат, 1962. – 68с.
75. Татомир К.И. Основы теории оптимального проектирования шахт. – Киев.: Наукова думка, 1975. -294 с.
76. Голомолзин В.И. Мощность и срок службы шахт. – М.: Госгортехиздат, 1961. – 161 с.
77. Квон С.С. Вскрытие угольных пластов пологого залегания. – М.: Госгортехиздат, 1963. – 123 с.
78. Агошков М.И. Определение производительности рудника. – М.: Metallurgizdat, 1948. -86с.
79. Капустин Н.Г. Основы проектирования шахт /Квон С.С. – М.: Недра, 1968. -230 с.
80. Килячков А.П. Технология горного производства. – М.: Недра, 1985. – 400 с.
81. Курносов А.М. Научные основы проектирования угольных шахт для разработки пологих пластов / А.М. Курносов, Б.А. Розентрер, М.И. Устинов. – М.: Наука, 1964. - 447 с.
82. Липкович С.М. Основы проектирования угольных шахт. – М.: Недра, 1985. – 400 с.
83. Астахов А.С. Производственная мощность угольных шахт. – М.: Недра, 1975. – 120 с.
84. Вылегжанин В.В. Физические и геомеханические основы оптимизации угольных шахт. – Новосибирск: Наука, 1981. – 206 с.
85. Ордин А. А. Динамические модели оптимизации проектной мощности шахты. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1991. – 159 с.
86. Бурчаков А.С., Малкин А.С., Устинов М.И. Проектирование шахт. – М.: Недра, 1985. -399 с.

87. Вылегжанин В.Н. Адаптивное управление подземной технологией добычи угля / В.Н. Вылегжанин, Э.И. Витковский, В.П. Потапов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 232 с.
88. Гойзман Э.И. Моделирование производственных процессов на шахтах. – М.: Недра, 1977. – 192 с.
89. Оптимизация параметров угольных шахт с помощью вычислительных машин / А.М. Курносов, М.И. Устинов, Л.А. Ликальтер. – М.: Недра, 1967. – 107 с.
90. Агафонов В.В. Оптимизация производственной мощности шахты в условиях неопределенности и принятия решений при риске //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. №7. С.304.
91. Байсаров Р.С. Методический подход к обоснованию уровня производственной мощности угольных шахт //«ПОТЕНЦИАЛ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ» «THE POTENTIAL OF MODERN SCIENCE» Collection of scientific papers. 2017. №39(8). С.52-57.
92. Эккенроде Р. Взвешенные, многомерные критерии. Сборник «Статистическое измерение качественных характеристик». – М.: Статистика, 1972. – 189с.
93. Станис Е.В. Оценка надежности горно-геологических условий при проектировании и развитии шахт. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: МГГУ, 1986. -180с.
94. Агафонов В.В., Шавров П.В. Разработка процедуры нагружения технологических систем угольных шахт, имеющих резервы в пропускных способностях транспорта-подъема и вентиляции //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011.№3. С.45-49.
95. Байсаров Р.С. Обоснование уровня производственной мощности Элегестского ГОК //«ПОТЕНЦИАЛ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ» «THE POTENTIAL OF MODERN SCIENCE» Collection of scientific papers. 2017. №39(8). С.48-52.

96. Байсаров Р.С. Обоснование проектных решений по освоению запасов Элегестского каменноугольного месторождения. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Развитие научных подходов к обоснованию проектных решений крупномасштабных угольных месторождений. Отдельные статьи (вып.19). 2017. №9. С.15-21.

97. Оценка производственного и ресурсного потенциала дефицитных марок углей (Часть 1. Состояние и перспективы развития внутреннего рынка). – Отчет НИР. – М.: ООО «ИНКРУ», 2012. – 150 с.

98. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года (утв. Распоряжение Правительства РФ от 24 января 2012г. №14-р) [Электронный ресурс]. URL: <http://minenergo.gov.ru/activity/coalindustry/> (дата обращения 19.12.2016).

99. Бизнес-план отработки Элегестского угольного месторождения. – М.: International Economic and Energy Consulting Limited, 2014. – 323 с.

100. Стратегия социально-экономического развития Республики Тыва до 2020 года (новая редакция). – Утв. Постановлением Правительства Республики Тыва от 30 января 2012 г. № 28 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zakonprost.ru/> (дата обращения 19.12.2016).

101. Писаренко М.В. Перспективы освоения угольных ресурсов Республики Тыва //Горная промышленность. 2012. №2. С. 32-34.

102. Маркова В.М., Соян М.К., Чурашев В.Н. Стратегические угольные проекты Сибири: потенциал реализации и региональный эффект. – Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. – 2006. Том 6, выпуск 2. – С. 13-21.

103. Угольная база России. Том III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири (Красноярский край, Канско-Ачинский бассейн; Республика Хакасия, Минусинский бассейн; Республика Тыва, Улугхемский бассейн и др. месторождения; Иркутская область, Иркутский бассейн и угольные месторождения Предбайкалья). – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 488 с.

104. Лебедев В.И., Дабиев Д.Ф. Государственно-частное партнерство при освоении минерально-сырьевого потенциала Тувы // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 3 (39). – С. 66-74.

105. Рожков А.А. Формирование организационно-экономического механизма устойчивого развития систем углеобеспечения тепловых электростанций. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – М.: МГГУ, 2007. – 24 с.

106. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.

107. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. -263с.