

ISSN 2500-0632 (on-line)



ГОРНЫЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

№3



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИСИС»

РОССИЯ, МОСКВА 2016 ГОД

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Способ разгрузки массива пород вокруг выработки при сплошной системе разработки наклонных пластов Донбасса (РЕМИЗОВ А.В.).....	3
Оценка устойчивости бортов карьеров в скальных грунтах (ФОМЕНКО И.К., ПЕНДИН В.В., ГОРОБЦОВ Д.Н.).....	10
Application of operations research in open pit mine planning and a case study in Sinquyen Copper Deposit, Vietnam (MAI NGOC LUAN, TOPAL ERKAN, ERTEN OKTAY).....	22

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

Роль освоения территории западного Каспия в связи с нефтегазоносностью (БЫСТРОВА И.В., СМИРНОВА Т.С., ФЕДОРОВА Н.Ф., МЕЛЕХОВ М.С.).....	29
Разработка перспективного производственного плана развития по улучшению экономического и финансового состояния предприятия нерудных строительных материалов (ГАЛИЕВА Н.В., ПАРШИН Н.О.).....	45
Обоснование рациональных вариантов комплексно-механизированной отработки наклонных угольных пластов средней мощности в горно-геологических условиях на шахте «Куангхань» (АБРАМКИН Н.И., ФАМ ДИК ТХАНГ).....	55

ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ

Целесообразность опережающего развития сырьевых университетов СНГ (ВОРОБЬЕВ А.Е., ТАШКУЛОВА Г.К.).....	61
--	----



РЕМИЗОВ А.В. (Сибирский государственный индустриальный университет)

СПОСОБ РАЗГРУЗКИ МАССИВА ПОРОД ВОКРУГ ВЫРАБОТКИ ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ НАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ ДОНБАССА

Рассматриваются вопросы охраны и поддержания выемочных выработок в зоне влияния очистных работ на примере шахт Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса. Проанализированы шахтные исследования проявления горного давления на контур выемочных выработок. Проведено моделирование в этих горно-геологических условиях, выполнен анализ, характеризующий влияние разгрузочной полости на устойчивость выемочной выработки. Построены эпюры напряжений и деформаций, выявляющие эффект разгрузки при сплошной системе разработки наклонных угольных пластов.

Ключевые слова: поддержание выемочных выработок, сплошная система разработки, смещения пород, крепь выработки, напряженно-деформированное состояние, разгрузочная полость.

Введение

Из ряда факторов технического и экономического характера на шахтах Восточного Донбасса все большая доля при отработке тонких угольных пластов приходится на сплошную систему разработки с охраной примыкающих к лаве выработок бутовой полосой или предохранительными целиками.

Опыт работы шахт показал, что с увеличением глубины разработки условия залегания месторождения усложняются, возрастает горное давление, увеличивается напряженное состояние, которое существенно ухудшает условия для поддержания выемочных выработок. Применяемые на шахтах Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района средства крепления и поддержания выработок не обеспечивают их эксплуатационного состояния. Неудовлетворительное состояние выемочных выработок отрицательно влияет на работу транспорта, на безопасность ведения работ, ухудшает условия проветривания, что в свою очередь тормозит процесс добычи угля, снижает темпы проходки и влияет на себестоимость 1 т угля. Поэтому обеспечение устойчивости выработок в зоне влияния очистных работ представляет довольно сложную, трудоемкую и дорогостоящую задачу.

Обеспечение условий для повторного использования выемочных выработок наклонных пластов Донбасса при сплошной

системе разработки является актуальной проблемой, решением которой послужило:

1) выполнение анализа эффективности применяемых способов охраны выемочных выработок применительно к условиям Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района;

2) построение геомеханической модели поведения вмещающих пород, крепежной и охранной конструкций и выполнение ее расчета напряженно-деформированного состояния (НДС).

Решение первой задачи в данном направлении осуществлялось на основании натуральных исследований.

Инструментальные наблюдения за деформациями крепи конвейерного штрека проводили на обособленном предприятии (ОП) «Шахта «Золотое» при отработке пласта m_3 горизонта 775 м. Первоначально штрек на протяжении 75 м охранялся по схеме массив угля – накатной костер, блоки из железобетонных тумб (БЖБТ), два ряда бутокостров. Суммарные смещения кровли-почвы достигли 960 мм. Далее из-за прекращения поставки на шахту БЖБТ на бровке лавы выкладывали накатной костер и два ряда бутокостров. Конвергенция вмещающих выработку пород достигла 1580 мм, при этом штрек подлежал полному восстановлению.

Конвейерные штреки пластов m_3 горизонта 660 м и k_8 горизонта 775 м ОП «Шахта «Карбонит» охранялись по схеме массив угля – накатной костер, бутовая



полоса. Исследования показали, что интенсивные деформации контура выработки проявлялись в период обрушения кровли пласта m_3 , представленной трещиноватым песчаником мощностью 9–13,8 м. Максимальные смещения величиной до 2450 мм происходили в 20 м позади очистного забоя. При отработке пласта k_8 суммарные смещения кровли-почвы в конвейерном штреке достигли 984 мм. Инструментальные наблюдения показали, что в зоне влияния очистных работ происходило вдавливание боковых стоек арочной крепи в почву выработки. Деформации крепи проявлялись с меньшей интенсивностью. В основном уменьшение поперечного сечения выработки происходило из-за значительной усадки бутовой полосы и залегания пучащих пород почвы.

В процессе отработки пласта l_2 горизонта 660 м ОП «Шахта «Первомайская» наблюдениями было установлено, что в зоне влияния очистных работ деформации контура откаточного штрека происходили при несовпадении направления податливости арочной крепи с преобладающими

смещениями породного контура (рис. 1). Суммарное смещение боковых пород достигло 1195 м. Для увеличения поперечного сечения выработки проводили подрывку почвы, местами перекрепление. Анализ результатов инструментальных наблюдений показал, что со стороны падения пласта происходит скольжение верхняка относительно стойки арочной крепи, а со стороны восстания верхняк и стойка теряют соосность, податливость не реализуется, срез стойки развальцовывается и происходит разрыв хомутов. Такой характер деформаций крепи проявляется из-за контакта верхняка с кровлей в одной точке.

При сравнении результатов исследований было установлено, что значительные деформации крепи происходили при залегании вокруг выработки трещиноватого массива пород. Таким образом, трещиноватость и их свойства являются причинами наличия в породном массиве масштабного эффекта прочностных и деформационных свойств, что подтверждается экспериментами [1–3].



Рис. 1. Фактическое состояние западного откаточного штрека пласта l_2^1 гор. 660 м (в 30 м за лавой)



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В основе решения второй задачи лежит принципиально новый способ охраны повторно используемых выемочных выработок в зоне влияния очистных работ, в котором предусматривается снижение напряженно-деформирующего состояния приконтурного массива пород при помощи разгрузочной полости [4]. Технология создания разгрузки предусматривает проведение выемочной выработки под пластом угля с опережением забоя лавы не менее 30 м. Полезное ископаемое над выработкой извлекают одновременно с выемочными работами в лаве. Созданную искусственную полость закрепляют инвентарной крепью и заполняют вспенивающим материалом. На бровке лавы со стороны выработанного пространства выкладывают ряд деревянных костров, выше которых устанавливают обрешечивающую крепь.

Для проведения анализа поведения вмещающих пород, крепежной и охранной конструкций и ее напряженно-деформированного состояния применялся метод конечных элементов [5, 6]. Вычисления выполнялись для упругопластической среды с учетом реальных горно-геологических условий

Алмазно-Марьевского геологопромышленного района. Во всех вариантах расчетов моделировалась предложенная схема охраны (рис. 2).

При проведении вычислительного эксперимента параметры разгрузочной полости регулировались в пределах мощности пласта: по высоте от 0,75 до 1,35 м и ширине от 3,4 до 5 м. Высота H расчетной области породы-угольного массива составляла от 40 до 62 м в зависимости от угла падения породных слоев, ширина B – 30 м.

При выполнении анализа полученных результатов рассмотрим эпюры интенсивности напряжений σ_{int} (рис 3). Как видно, распределение напряжений в породах приводит к формированию по краям консоли области опорного давления, а посередине – область пониженных напряжений. По условиям рассматриваемой задачи концентрация напряжений в пене «Карбофил» невозможна, а напряжения в стойках и брусе инвентарной крепи указывают на геометрию зоны пониженных деформаций в породной консоли. То есть данный элемент поддержания выработки выполняет функции демпфера при передаче усилий на арочную крепь.

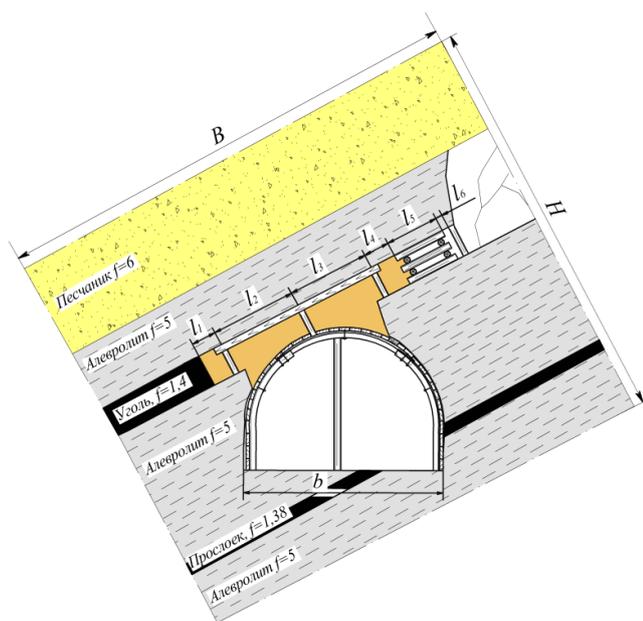


Рис. 2. Расчетная схема для построения математической модели



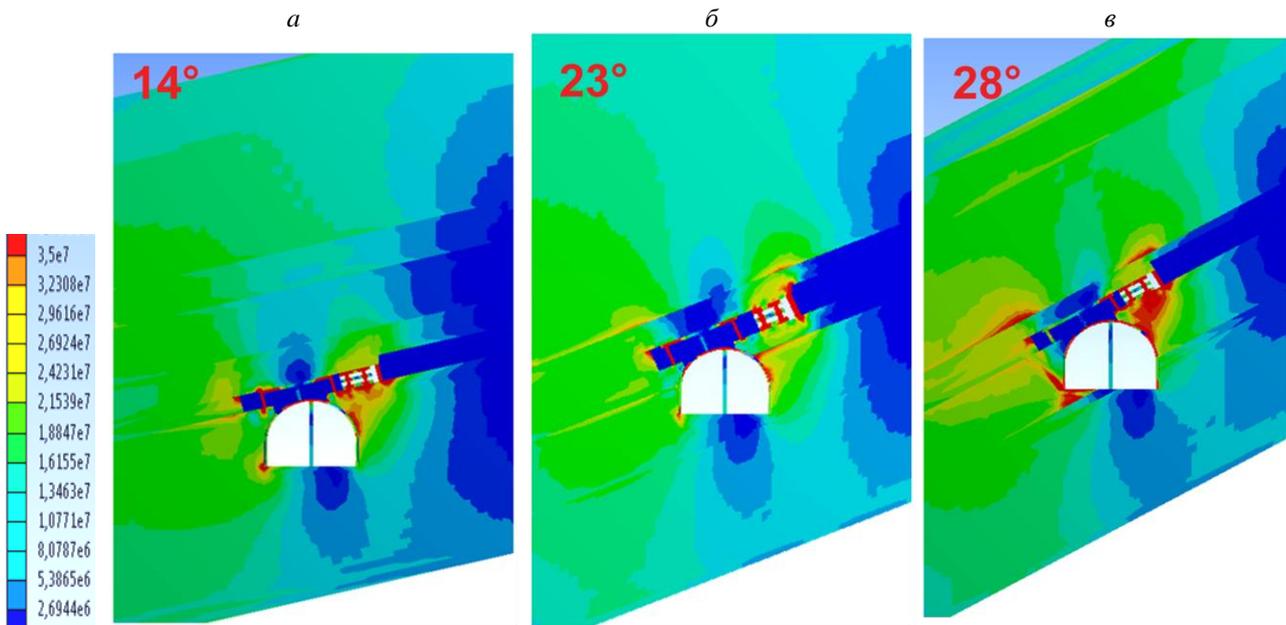


Рис. 3. Эпюры интенсивности напряжений $\sigma_{ин}$, полученные для горно-геологических условий шахт: а – ОП «Шахта «Золотое» (пласт m_3); б – ОП «Шахта «Карбонит» (пласт k_8); в – ОП «Шахта «Первомайская» (пласт k_6)

Наличие зон концентраций напряжений в правом боку выработки происходит у контура возле узла податливости арочной крепи и под основанием деревянного костра. Исходя из положений энергетической теории накопленная энергия деформаций может перейти в кинетическую с разрушением целостности массива пород. Как показали дополнительные расчеты, увеличение ширины разгрузочной полости до 6 м снижает концентрацию напряжений в боках выработки, при этом увеличиваются растягивающие напряжения σ_p в брус инвентарной крепи, что может привести к потере ее статического равновесия и к разрыву сплошности непосредственной кровли.

С ростом угла падения более 27° сжимающие напряжения в боках выработки растут, что указывает на изменение характера распределения горного давления при различных углах падения (рис. 4).

Данные зависимости качественно не зависят от структурных особенностей горного массива, за исключением угла падения, и носят вполне универсальный характер для данной схемы поддержания выемочной выработки. Значения во всем диапазоне углов падения, указанном на графике, были получены путем квадратичного экстраполирования точечных результатов расчета.

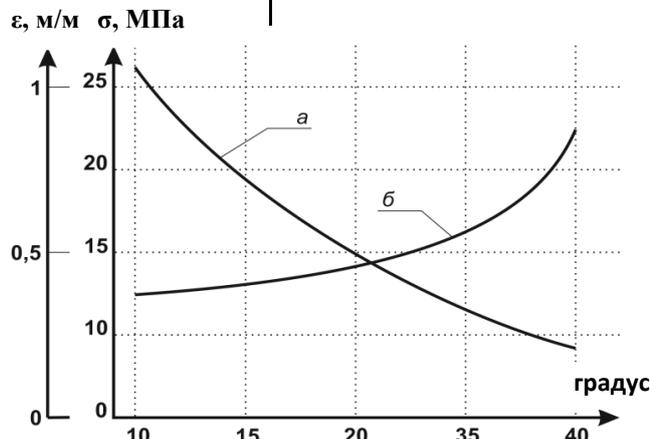


Рис. 4. Графики зависимости изменения величины деформаций в кровле разгрузочной полости (а) и максимумов интенсивности напряжений в боках выработки (б)



На основании совместного анализа представленных на рис. 4 зависимостей следует сделать вывод о том, что рассматриваемая схема поддержания выемочной выработки наиболее эффективно работает в диапазоне от 17 до 30°.

Для проведения анализа работы элементов арочной крепи в разгрузочной зоне и оценки их эффективности рассмотрим эпюры напряженного состояния арочных крепей из условий расчета устойчивости выемочных выработок (рис. 5).

Как видно, боковые стойки арочной крепи при угле падения 14° слабо нагружены и в целом не выходят за пределы упругих деформаций. С увеличением угла падения до 28° напряжения в стойках растут. Максимум напряжений в верхней части левой стойки и верхнем сегменте крепи обуславливается воздействием давления средней стойки инвентарной крепи и пород со стороны массива угля. Однако это не приводит к пределу напряжений в арочной крепи.

Таким образом, схема охраны обеспечивает снижение нагрузки на крепь в приконтурной области массива пород.

Оптимальные характеристики обеспечения устойчивости выемочной выработки достигаются на углах падения породных слоев в диапазоне от 14 до 28°.

Заключение

Предложенный способ поддержания выемочной выработки предусматривает создание разгрузочной полости шириной не более пяти метров после определенной последовательности технологических операций: проведения выработки под массивом угля, его извлечения, крепления кровли разгрузочной полости и заполнения ее вспенивающим материалом «Карбофил». В производственных условиях этот способ может использоваться для обеспечения устойчивости выемочных выработок, эксплуатация которых затруднена вследствие негативных проявлений горного давления. Создание разгрузочной полости увеличивает срок эксплуатации выработки при минимальных перемещениях ее контура, обеспечивающих возможность ее повторного использования в горно-геологических условиях Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса.

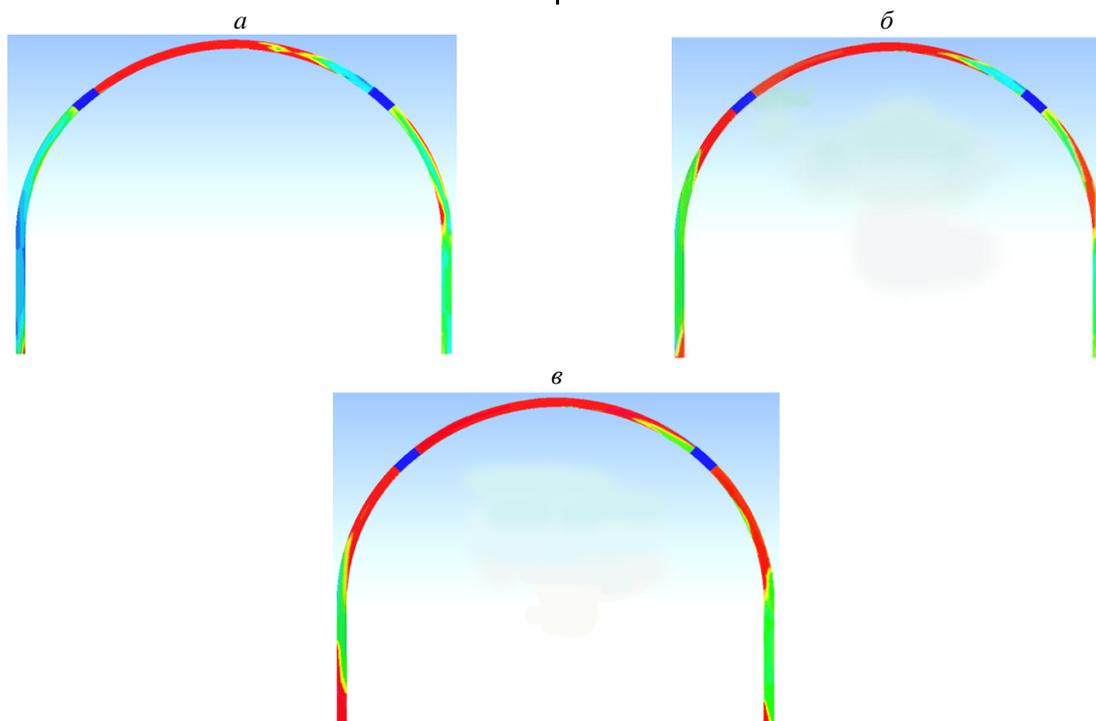


Рис. 5. Эпюры интенсивности напряжений σ_{int} в арочной крепи при углах падения: а – ОП «Шахта «Золотое» (14°); б – ОП «Шахта «Карбонит» (23°); в – ОП «Шахта «Первомайская» (28°)



Библиографический список

1. Yang Jian Ping, Chen Wei Zhong, Yang Dian Sen, Yuan Jing Qiang Numerical determination of strength and deformability of fractured rock mass by FEM modeling 2015//Computers and Geotechnics. 64. Pp. 20-31.
2. Walter Wittke. Rock Mechanics Based on and Anisotropic Jointed Rock Model (AJRM) (2014) Wilhelm Ernst & Sohn. 865 p.
3. Tianhong Yang, Peitao Wang, Tao Xu, Qinglei Yu, Penghai Zhang, Wenhao Shi, Gaojian Hu. Anisotropic characteristics of jointed rock mass: A case study at Shirengou iron ore mine in China//Tunneling and Underground Space Technology. 2015. 48. P. 129-139.
4. Патент 52896 на корисну модель (UA) Спосіб охорони виймкової виробки / Штанько Л.А., Ремізов О.В.; від 07.04.2010. № 201004071. Опубл. 10.09.2010. Бюл. №17.
5. Штанько Л.А., Ремізов А.В. Анализ и новые технологии по охране выработок при сплошной системе разработки // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2011. – №6 – С. 137 – 138.
6. Амусин Б.З. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики. – М.: Недра, 1975. – 143 с.
7. Veksler Yu.A., Tutanov S.K. Static stress and deformation analysis by finite element method. Int. J. Of Rock Mech. And Mining sci. A Survey of Computer Programs in Rock Mechanics Research and Engineering Practice. Vol. 25. 1 4, August, 1988. P. 215.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 3-8

Title:	The method unloading of massif around working at the longwall mining system inclined seams of Donbass
Author 1	Name&Surname: Alexey V. Remizov Company: Siberian State Industrial University Scientific Degree: Candidate of technical sciences Work position: Assistant professor Contacts: remiz81@mail.ru
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-3-8
Abstract:	The problems of the protection and maintenance of district preparatory workings in the unloading zones for example diamond mines Almazno-Marievski geological and industrial region of Donbass. The mining are analyzed for the study of rock pressure on the circuit mine workings. The simulation of these geological conditions, the analysis, characterizing the influence of the discharge cavity on the stability preparatory working support. Constructed diagrams of stresses and strains, revealing unloading effect on the development at the longwall mining system of inclined coal seams.
Keywords:	mine workings support, longwall mining system, rocks shifting, stressedly-deformed state, discharging cavity.
References:	1. Yang Jian Ping, Chen Wei Zhong, Yang Dian Sen, Yuan Jing Qiang Numerical determination of strength and deformability of fractured rock mass by FEM modeling 2015//Computers and Geotechnics. 64. P. 20-31. 2. Walter Wittke. Rock Mechanics Based on and Anisotropic Jointed Rock Model (AJRM) (2014) Wilhelm Ernst & Sohn. 865 p. 3. Tianhong Yang, Peitao Wang, Tao Xu, Qinglei Yu, Penghai Zhang, Wenhao Shi, Gaojian Hu. Anisotropic characteristics of jointed rock mass: A case study at Shirengou iron ore mine in China//Tunneling and Underground Space Technology. 2015. 48. Pp. 129-139. 4. Utility patent 52896 (UA) The method of the mine working protection / Shtanko L.A., Remizov A.V.; from 07.04.2010. № 201004071. Publ. 10.09.2010. Bull. №17. 5. Shtanko L.A., Remizov A.V. Analiz i novye tehnologii po ohrane vyrabotok pri sploshnoj sisteme razrabotki [Analysis and new technology for the protection workings at the longwall mining system] / Scientific Journal National Mining University. – 2011. – No. 6 – Pp. 137-138. 6. Amusin B.Z., Fadeev A.B. Metod konechnyh jelementov pri reshenii zadach gornoj geomehaniki. [The finite element method for solving problems of mining geomechanics] // M.: Nedra, 1975. – 143 p. 7. Veksler Yu.A., Tutanov S.K. Static stress and deformation analysis by finite element



method. Int. J. Of Rock Mech. And Mining sci. A Survey of Computer Programs in Rock Mechanics Research and Engineering Practice. Vol. 25. 1 4, August, 1988. P. 215.



ФОМЕНКО И.К. (ООО «Научно-производственный центр по инженерным изысканиям»)

ПЕНДИН В.В. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе)

ГОРОБЦОВ Д.Н. (Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе)

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ В СКАЛЬНЫХ ГРУНТАХ

В статье рассматривается методика расчёта устойчивости бортов карьеров, сложенных скальными грунтами, с учетом геолого-структурных особенностей скального массива и пространственного положения зон ослабления по отношению к бортам карьера. Показано, что в зависимости от их взаимной ориентировки задача устойчивости бортов карьера может быть решена в двумерной или трехмерной постановке. Приведены примеры расчета устойчивости бортов карьера с учетом зон ослабления в двумерной постановке методами предельного равновесия и конечных элементов, в трехмерной постановке – методом объёмных скальных блоков. Описаны современные критерии прочности, которые рекомендуется использовать при моделировании устойчивости скальных оползней. Предлагаемая методика оценки устойчивости бортов карьеров, закладываемых в скальных грунтах, позволяет обоснованно выбрать метод расчета, в зависимости от совместной ориентации структурного плана скального массива и пространственного положения бортов карьера.

Ключевые слова: устойчивость бортов карьеров, оползни в скальных грунтах, методы предельного равновесия, конечных элементов, объёмных скальных блоков, анизотропия прочности, критерии прочности Хоека–Брауна и Бартона–Бандиса.

Введение

В настоящее время в России отсутствует современная, научно обоснованная методика оценки устойчивости бортов карьеров, закладываемых в скальных грунтах. В нормативных документах [21, 22, 23], регламентирующих изучение оползневых процессов, включая количественную оценку устойчивости склонов, практически полностью отсутствует учет особенностей развития скальных оползней, что существенно снижает качество получаемой инженерно-геологической информации для этого типа склоновых деформаций. Существующие рекомендации [18, 20], затрагивающие данную проблему, написаны в прошлом веке.

В данной статье рассматривается подход, основанный на зарубежной практике, изложенной в работах [5, 13]. Его главной идеей является комплексный взаимный учет геоструктурных особенностей скальных массивов и пространственного положения бортов карьера.

Статья написана с использованием программного обеспечения Rocscience: Slide 7.0, RS2 9.0, Swedge 6.0 и базы знаний по программным продуктам, представленной на

сайте <https://www.rocscience.com> (кафедра инженерной геологии им. Ф.П. Саваренского МГРИ-РГГРУ входит в Rocscience Education Program).

1. Основные методические положения

Выбор местоположения и направления расчетных профилей необходимо производить исходя из принципа наибольшей опасности (вероятности обрушения борта карьера). «Чаша» карьера при простом структурном плане скального массива (т.е. в предположении, что направление зон ослабления и трещиноватости в пределах карьера остается постоянным) может быть условно разделена на зоны условной стабильности и потенциальной нестабильности бортов (рис. 1).

Для потенциально нестабильных бортов вероятность обрушения бортов может происходить по следующим схемам:

1. Азимут падения трещин системы 1 или 2 и 3 совпадает с азимутом падения борта карьера. В данном варианте задача устойчивости борта карьера может быть решена в плоской постановке.

2. Азимут падения трещин систем 1, 2 и 3 не совпадает с азимутом падения борта



карьера, но при этом, по результатам кинематического анализа, вероятно образование обрушений типа «клин». В этом случае задача устойчивости борта карьера решается в трехмерной постановке, на основе метода объемных скальных блоков.

По результатам выполненных расчетов определяется максимальный угол борта карьера, при котором он сохраняет устойчивость.

2. Используемые варианты расчетов устойчивости

При расчетах устойчивости бортов карьера могут быть использованы варианты расчетов методами предельного равновесия, конечных элементов и объемных скальных блоков [19], позволяющими оценить устойчивость с учетом существующих плоскостей раздела (трещиноватости) [14].

1. Особенности применения методов предельного равновесия при оценке устойчивости скальных откосов (применимо

при оценке устойчивости по схеме 1).

Использование при оценке устойчивости скальных откосов методов предельного равновесия, в классической постановке ориентированных на поиск поверхности скольжения, близкой к круглоцилиндрической, имеет ограниченное применение (например, данный вариант может оказаться допустимым для случая, когда падение откоса совпадает с падением по 2-й и 3-й системе трещин, рис. 1).

Для учета существующей поверхности раздела по первой системе трещин при оценке устойчивости борта карьера методами предельного равновесия может быть применен подход с учетом следующих дополнительных положений [14]:

1. Расчет производится по блоковой поверхности скольжения, которая моделирует направление имеющихся в массиве поверхностей раздела.

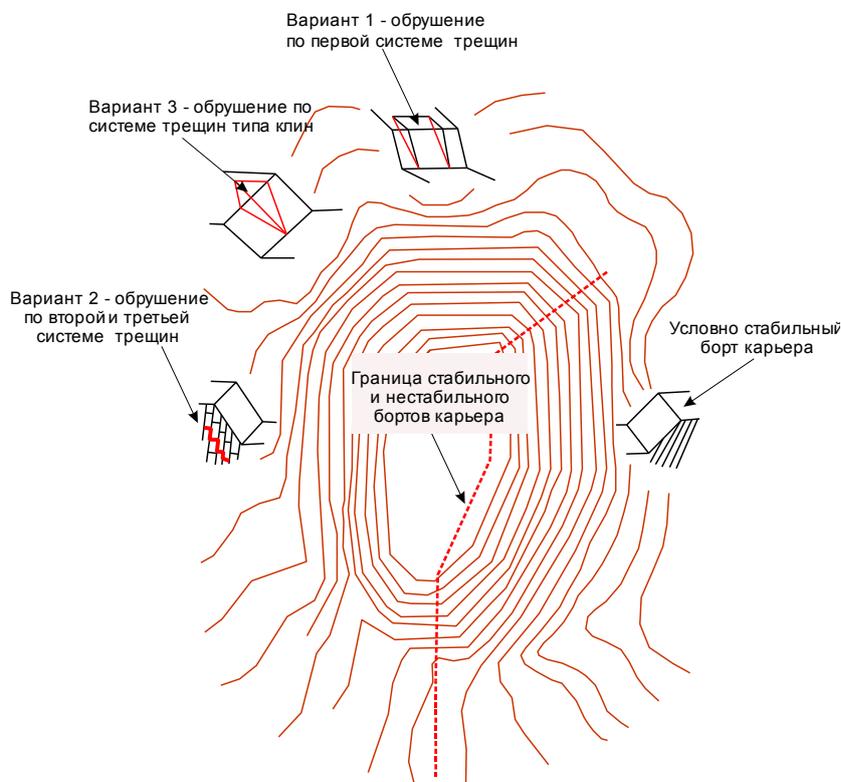


Рис. 1. Районирование «чаши» карьера (при простом структурном плане скального массива) для выбора подхода к расчету устойчивости откосов [13]

2. Задание прочностных характеристик скальных грунтов производится по модели линейной анизотропной прочности [11, 12].

Принципиальная геомеханическая модель расчета для тестового откоса, с учетом описанного подхода, представлена на рис. 2, результат расчета на рис. 3.

Классический расчет по оптимизированной поверхности скольжения [7] методом Моргенштерна–Прайса [8] представлен на рис. 4.

Анализ результатов показывает, что при расчете по оптимизированной поверхности скольжения полученный коэффициент устойчивости (K_y) существенно завышен (в 1,7 раза).

2. *Использование метода конечных элементов при оценке устойчивости скальных откосов с возможностью задания трещиноватого массива (применимо при оценке устойчивости по схеме 1).*

В методе конечных элементов структурные неоднородности в массиве горных пород, такие как например имитация структуры первичной или вторичной трещиноватости, могут быть смоделированы с использованием особого механизма

совместных границ [3]. Совместные границы могут быть заданы для различных статистических или детерминистических моделей и моделируются как зоны, где происходит скачок смещений частей конечно-элементной сетки. Рассматриваемые зоны могут быть представлены как пружины, обладающие нормальной и сдвиговой жесткостью. Такая формулировка позволяет общим узлам конечно-элементной сетки перемещаться относительно друг друга, создавая нормальные и касательные деформации. Эта идея берет свое начало в концепции, заложенной в методе граничных элементов [16, 17]. Принципиальная геомеханическая модель расчета представлена на рис. 5. Результаты расчета устойчивости рассматриваемого тестового откоса, слагаемого скальными породами, методом конечных элементов с использованием вышеописанного способа учета трещиноватости представлены на рис. 6.

Анализ результатов показывает, что коэффициент устойчивости, полученный по МКЭ (1,19), практически совпадает с K_y , по расчету методом Моргенштерна–Прайса (1,17).

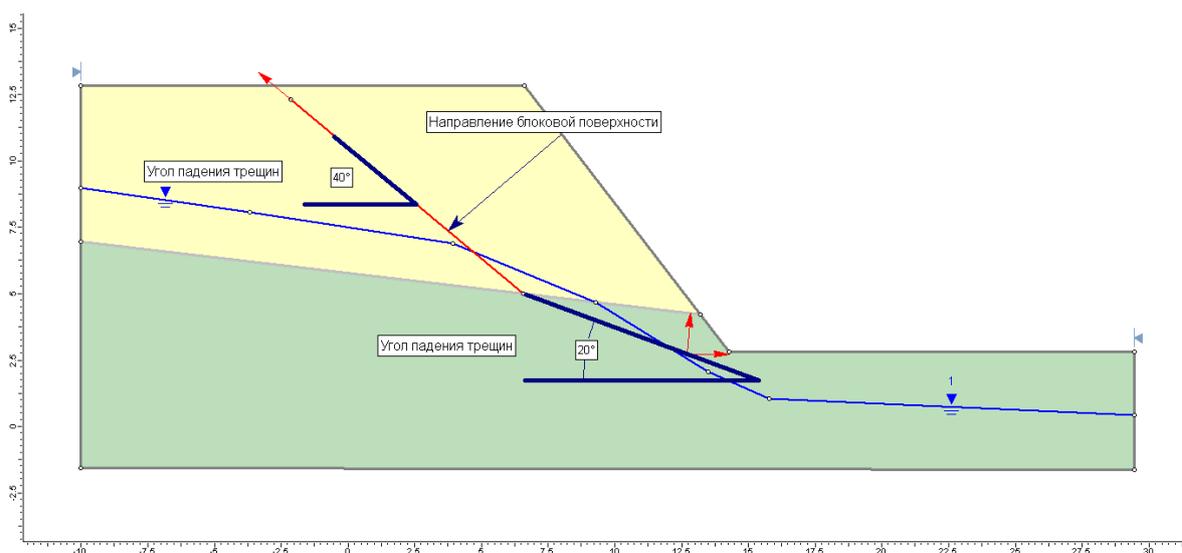


Рис. 2. Принципиальная геомеханическая модель расчета методами предельного равновесия



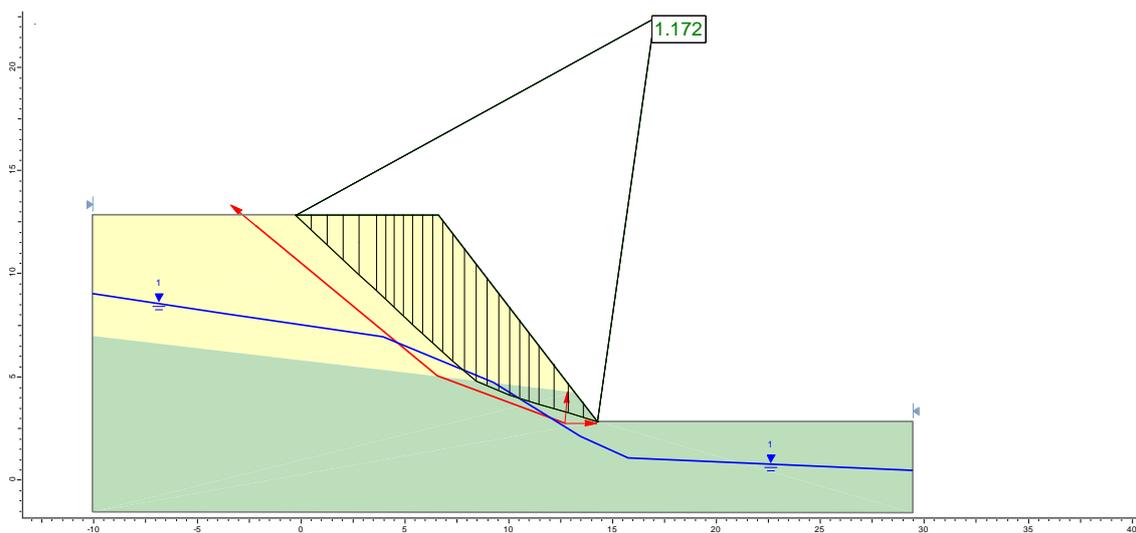


Рис. 3. Результат расчета методом Morgenstern–Прайса (описанный в тексте подход)

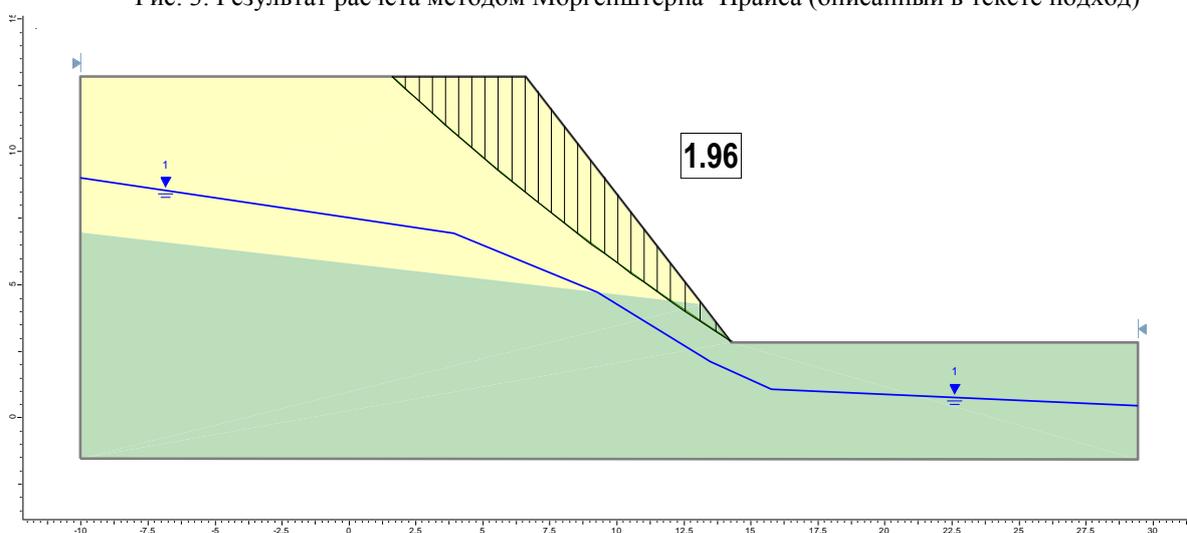


Рис. 4. Результат расчета методом Morgenstern–Прайса с использованием классического подхода (расчет по оптимизированной поверхности скольжения)

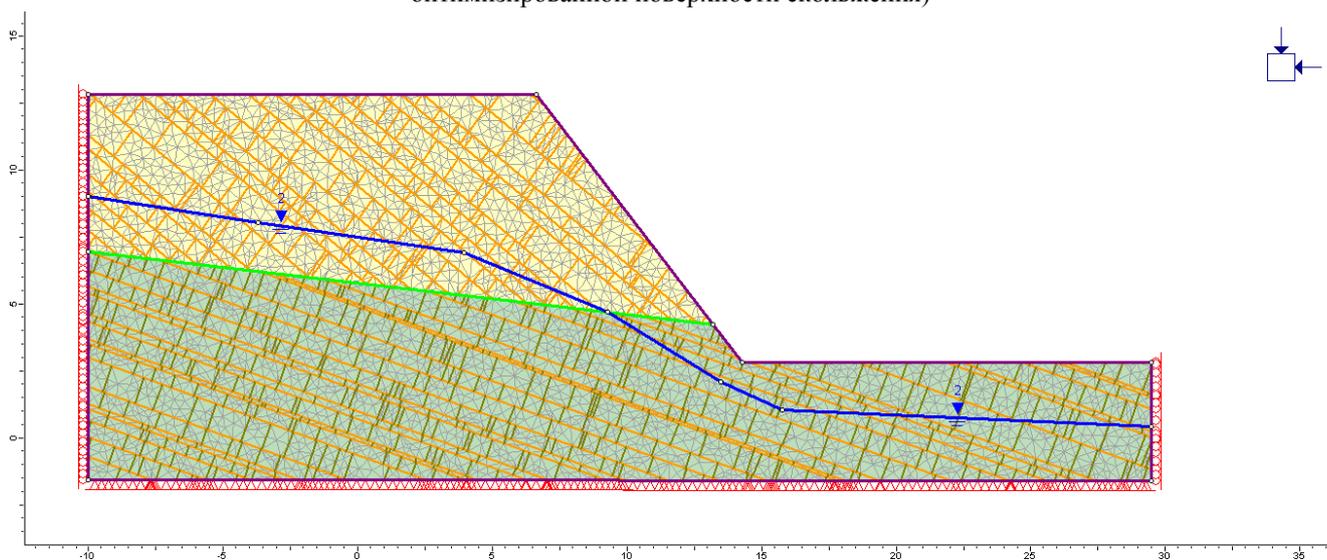


Рис. 5. Принципиальная геомеханическая модель расчета методом конечных элементов

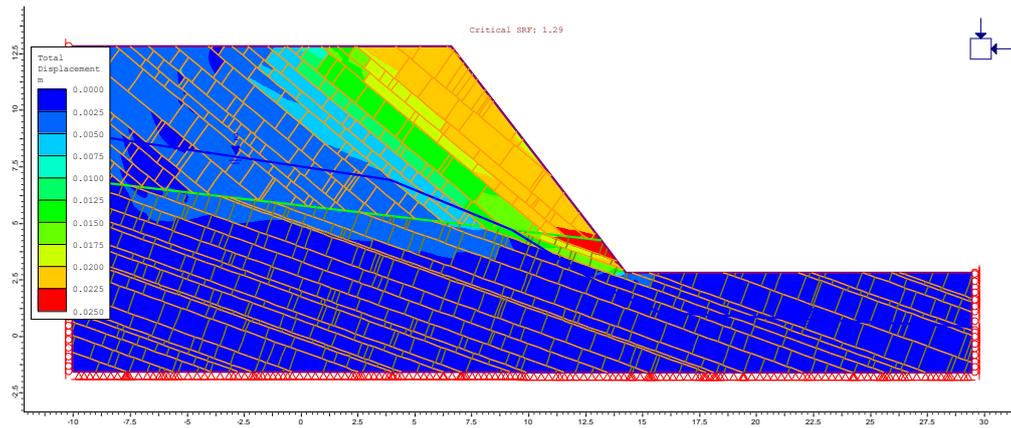


Рис. 6. Результат расчета МКЭ с использованием механизма совместных границ

3. *Использование метода расчета «объемных скальных блоков» (применимо при оценке устойчивости по схемам 1 и 2).*

Областью применения метода расчета «объемных скальных блоков» при количественной оценке устойчивости откосов, слагаемых скальными грунтами, является анализ устойчивости оползневых тел, ограниченных серией разноориентированных плоскостей скольжения (клиновидные оползни скольжения), формирующихся по существующим поверхностям раздела [4, 9, 13].

В общем случае анализ устойчивости скальных откосов на основе метода объемных скальных блоков выполняется в два этапа. На первом этапе проводится анализ геоструктурных особенностей скального массива, формирующего склон, с целью определения ориентации систем трещин, которые могли бы привести к его обрушению [19]. Такого рода оценка осуществляется с использованием кинематического анализа. Если по результатам кинематического анализа установлена возможность обрушения скального массива, то на втором этапе производится собственно расчет устойчивости склона.

Расчет устойчивости с использованием метода объемных скальных блоков по первой схеме выполняется при наличии в массиве базальной трещины, падающей в направлении

борта откоса. В случае отсутствия такой системы трещин для всех возможных направлений падения потенциально нестабильных бортов карьера устанавливается возможность обрушения типа «клин» (расчет по схеме 2).

Пример результатов анализа трещиноватости скального откоса с выделением оползнеобразующих систем трещин представлен на рис. 7, расчет устойчивости на основе метода объемных скальных блоков на рис. 8.

3. *Используемые критерии прочности*

В современной практике расчетов устойчивости скальных откосов наиболее широкое применение нашли следующие критерии прочности – Мора–Кулона, Хоека–Брауна и Бартона–Бандиса.

Критерий прочности Мора–Кулона.

В качестве критерия прочности для скальных оползней скольжения наиболее часто используется зависимость Мора–Кулона:

$$\tau = (\sigma - u) \tan \varphi + c,$$

где τ – сопротивление сдвигу; u – поровое давление; σ – нормальные напряжения; φ – угол внутреннего трения; c – сцепление.

Необходимыми данными для расчета устойчивости склона по линейно-упругой модели на основе критерия прочности Мора–Кулона являются сцепление и угол внутреннего трения. Они не используются в решении при расчете напряжений и



деформаций, но необходимы для расчета зон пластического течения, в которых значения напряжений превысили критические значения и закон Гука не выполняется. Использование критерия прочности Мора–Кулона позволяет сравнить расчетное напряжение при сдвиге с теоретическими предельными значениями напряжений.

Обобщением критерия прочности Мора–Кулона являются критерии анизотропной прочности [7, 15].

Простая анизотропная модель прочности

В описываемой модели прочности используется следующая зависимость для определения анизотропии прочностных свойств грунта (параметры c, φ) в

трансверсально изотропном случае [7, 15]:

$$c = c_1 \cos^2 \alpha + c_2 \sin^2 \alpha;$$

$$\varphi = \varphi_1 \cos^2 \alpha + \varphi_2 \sin^2 \alpha,$$

где α – угол наклона плоскости анизотропии, нижние индексы 1 и 2 обозначают направление (по напластованию и перпендикулярно напластованию соответственно) в определении свойств. Схема определения параметров в критерии анизотропной прочности показана на рис. 9. Использование данного критерия может быть рекомендовано при расчетах устойчивости склонов в слоистых массивах. Недостатком данной модели является недоучет падения прочности в зоне трещины.

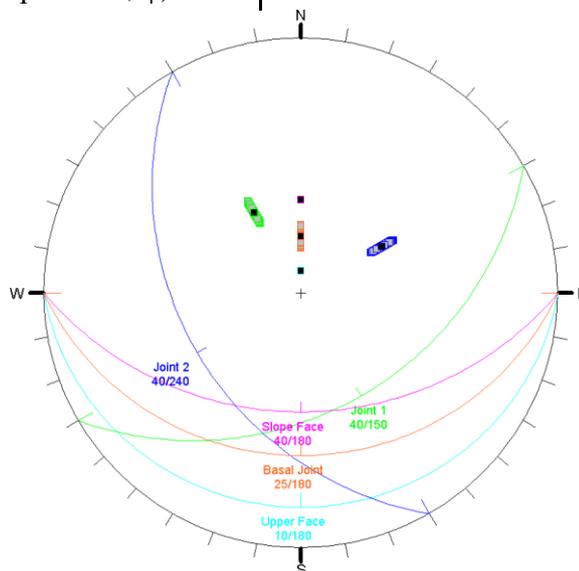


Рис. 7. Стереодиаграмма с параметрами оползнеобразующих трещин. При построении полярных диаграмм распределения трещин, образующих «клины», использована нижняя полусфера стереографической проекции

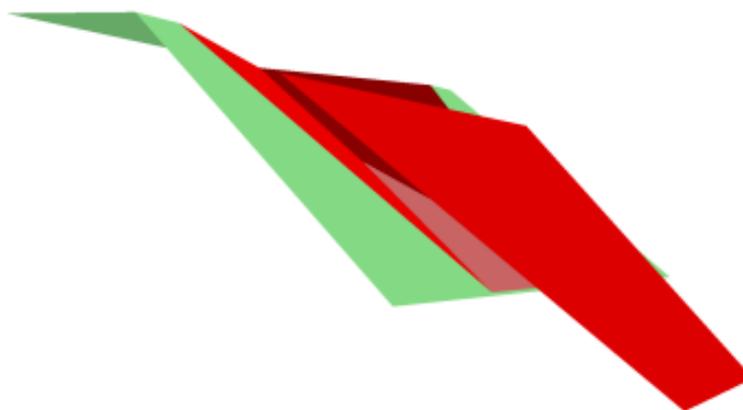


Рис. 8. Результаты количественной оценки устойчивости откоса методом расчета «объемных скальных блоков» ($K_y = 1,075$, вес оползневого блока 818 591,25 т)



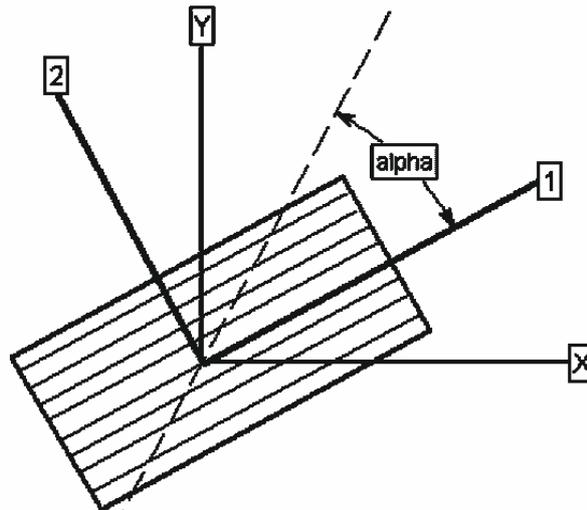


Рис. 9. Схема определения параметров в критерий анизотропной прочности

Линейная анизотропная модель прочности

В линейной анизотропной модели прочности [11] предполагается, что минимальная прочность на сдвиг связана с трещиной. Для задания данного критерия необходимо определить следующие параметры (рис. 10):

- прочностные характеристики грунта (сцепление и угол внутреннего трения c_1, φ_1) в зоне трещины (определяют минимальную прочность на сдвиг);
- прочностные характеристики грунта (сцепление и угол внутреннего трения c_2, φ_2) в массиве (определяют максимальную прочность на сдвиг);
- угол падения плоскости анизотропии α (определяется, как показано на рис. 9);

• параметры A и B определяют линейный переход от прочности на сдвиг в трещине к прочности на сдвиг в массиве в зависимости от положения плоскости сдвига, которая определяется углом анизотропии (α).

Согласно описываемой модели расчет прочности на сдвиг производится следующим образом. В заданной плоскости, ориентированной под острым углом α по отношению к плоскости трещины, вычисляется безразмерный параметр t по следующей формуле:

$$t = (\alpha - A)(B - A),$$

где A и B – параметры линейной анизотропной модели, описанные выше, а α – абсолютное значение угла.

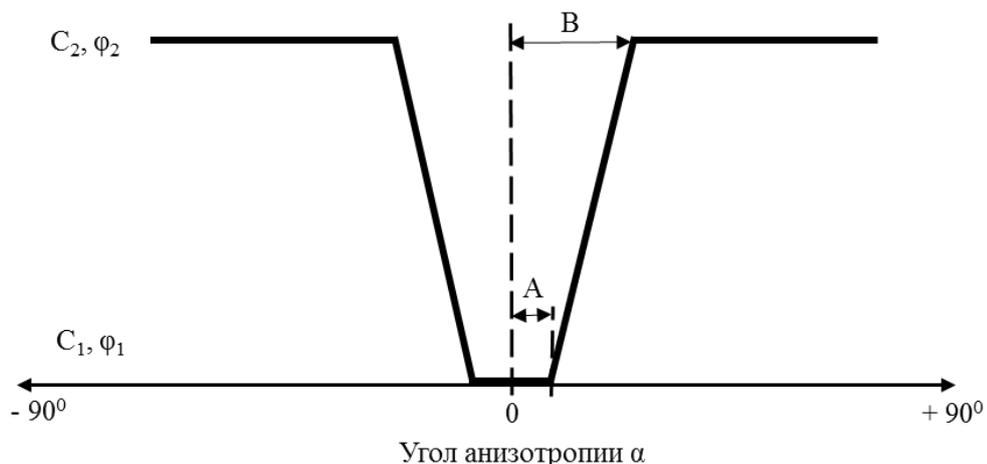


Рис. 10. Схема определения параметров в критерии линейной анизотропной прочности



В зависимости от значения t сцепление c и угол трения φ в плоскости анизотропии вычисляются с помощью следующих уравнений:

$$\text{при } t \leq 0, \quad c = c_1, \quad \tan \varphi = \tan \varphi_1;$$

$$\text{при } 0 < t < 1, \quad c = c_1(1-t) + c_2t,$$

$$\tan \varphi = \tan \varphi_1(1-t) + \tan \varphi_2t;$$

$$\text{при } t \geq 0, \quad c = c_2, \quad \tan \varphi = \tan \varphi_2.$$

В 2011 г. [12] данная модель была усовершенствована с целью возможности задания несимметричных функций анизотропии с использованием четырех параметров $A1, A2, B1$ и $B2$. Принципиальная схема несимметричной линейной модели приведена на рис. 11.

Критерий прочности Хоека–Брауна.

Критерий Хоека–Брауна является примером нелинейного критерия прочности на сдвиг, разработанного для скальных грунтов [5]. Этот критерий развивается поэтапно, опираясь на результаты обобщений эмпирических данных, в течение более чем двух десятилетий. Последняя версия рассматриваемого критерия известна под названием «Обобщенного Критерия Хоека–Брауна» (Generalised Hock–Brown criterion) [6]. Согласно обобщенному критерию Хоека–Брауна для расчета прочности на сдвиг требуется четыре начальных параметра [6]:

σ_{ci} – прочность на одноосное сжатие;

m_i – литологический тип грунтов,

например, андезит, мергель, кварцит и т.д.;

GSI – индекс геологической прочности, зависящий от структуры массива, например, ненарушенный, блочный, флишевый и т.д. (от 0 до 100);

D – фактор нарушенности массива горных пород (от 0 до 1).

Каждый из описанных выше четырех входных параметров (σ_{ci}, m_i, GSI, D) может быть оценен на основе классификационных графиков и таблиц Хоека–Брауна в зависимости от конкретных геологических условий. Обобщенный критерий Хоека–Брауна может быть определен следующим образом [6]:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma'_{ci} \left(m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a,$$

где σ'_1 и σ'_3 – эффективные главные напряжения; σ'_{ci} – прочность на одноосное сжатие; m_b, s и a – критерии Хоека–Брауна для породы, которые можно получить из следующих уравнений:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right);$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right);$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right);$$

$$E_m \text{ (GPa)} = \left(1 - \frac{D}{2} \right) \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \cdot 10^{\left(\frac{GSI - 10}{40} \right)}.$$

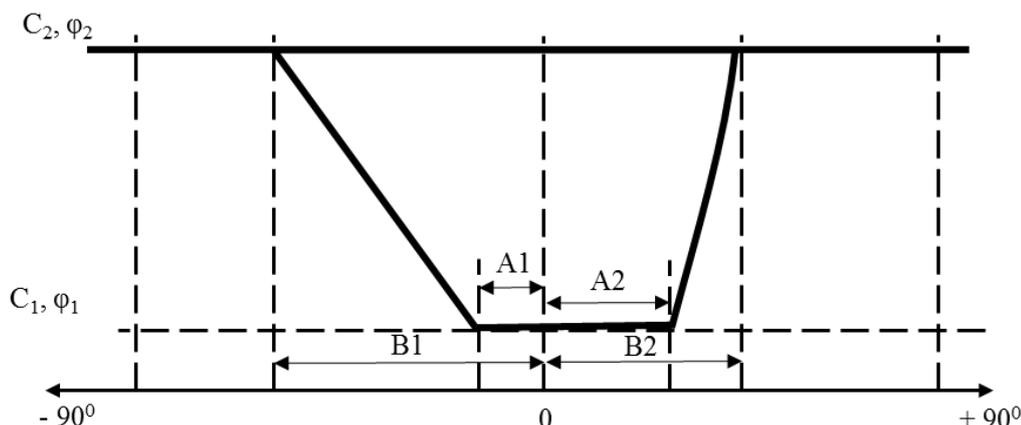


Рис. 11. Схема определения параметров в критерии несимметричной линейной анизотропной прочности



Также были предложены уравнения для вычисления параметров прочности Мора–Кулона (параметры c' , φ') для определенных диапазонов. Для склонов эти параметры оцениваются следующим образом [6]:

$$\varphi = \sin^{-1} \left[\frac{6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}} \right];$$

$$c' = \frac{\sigma_{ci} [(1+2a)s + (1-a)m_b \sigma'_{3n}] (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \frac{6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)}}},$$

где $\sigma'_{3n} = \sigma'_{3max} / \sigma_{ci}$.

Критерий прочности Бартона–Бандиса

Критерий прочности Бартона–Бандиса широко используется для моделирования сдвиговой прочности породы по трещинам. Этот критерий является нелинейным и определяется следующим образом [1, 2]:

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tag} \left[\varphi_r + JRC \log_{10} \left(\frac{JTC}{\sigma_n} \right) \right],$$

где τ – сдвиговая прочность; σ_n – нормальное напряжение; φ_r – угол остаточного трения; JRC – коэффициент шероховатости трещин; $JCS = \sigma_1 - \sigma_3$ – совместная прочность трещин и грунта при сжатии.

Тогда с учетом влияния шероховатости по плоскости смещения (по F.D. Patton [10]) коэффициент устойчивости склона (F_S) с использованием критериев прочности Бартона–Бандиса может быть получен следующим образом [13]:

$$F_S = \frac{\tau S}{P \sin \psi_i} = \frac{\sigma_n \operatorname{tag} \left[\varphi_r + JRC \log_{10} \left(\frac{JTC}{\sigma_n} \right) \right] S}{P \sin \psi_i} =$$

$$= \frac{\operatorname{tag} \left[\varphi_r + JRC \log_{10} \left(\frac{JTC}{\sigma_n} \right) \right]}{\sin \psi_i} = \frac{\operatorname{tag} [\varphi_r + i]}{\sin \psi_i},$$

где S – площадь плоскости смещения; P – вес смещающегося блока; ψ_i – уклон плоскости смещения; i – угол шероховатости.

Заключение

Предлагаемая методика оценки устойчивости бортов карьеров, закладываемых в скальных грунтах, позволяет обоснованно выбрать метод расчета, в зависимости от совместной ориентации структурного плана скального массива и пространственного положения бортов карьера. При этом выделяются три возможных случая:

1. Схема 1 – азимут падения какой-либо из систем трещин совпадает с азимутом падения борта карьера. В данном варианте задача устойчивости борта карьера может быть решена в плоской постановке методами предельного равновесия или МКЭ.

2. Схема 2 – азимут падения трещин систем не совпадает с азимутом падения борта карьера, но при этом, по результатам кинематического анализа, вероятно образование обрушений типа «клин». В данном варианте задача устойчивости борта карьера решается в трехмерной постановке, на основе метода объемных скальных блоков.

3. Схема 3 – азимут падения трещин систем не совпадает с азимутом падения борта карьера, и при этом, по результатам кинематического анализа, обрушение типа «клин» невозможно.

Наряду с критерием прочности Мора–Кулона при расчетах устойчивости для уточнения расчетных параметров рекомендуется использовать его линейно-анизотропный вариант, а также критерии Хоека–Брауна (для задания прочности грунтов в массиве) и Бартона–Бандиса (для задания прочности по трещинам).

Библиографический список

1. Barton N.R., Bandis S. Review of predictive capabilities of JRC-JCS model in engineering practice // Rock joints: Proc. Int. Symp. on Rock Joints / N. Barton, O. Stephansson, eds. - Rotterdam: Balkema, 1990. – pp. 603-610.



2. Barton N.R. and Choubey V., The shear strength of rock joints in theory and practice. *Rock Mech.* 10(1-2), 1-54.
3. Esterhuizen J., Filz G.M. and Duncan, J.M.. Constitutive Behaviour of Geosynthetic Interfaces, *Journal of GeoTechnical and Geoenvironmental Engineering*, October 2001, pp. 834-840.
4. Hoek E., Bray J., Boyd J. The stability of a rock slope containing a wedge resting on two intersecting discontinuities // *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 1973. – v. 6. – №1, pp. 22-35.
5. Hoek E., Bray J.W. *Rock Slope Engineering/3rd ed.* - London: Institution of Mining and Metallurgy, 1981. – 358 p.
6. Hoek E., Caranza-Torres C.T., Corcum B. Hoek-Brown failure criterion-2002 edition//*Proc. of the North American Rock Mechanics Society (NARMS-TAC'2002)*. – Toronto: Mining Innovation and Technology, 2002. – v. 1. – pp. 267-273.
7. Krahn J. *Stability modeling with SLOPE/W. An Engineering Methodology: First Edition, Revision 1.* Calgary, Alberta: GEO-SLOPE International Ltd., 2004. – 396 pp.
8. Krahn J., Price V.E., and Morgenstern, N. R. Slope stability computer program for Morgenstern- Price method of analysis // *University of Alberta, Edmonton, Alta.* 1971. Vol. 14.
9. Markland J.T. A useful technique for estimating the stability of rock slopes when the rigid wedge sliding type of failure is expected // *Imperial College Rock Mechanics Research Report*, 1972. – №19. – 10 p.
10. Patton F.D. Multiple models of shear failure in rock // *Proc. 1st Internat. Congr. on Rock Mechanics.* – Lisbon, 1966. – v. 1. – pp. 509-513
11. Snowden, "Proposal for Additional Features in SLIDE and SWEDGE", unpublished memorandum to Rocscience, 5th April 2007.
12. Snowden, "Snowden Modified Anisotropic Linear strength model", unpublished memorandum to Rocscience, November 2011.
13. Wyllie D.C., Mah C.W. *Rock Slope Engineering: civil and mining/4th ed.* – London: Spon Press / Taylor&Francis Group, 2010. – 431 p.
14. Зеркаль О. В., Фоменко И. К. Оползни в скальных грунтах и оценка их устойчивости // *Инженерная геология.* — 2016. — № 4. — С. 4–21.
15. Зеркаль О. В., Фоменко И. К. Оценка влияния анизотропии свойств грунтов на устойчивость склонов // *Инженерные изыскания.* — 2013. — № 9. — С. 44–50.
16. Калинин Э.В., Панасьян Л.Л., Широков В.Н., Артамонова Н.Б., Фоменко И.К. Моделирование полей напряжений в инженерно-геологических массивах. – М.: МГУ, 2003. – 261 с.
17. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела. - М.: Мир, 1987. – 217 с.
18. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. – СПб.: Гос. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела – Межотрасл. науч. центр ВНИМИ, 1998. – 208 с.
19. Пендин В. В., Фоменко И. К. Методология оценки и прогноза оползневой опасности. – М.: ЛЕНАНД Москва, 2015. – 320 с.
20. Рекомендации по расчету устойчивости скальных откосов: П-843-86. – М.: Гидропроект, 1986. - 51 с.
21. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. - М.: Госстрой России, 2003. – 93 с.
22. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения (Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003). – М.: Минрегион России, 2012. – 60 с.
23. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). – М.: Минрегион России, 2012. – 116 с.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 10-19

Title:	EVALUATION OF STABILITY OF PIT IN ROCKY SOIL
Author 1	Name&Surname: Igor K. Fomenko Company: Russian State Geological Prospecting University n. a. Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU) Scientific Degree: Doctor of Geological-Mineralogical Sciences Work Position: chief scientific officer Contacts: ifolga@gmail.com
Author 2	Name&Surname: Vadim V. Pendin Company: Russian State Geological Prospecting University n. a. Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU) Scientific Degree: Doctor of Geological-Mineralogical Sciences



	Work Position: Professor Contacts: pendin@yandex.ru
Author 3	Name&Surname: Denis N. Gorobtsov Company: Russian State Geological Prospecting University n. a. Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU) Scientific Degree: candidate of geological-mineralogical Sciences Work Position: associate professor Contacts: +79261811205, dngorobtsov@mail.ru
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-10-19
Abstract:	In the article the technique of calculation of stability of pit walls, stacked rock soil, taking into account geologostroy characteristics of the rock mass and the spatial position of the zones of weakening in relation to the pit walls. It is shown that, depending on their mutual orientation the objective of pit slope stability can be solved in two-dimensional or three-dimensional setting. Examples of calculating the stability of opencast sites, subject to zones of weakening for two-dimensional limiting equilibrium methods and finite elements in three-dimensional statement – by the volume of the rock blocks. Described modern criteria of strength, which is recommended for the modeling of the stability of rock landslides. The proposed methodology for stability assessment of pit walls, laid in rocky soil, allow to choose the method of calculation, depending on the joint orientation of the structural plane of the rock mass and the spatial position of the pit walls.
Keywords:	stability of pit walls, landslides in rock, the methods of limit equilibrium, finite element, three-dimensional rock blocks, the anisotropy of strength, the strength criteria Hoca□brown and Barton□of Bandesa
References:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Barton N.R., Bandis S. Review of predictive capabilities of JRC-JCS model in engineering practice // Rock joints: Proc. Int. Symp. on Rock Joints / N. Barton, O. Stephansson, eds. - Rotterdam: Balkema, 1990. – pp. 603-610. 2. Barton N.R. and Choubey V., The shear strength of rock joints in theory and practice. Rock Mech. 10(1-2), 1-54. 3. Esterhuizen J., Filz G.M. and Duncan, J.M.. Constitutive Behaviour of Geosynthetic Interfaces, Journal of GeoTechnical and Geoenvironmental Engineering, October 2001, pp. 834-840. 4. Hoek E., Bray J., Boyd J. The stability of a rock slope containing a wedge resting on two intersecting discontinuities // Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 1973. – v. 6. – №1, pp. 22-35. 5. Hoek E., Bray J.W. Rock Slope Engineering/3rd ed. - London: Institution of Mining and Metallurgy, 1981. – 358 p. 6. Hoek E., Caranza-Torres C.T., Corcum B. Hoek-Brown failure criterion-2002 edition//Proc. of the North American Rock Mechanics Society (NARMS-TAC'2002). – Toronto: Mining Innovation and Technology, 2002. – v. 1. – pp. 267-273. 7. Krahn J. Stability modeling with SLOPE/W. An Engineering Methodology: First Edition, Revision 1. Calgary, Alberta: GEO-SLOPE International Ltd., 2004. – 396 pp. 8. Krahn J., Price V.E., and Morgenstern, N. R. Slope stability computer program for Morgenstern- Price method of analysis // University of Alberta, Edmonton, Alta. 1971. Vol. 14. 9. Markland J.T. A useful technique for estimating the stability of rock slopes when the rigid wedge sliding type of failure is expected // Imperial College Rock Mechanics Research Report, 1972. – №19. – 10 p. 10. Patton F.D. Multiple models of shear failure in rock // Proc. 1st Internat. Congr. on Rock Mechanics. – Lisbon, 1966. – v. 1. – pp. 509-513 11. Snowden, “Proposal for Additional Features in SLIDE and SWEDGE”, unpublished memorandum to Rocscience, 5th April 2007. 12. Snowden, "Snowden Modified Anisotropic Linear strength model", unpublished memorandum to Rocscience, November 2011. 13. Wyllie D.C., Mah C.W. Rock Slope Engineering: civil and mining/4rd ed. – London: Spon Press / Taylor&Francis Group, 2010. – 431 p. 14. Zerkal' O.V., Fomenko I.K. Opolzni v skal'nyh gruntah i ochenka ih ustojchivosti



- [landslides in rocky soil and evaluation of their stability] // Engineering geology. – 2016. – No. 4. – Pp. 4-21.
15. Zerkal' O.V., Fomenko I. K. Ocenka vlijanija anizotropii svojstv gruntov na ustojchivost' sklonov [Assessment of the anisotropy of the properties of the soil on the slope stability] // Engineering survey. – 2013. – No. 9. – Pp. 44-50.
16. Kalinin Je.V., Panas'jan L.L., Shirokov V.N., Artamonova N.B., Fomenko I.K. Modelirovanie polej naprjazhenij v inzhenerno-geologicheskikh massivah. [Simulation of stress fields in geotechnical arrays] – M.: Moscow State University, 2003. – 261 p.
17. Krauch S., Starfield A. Metody granichnyh jelementov v mehanike tverdogo tela. [Boundary element methods in solid mechanics] – M.: Mir, 1987. – 217 p.
18. Pravila obespechenija ustojchivosti otkosov na ugol'nyh razrezah. [Rules on the slope stability at the coal mines] – SPb.: State. Research Institute of Mining of geomechanical and Surveying – Interdisciplinary Research Center VNIMI, 1998. – 208 p.
19. Pendin V.V., Fomenko I.K. Metodologija ocenki i prognoza opolznej opasnosti. [Methodology for assessment and prediction of landslide hazard] – M.: LENAND Moscow, 2015. – 320 p.
20. Rekomendacii po raschetu ustojchivosti skal'nyh otkosov: P-843-86. [Guidelines for the calculation of the stability of rock slopes: P-843-86.] – M.: Hydroproject, 1986. – 51 p.
21. SP 11-105-97 Inzhenerno-geologicheskie izyskanija dlja stroitel'stva. Chast' II. Pravila proizvodstva rabot v rajonah razvitija opasnyh geologicheskikh i inzhenerno-geologicheskikh processov. [SP 11-105-97 Engineering survey for construction. Part II. Terms of works in the areas of development of dangerous geological and engineering-geological processes.] – M.: Russian State Committee for Construction, 2003. – 93 p.
22. SP 116.13330.2012 Inzhenernaja zashhita territorij, zdaniy i sooruzhenij ot opasnyh geologicheskikh processov. Osnovnye polozhenija (Aktualizirovannaja redakcija SNiP 22-02-2003). [JV 116.13330.2012 Engineering protection of territories, buildings and structures from dangerous geological processes. Basic provisions (SNIP 22/02/2003 The updated edition)] – M.: Russian Ministry of Regional Development, 2012. – 60 p.
23. SP 47.13330.2012 Inzhenernye izyskanija dlja stroitel'stva. Osnovnye polozhenija (Aktualizirovannaja redakcija SNiP 11-02-96). [SP 47.13330.2012 Engineering surveys for construction. Basic provisions (The updated edition of SNIP 11-02-96)] – M.: Russian Ministry of Regional Development, 2012. – 116 p.



MAI NGOC LUAN (Curtin University of Technology, Australia)

TOPAL ERKAN (Curtin University of Technology, Australia)

ERTEN OKTAY (Curtin University of Technology, Australia)

APPLICATION OF OPERATIONS RESEARCH IN OPEN PIT MINE PLANNING AND A CASE STUDY IN SINGUYEN COPPER DEPOSIT, VIETNAM

Operations research has been applied to open pit mine planning since 1960s. This approach has proved its ability in optimising mine planning problems, including long-term and short-term production scheduling, ultimate pit limit, mine design and mining equipment dispatching. In this paper, we review the history and methodology of applying operations research in long-term production scheduling and a case study in Sin Quyen copper deposit, Vietnam.

Ключевые слова: Operations Research; Mine Planning; Production Scheduling; Sin Quyen copper deposit; Optimisation.

1. INTRODUCTION

Strategic mine planning is a key to the success of mining projects and its critical task is to determine an optimal and practical mining schedule over the life of mine, or long-term production scheduling. The aim is to maximise the economic outcome of exploiting a mineralised deposit, commonly calculated in the form of Net Present Value (NPV), subject to a range of constraints, such as land lease boundary, capacity of mining equipment fleet, processing plant, blending grade and slope safety [6].

The fundamental input of mine planning process is a resource model of the deposit in three-dimensional (3D) space consisting of arrays of unit blocks, of which each block contains necessary information for mine planning procedure, such as metal grade, density and lithology. The resource block model is then converted into an economic block model by using commodity prices, operational costs and recovery rates. From this perspective, the production scheduling problem of an open pit mine is the

optimisation of mining sequence of blocks bounded by these aforementioned constraints and the objective is to maximise economic profit of mining project. Naturally, this is an application area of operation research (OR).

The pioneering work of applying OR in open pit mine planning was credited for [3] using a linear programming (LP) model. In this LP model, linear variables are introduced to each block to represent the proportion of material being scheduled in each mining period. Despite its robustness, the major shortfall is that underlying blocks can be scheduled while the blocks above have not yet been completely removed and this is impractical. For this reason, integer variables are introduced to maintain the integrity of mining blocks, i.e. blocks are scheduled as a whole as illustrated in Figure 1. In this case, integer variables are used in a special type of binary with only two possible outcomes of either 0 or 1, where 1 if block is removed, 0 otherwise.

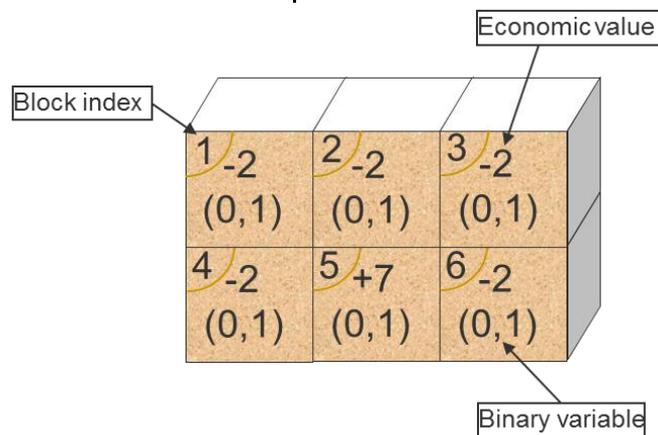


Fig. 1. Demonstration of a hypothetical 2D deposit with block index, block economic value and binary variable



In Figure 1, let us assume a hypothetical two-dimensional (2D) block model constituted by six blocks, of which only block 5 is ore with a positive economic value of +7, the rest is waste with negative economic value of -2. Let us also assume the mine plan consists of one period and the only operational constraint is slope safety of 45° . In this simplistic case study, one can see the optimal production schedule is ore block 5 being mined with three overburden blocks 1, 2, and 3 so the maximum mining profit is +1. Therefore, if an IP model is constructed to optimise this hypothetical mine planning problem, its task is to return output of binary variables correctly, i.e. those of blocks 1, 2, 3, and 5 are 1, meanwhile those of blocks 4 and 6 is 0, as shown in Figure 2.

This type of OR technique is referred to as integer programming (IP) and its expansions are mixed integer programming (MIP), mixed integer linear programming (MILP) and stochastic integer programming (SIP). References of methodology and applications of these techniques can be found at the works of [1, 7, 8]. For a scheduling problem of a block model including n blocks and the life of mine is p periods (years),

the scale of the mathematical model is determined by the number of binary variables $n \cdot p$. In real mining projects, this number could easily reach a magnitude of millions and such a large scale mathematical could not be solved using the current computer technology.

To deal with the challenge of applying OR in open pit mine planning, we deployed our in-house block aggregation technique called TopCone Algorithm (TCA) in this paper. TCA combines blocks into TopCones (TCs) in specific conditions so that it has the following features:

1. The mining of each TCs following certain sequence does not violate slope safety.
2. The combination of all TCs forms an ultimate pit limit.
3. The number of TCs can be controlled by adjusting input conditions.

The performance of TCA is demonstrated in a hypothetical 2D deposit, shown in Figure 3. By applying a condition that requires a minimum of two blocks per TC, four TCs were generated from a block model of 21 blocks. Note that the number of TCs generated can be reduced if the required number of blocks per TC increases.

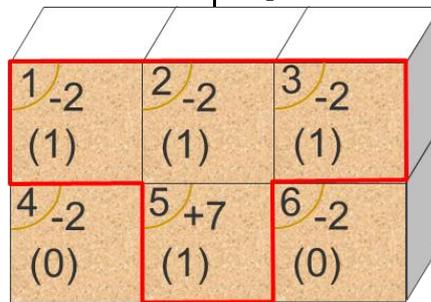


Fig. 2. Result of solving production scheduling problem using binary variables

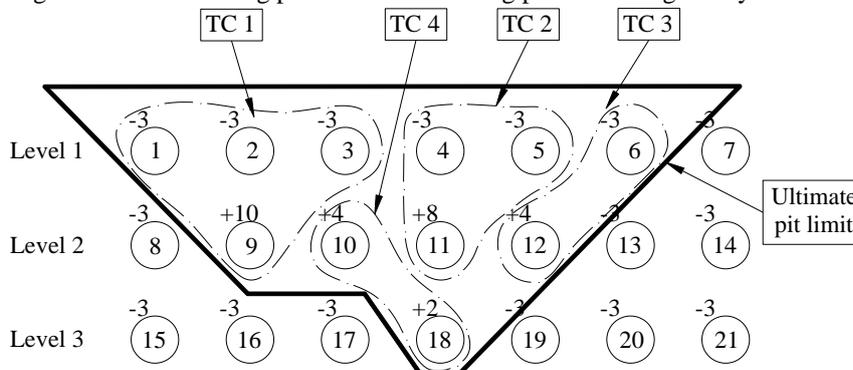


Fig.3. Demonstration of TCA on a hypothetical 2D case study with minimum two blocks per TC
Index inside circle is block ID, outside is block economic value



Next in the paper, we introduce the methodology of IP and a proposed mine planning framework using IP and TCA. It is then followed by a case study in the Sin Quyen copper deposit and conclusions.

2. METHODOLOGY

The problem of open pit production scheduling using IP can be described as follows:

Let us define X_i^t is the binary variable to determine whether block i is scheduled in period t ($X_i^t = 1$) or not ($X_i^t = 0$). Where d is the discount rate of dollar value and V_i is the economic value of block i in the unit of dollar, the objective function of the IP model is to maximise NPV and can be expressed as:

$$\max \sum_t \sum_i \frac{1}{(1+d)^t} V_i \cdot X_i^t \quad (1)$$

Denote T_i as the tonnage of block i and MC_{max} , MC_{min} respectively are maximum and minimum mining capacities, the constraints for mining capacities of the IP model can be expressed as follows:

$$\text{Upper bound: } \sum_i T_i \cdot X_i^t \leq MC_{max} \quad (2)$$

$$\text{Lower bound: } \sum_i T_i \cdot X_i^t \geq MC_{min} \quad (3)$$

A full set of constraints can be found in the references provided in the introduction section. As discussed in the previous section, in this study we deployed TCA to aggregate blocks into TCs to reduce the scale of the mine planning model.

The new open pit mine planning framework and its three phases can be illustrated in Figure 4.

Phase 1: Ore resource estimation. During this phase, a block model is constructed using tools like Surpac, DataMine or Vulcan. The metal grade and tonnage of unit blocks can be assigned using estimation techniques like inverse distance or kriging. More details of modelling a deposit can be found in the work of [4, 5].

Phase 2: Block aggregation. TCA is implemented on the resource block model to cluster blocks into TCs to significantly reduce the scale of data to facilitate the performance of the downstream IP-based production scheduling model.

Phase 3: Strategic mine planning. In this phase, an optimal long-term production scheduling is obtained by solving the IP model using CPLEX [7]. As data has been compressed before formulating and solving the IP model, the solution time to achieve an optimal solution is relatively quick.

3. APPLICATION AT SIN QUYEN COPPER DEPOSIT, VIETNAM

Sin Quyen is the largest copper deposit in Vietnam. Located in the Northern West, the deposit lies 130 km along the right bank of Hong River and the border of Vietnam – China. Currently, a mining project of the deposit is under the management of Vietnam National Coal-Mineral Industries Holding Corporation (Vinacomin). The location of Sin Quyen copper mine is depicted in Figure 5.

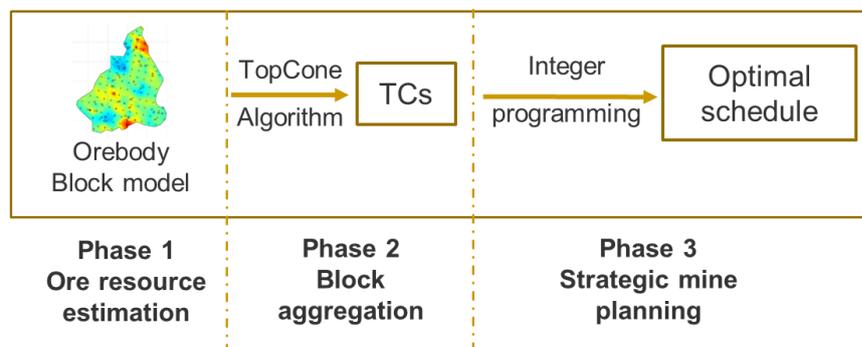


Fig. 4. Systematic illustration of the proposed mine planning framework





Fig. 5. Location map of Sin Quyen copper mine

The block model of the deposit was created using Surpac. The block size is 25x25x25 m, amongst the total of 802,944 blocks, 10,613 blocks are ore. Ordinary Kriging was used to estimate copper grade of the block model, meanwhile inverse distance with distance power of 0 was used to estimate specific gravity of ore and waste blocks separately. The ore resource model was then converted into an economic block

model using a hypothetical set of economic parameters, i.e. copper metal price, mining and processing cost and recovery rate.

TCA was implemented on the block model and 492 TCs were generated from 802,944 blocks. Clearly, the scale of data has been significantly reduced. The map of all TCs and the ultimate pit constituted by combining all TCs is presented in Figure 6.

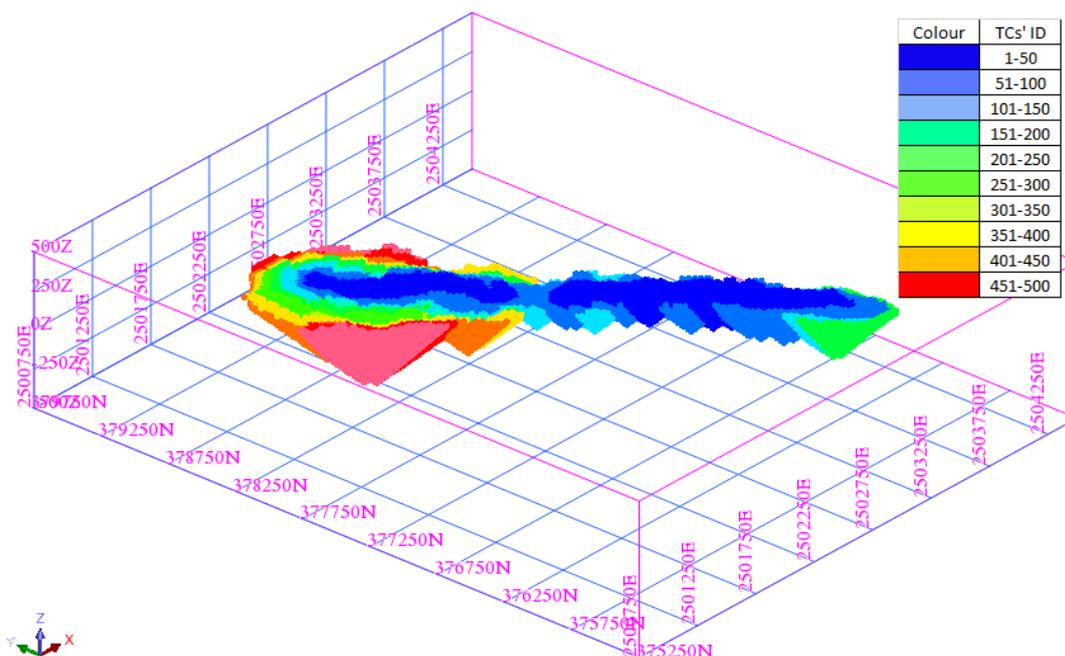


Fig. 6. 492 TopCones and the ultimate pit limit looking North-East



In the next step, all 492 TCs were fed into an IP model and solved by CPLEX. For comparison purpose, a mine plan was also constructed using Whittle software, one of the most common commercial mine planning software package used in mining industry. The production schedule results of two approaches are presented in Figure 7. Note that the scheduling parameters used in this case study is hypothetical to demonstrate the performance of the proposed model only. The model, however, can be quickly adapted to take correct input parameters.

From Figure 7, Whittle’s schedule showed a lack of ore tonnage in the first period and a stronger variation of total mining capacity. On the other hand, the proposed mine planning model yielded a better scheduling scenario with a considerably higher NPV of 18.86 %.

To demonstrate the practical mining sequence of the TCA-based IP model, its plan view and typical cross-sections are presented in Figure 8.

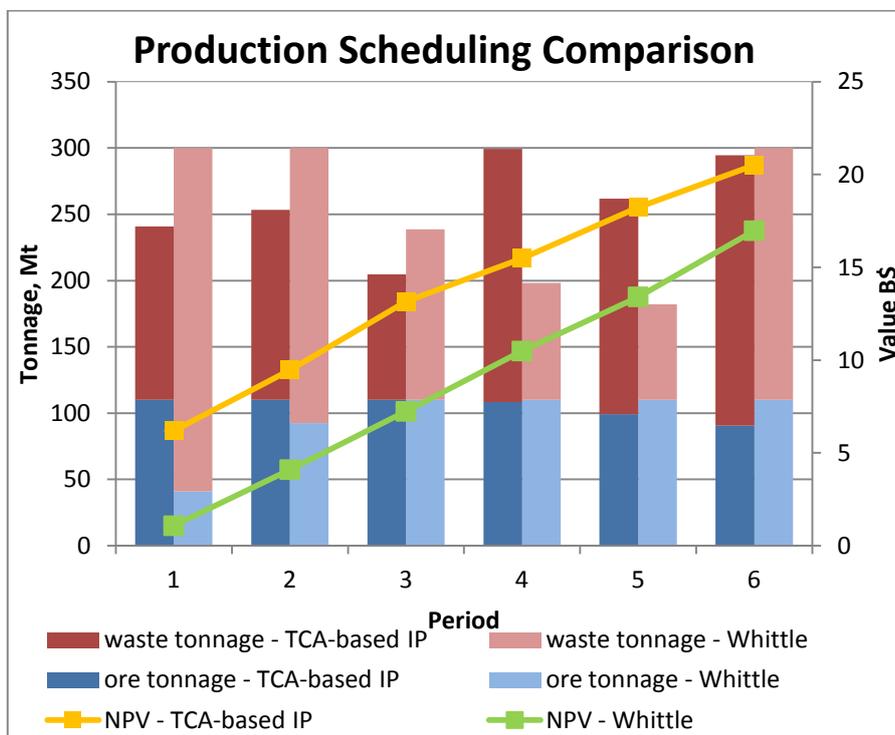


Fig. 7. Comparison of production schedules suggested by the proposed mine planning model using TCA-based IP and Whittle

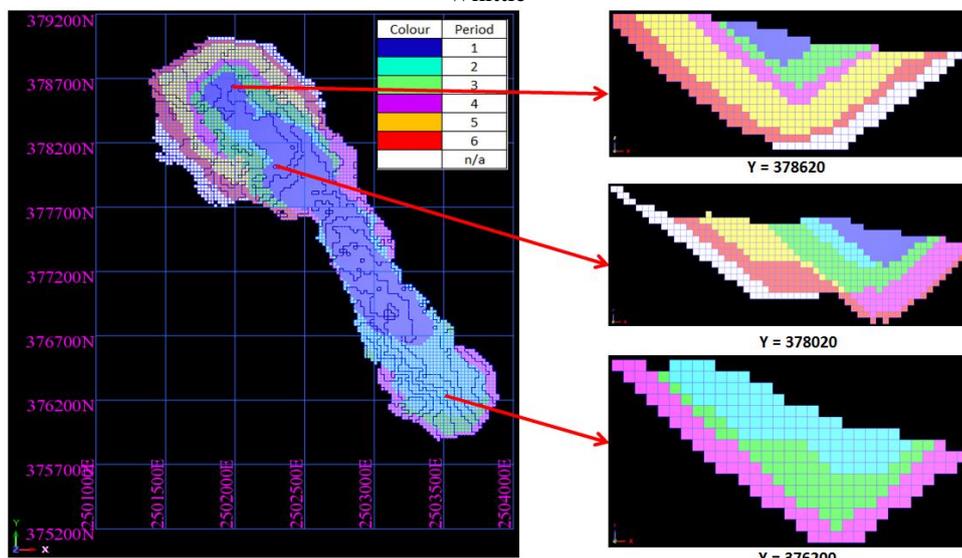


Fig. 8. Plan view and typical cross-sections of the proposed mine plan



4. CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

In this paper, we outlined the significant advantages of the application of operations research in open pit mine planning. The mathematical models proved their superiority in handling complicated mine planning and production scheduling problems where a large amount of data needs to be processed under various conditions. The fundamental obstacle of this approach is the intense number of binary variables has been solved efficiently by combining blocks into TopCones using TopCone Algorithm.

The application of the proposed model on the Sin Quyen copper deposit demonstrated its superiority over a popular commercial mine planning software package with a significant NPV improvement. This also proved a high potential of applying the proposed mine planning model in the industry.

In the future, more works need to be done aiming at commercialising the mine planning model, such as developing a user-friendly interface and a stand-alone 3D visualisation.

Библиографический список

1. Caccetta, L., & Hill, S. P. (2003). An application of

branch and cut to open pit mine scheduling. Journal of global optimization, 27(2-3), 349-365.
 2. CPLEX, I. I. (2009). V12. 1: User’s Manual for CPLEX. International Business Machines Corporation, 46(53), 157.
 3. Johnson, T. B. (1968). Optimum open pit mine production scheduling.
 4. Mai, N. (2013). Research and application of geostatistical tools to model mineral deposits for surface mine planning and design Master thesis Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi.
 5. Mai, N., & Bui, X. N. (2016). Application of geostatistical tools to assess geological uncertainty for Sinquyen Copper mine, Vietnam. Mining Science and Technology, 2, 24-30.
 6. Mai, N., & Vu, D. T. (2014). Long-Term Mine Planning Using Mixed Material Model of Cement-Limestone Quarry. Paper presented at the 3rd International Conference of Advances in Mining and Tunnelling, Hanoi, Vietnam
 7. Newman, A. M., Rubio, E., Caro, R., Weintraub, A., & Eurek, K. (2010). A review of operations research in mine planning. Interfaces, 40(3), 222-245.
 8. Ramazan, S., & Dimitrakopoulos, R. (2004). Recent applications of operations research and efficient MIP formulations in open pit mining. Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Transactions, 316

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 22-27	
Title:	APPLICATION OF OPERATIONS RESEARCH IN OPEN PIT MINE PLANNING AND A CASE STUDY IN SINGUYEN COPPER DEPOSIT, VIETNAM
Author 1	Name&Surname: MAI NGOC LUAN Company: Curtin University of Technology, Australia Scientific Degree: PhD Candidate Work Position: Western Australian School of Mines Contacts: ngocluan.mai@postgrad.curtin.edu.au
Author 2	Name&Surname: TOPAL ERKAN Company: Curtin University of Technology, Australia Work Position: Western Australian School of Mines Contacts: E.Topal@curtin.edu.au
Author 3	Name&Surname: ERTEN OKTAY Company: Curtin University of Technology, Australia Work Position: Western Australian School of Mines Contacts: oktay.erten@curtin.edu.au
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-22-27
Abstract:	Operations research has been applied to open pit mine planning since 1960s. This approach has proved its ability in optimising mine planning problems, including long-term and short-term production scheduling, ultimate pit limit, mine design and mining equipment dispatching. In this paper, we review the history and methodology of applying operations



	research in long-term production scheduling and a case study in Sin Quyen copper deposit, Vietnam.
Keywords:	Operations Research; Mine Planning; Production Scheduling; Sin Quyen copper deposit; Optimisation.
References:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caccetta, L., & Hill, S. P. (2003). An application of branch and cut to open pit mine scheduling. <i>Journal of global optimization</i>, 27(2-3), 349-365. 2. CPLEX, I. I. (2009). V12. 1: User's Manual for CPLEX. International Business Machines Corporation, 46(53), 157. 3. Johnson, T. B. (1968). Optimum open pit mine production scheduling. 4. Mai, N. (2013). Research and application of geostatistical tools to model mineral deposits for surface mine planning and design Master thesis Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi. 5. Mai, N., & Bui, X. N. (2016). Application of geostatistical tools to assess geological uncertainty for Sinquyen Copper mine, Vietnam. <i>Mining Science and Technology</i>, 2, 24-30. 6. Mai, N., & Vu, D. T. (2014). Long-Term Mine Planning Using Mixed Material Model of Cement-Limestone Quarry. Paper presented at the 3rd International Conference of Advances in Mining and Tunnelling, Hanoi, Vietnam 7. Newman, A. M., Rubio, E., Caro, R., Weintraub, A., & Eurek, K. (2010). A review of operations research in mine planning. <i>Interfaces</i>, 40(3), 222-245. 8. Ramazan, S., & Dimitrakopoulos, R. (2004). Recent applications of operations research and efficient MIP formulations in open pit mining. <i>Society of Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Transactions</i>, 316



БЫСТРОВА И.В. (Астраханский государственный университет)

СМИРНОВА Т.С. (Астраханский государственный университет)

ФЕДОРОВА Н.Ф. (Астраханский государственный университет)

МЕЛЕХОВ М.С. (Национальный исследовательский университет имени И.М. Губкина)

**РОЛЬ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО КАСПИЯ В СВЯЗИ
С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ**

В статье освещаются вопросы освоения территории Западного Каспия, что обусловлено значительными потенциальными ресурсами исследуемой территории для развития нефтегазовой отрасли.

Освоение территории Западного Каспия и перспективы нефтегазоносности доказаны открытыми месторождениями, которые уже эксплуатируются.

В работе проанализированы физико-географические вопросы, рассмотрены геологическое, тектоническое строение, характер рельефа и особенности гидрологического режима. В основу положено деление Каспия на три части: северную, среднюю и южную, и обосновано проведение географической границы между ними.

Рассмотрена хронология освоения морской нефтедобычи на западном побережье Каспия. Для решения важных проблем по обеспечению углеводородными ресурсами Каспийского региона необходимо проводить работы с целью открытия и освоения месторождений углеводородов на базе научно-исследовательских работ. Это приведет к диверсификации территории исследования, а также стимулированию развития и внедрения новых инновационных технологий. Все это позволит более детально изучить процессы формирования УВ и рекомендовать проведение поисково-разведочных работ с целью подготовки новых и старых структур, перспективных в нефтегазоносном отношении.

Выявлена геохимическая уникальность флюидов, характеризуются физико-химические свойства нефтей Западного Каспия (Западного побережья Каспия). Убедительно обоснованы проведение геологоразведочных работ на материковой части, а также активизация работ в сторону морских и океанических шельфов, что и определяет приоритетное морское направление работ на ближайшую перспективу. Раскрыты вопросы (рассмотрены проблемы), связанные с разведкой как структурных антиклинальных, так и неструктурных ловушек. Выбор направления геологоразведочных работ объясняется разной степенью изученности и подготовки структур под бурение. Этот вопрос решается дифференцированно. Так, на территории Северного Каспия проводятся поисково-разведочные работы для подготовки структур этих двух типов. В Среднем Каспии ввиду открытия значительной части структур на суше активизированы работы на шельфовой и морской частях. В Южной части – Азербайджане, где в настоящее время фонд подготовки структурных ловушек завершился, основными тенденциями являются разработка и подготовка неантиклинальных ловушек для увеличения прироста запасов.

Рассмотрены вопросы прироста по всем трем бассейнам и исследованы вопросы организации поисково-разведочных работ как в новых неразведанных, так и в старых нефтегазоносных областях, где существует хорошо развитая инфраструктура и имеется переизбыток рабочей силы. Решение этих вопросов должно осуществляться с использованием новых научно обоснованных концепций и прогрессивных современных методов поиска.

Освоение ресурсов нефти и газа на территории западного Каспия (в пределах континентального шельфа Каспийского моря и сопредельных территорий) в настоящее время является актуальной проблемой, от решения которой во многом зависит прирост запасов и рост добычи нефти и газа.

Ключевые слова: шельф, Каспийский регион, Скифско-Туранская плита, месторождения углеводородов, акватория Каспийского моря, нефтедобыча, углеводороды, фундамент, осадочный чехол, прогиб, котловина, стратиграфия, литолого-фациальный состав, эпигерцинская платформа, тектонический этаж, метаморфизованные породы, Северный, Средний, Южный Каспий, нефтегазоносный бассейн.



Введение

Каспийское море – крупнейший в мире соленый и бессточный водоем на Земле, расположенный в глубине материка Евразии. С точки зрения физико-географического положения – это внутреннее море-озеро. Площадь его поверхности составляет 371 тыс. км², объем воды – 78,6 тыс. км³. Уровень воды подвержен колебаниям, согласно данным 2009 г. составлял 27,16 м ниже уровня моря. Вытянуто в меридиональном направлении и расположено в широтах 36°34' – 47°13' с.ш. Наибольшая его протяженность с севера на юг – 1200 км, а наибольшая ширина около 450 км, средняя глубина 180 м. Общая длина береговой линии Каспийского моря составляет 7000 км; из них около 700 км находится в пределах России. С 1991 г. побережье Каспия относится к 5 государствам: Россия, Иран, Азербайджан, Туркменистан, Казахстан.

Каспий – глубоководное озеро с развитой шельфовой зоной. По физико-географическим особенностям и характеру рельефа дна море делится на 3 части: северный, средний и южный Каспий.

По ряду признаков (геологическим, тектоническим, а также по особенностям гидрологического режима) Каспийское море делится на северную, среднюю и южную части (рис. 1). По данным ряда исследователей, географическую границу между Северным и Средним Каспием проводят от острова Чечень до мыса Тюб – Караганский, между Средним и Южным Каспием – от острова Жилого до мыса Ган-Гулу [6]. В пределах Северного Каспия выделяют также западную и восточную части. За границу их раздела принята линия, идущая от о. Новинский, далее на о. Кулалы и затем от южной оконечности этого острова к п-ву Долгий [24].

Граница между Северным и Средним Каспием обоснована нефтегазогеологически (граница двух нефтегазоносных провинций), тектонически (сочленение Скифско-Туранской и Восточно-Европейской разновозрастных платформ), специфическими условиями проведения геологоразведочных работ, обустройством месторождений. Границей между Средним и Южным Каспием является условная линия, проходящая по морю от границы между Российской Федерацией и Азербайджаном до границы между Туркменистаном и Казахстаном.

Рельеф дна Каспийского моря представлен обширным мелководьем на севере, а в центре и на юге прослеживаются глубоководные впадины, разделенные подводными порогами [20].

Для Каспийского моря прослежена динамика колебаний его уровня. В прошлом веке с 20-х по 70-е годы его уровень понизился на 2,5 м. Затем отмечался его подъём, который продолжался до 1995 г. С 1978–1995 гг. уровень Каспийского моря поднялся на 2,35 м и достиг максимума – 26,66 м (Балтийская система высот). С 1995 г. доминирует некоторая тенденция к понижению уровня – до минус 27,69 м в 2013 г., затем он начнет повышаться и во второй половине нового тысячелетия его повышение составит 5,0 м [1, 6].

Каспийское море издавна привлекало внимание геологов, исследователей и специалистов для решения важных проблем по обеспечению углеводородными энергетическими ресурсами стран Каспийского региона. В первой половине прошлого века в юго-западной части Каспия (Азербайджан) были проведены работы с целью открытия и освоения месторождений углеводородов. С 1922 г. была начата морская нефтедобыча на западном побережье Каспия (Апшеронский полуостров). Именно этот



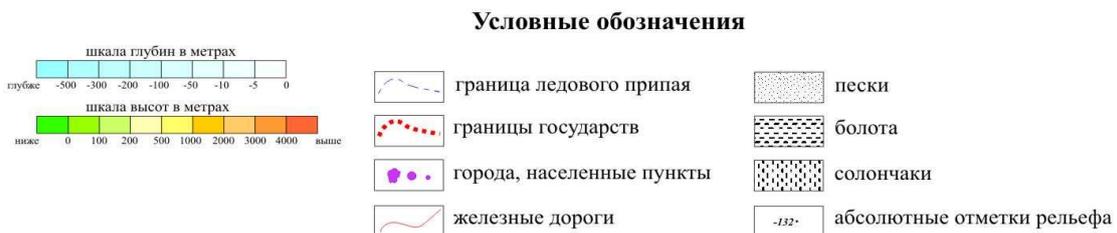


Рис. 1. Физико-географическое положение территории исследования

период считается началом промышленного освоения, что послужило мотивировкой к освоению морских площадей и шельфа и более детальным геолого-географическим исследованиям Каспийского моря.

В 80-х годах XX века активными поисками углеводородов продолжают

заниматься Азербайджан, Туркмения. Это привело к открытию ряда месторождений нефти и газа и подтвердило перспективность исследуемого региона в нефтегазоносном отношении. На территории Российского сектора геологоразведочные работы практически не проводились. Аналогичная



ситуация складывалась и в акватории Дагестана в связи с невысокой оценкой перспектив нефтегазоносности, так как выявленные здесь структуры выносятся в направлении к берегу Каспия. Единственное месторождение Инчхе-море, открытое у берегов Дагестана, было небольшим по запасам, и отсутствие новых месторождений не позволяло оптимистически оценить перспективы данной территории в нефтегазоносном отношении.

С середины 90-х годов прошлого столетия увеличился объем геологоразведочных работ Российского сектора, что привело к открытию ряда месторождений. Это позволило активизировать диверсификацию данного региона, а также стимулировало развитие и внедрение новых инновационных технологий. Вследствие этого расширилась база поисково-разведочных работ при освоении Северного и Среднего Каспия (Россия). В результате были более детально изучены процессы формирования углеводородов и рекомендовано проведение поисково-разведочных работ с целью подготовки новых структур, перспективных в нефтегазоносном отношении.

В дальнейшем проведенные работы привели к открытию ряда месторождений, что позволило оптимистически решать поставленные задачи по обеспечению прироста запасов и роста добычи нефти и газа на исследуемой территории и повышению экономического потенциала большинства стран Каспийского региона.

По мере изучения Каспийского моря и сопредельных территорий накапливались определенные сведения об особенностях геологического строения, тектонике, истории развития, строения рельефа дна и другое.

К тектоническим элементам Каспийского бассейна относятся части докембрийской Восточно-Европейской и

палеозойской Скифско-Туранской эпигерцинской платформ, Терско-Каспийский прогиб и Южно-Каспийская впадина [11] (рис. 2).

По данным глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) выявлено, что наибольшая глубина фундамента (22–24 км) приурочена к Южно-Каспийской впадине [6]. Поверхность древнего докембрийского кристаллического фундамента представлена рядом крупных поднятий и прогибов и разбита тектоническими нарушениями на блоки.

Северный и Средний Каспий по комплексу геолого-геофизических данных на море и суше относится к Скифско-Туранской эпигерцинской платформе.

В разрезе данной платформы выделяются три главных тектонических этажа. Нижний – фундамент, который представлен сильно дислоцированными и метаморфизованными геосинклинальными формациями палеозоя и допалеозоя. Верхний – платформенный чехол, сложен осадками юрско-неогенового возраста. Между фундаментом и отложениями чехла залегает промежуточная пермо-триасовая толща, которая в разной степени дислоцирована и метаморфизована.

Платформенный чехол Скифско-Туранской платформы представлен песчано-глинистыми, реже карбонатными отложениями мезозоя-кайнозоя от юрских до четвертичных.

В осадочном чехле выделяются многочисленные региональные перерывы в осадконакоплении (предъюрский, предмеловой, предпалеогеновый, преднеогеновый и предкачгальский). Помимо региональных (межкомплексных), выделяются и внутрикомплексные перерывы (предсреднеюрский, предверхнеюрский, предверхнемеловой, предмайкопский).



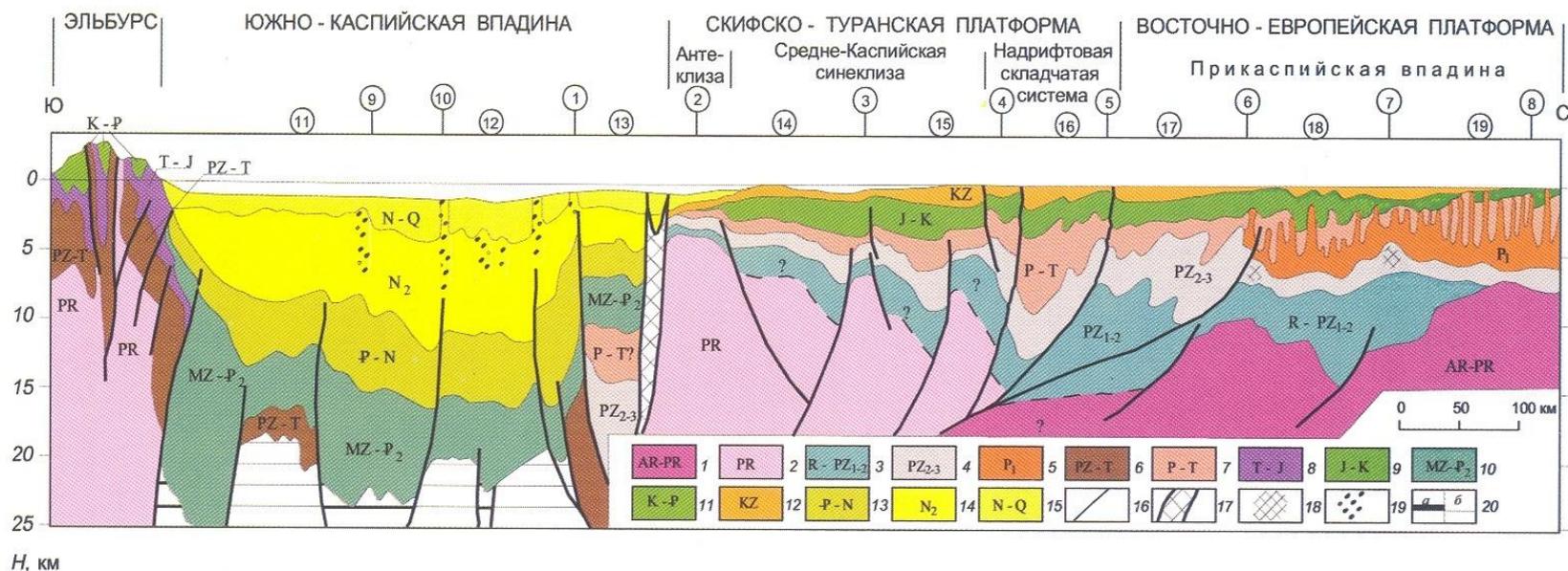


Рис. 2. Принципиальный геологический разрез Каспийского моря по субмеридиональному сечению (Б.В. Сенин, А.З. Девин, Ю.А. Висковский, 2002):

1 – добайкальский кристаллический фундамент; 2 – байкальский кристаллический и складчато-метаморфический фундамент осадочные и донные комплексы, в том числе переходные; 3 – додевонский; 4 – подсолевой, средне-верхнепалеозойский – Прикаспий; синхронные комплексы Скифско-Туранской платформы; 5 – соленосный нижнепермский; 6 – палеозойско-триасовый – Альпийского пояса; 7 – надсолевой, пермско-триасовый подкомплекс Прикаспийской впадины и синхронный переходный комплекс Скифско-Туранской платформы; 8 – триас-юрский комплекс Альпийского пояса; мезозойско-кайнозойские комплексы: 9 – юрско-меловой; 10 – мезозой-эоценовый; 11 – мел-эоценовый; 12 – кайнозойский, нерасчлененный; 13 – палеоген-неогеновый; 14 – продуктивная – красноцветная толща среднего плиоцена; 15 – плиоцен-четвертичные отложения; 16 – разломы; 17 – Туркменская сутура; 18 – биогермы; 19 – глиняные диапиры и грязевые вулканы; 20 – комплексы основания Южно-Каспийской впадины: а – зоны новообразованной субокеанической или субконтинентальной земной коры; б – зоны глубокой тектоно-магматической переработки древнего докембрийского или палеозойского фундамента.

Индексы структурных элементов (цифры в кружках). Поднятия и зоны поднятий: 1 – Апшерон-Прибалханская; 2 – Карабогазский свод; 3 – Самурско-Песчаномысская; 4 – Каспийско-Лаганская; 5 – Промысловско-Бузачинская (Кулалинский вал), 6 – Астраханская (Южно-Жамбайская); 7 – Уральская (Кашаган); 8 – Новобогатинско-Шукатская; 9 – Джавадхан-Натеван; 10 – Абиха; прогибы: 11 – Приэльбрусский; 12 – Южно-Апшеронский; 13 – Северо-Апшеронский; 14 – Казахского залива; 15 – Сегендыкский; 16 – Зюдевский; 17 – Укатненский; 18 – Южно-Эмбенский (Западно-Прорвинский); 19 – Бурдынский

Осадочный чехол состоит из юрско-палеогенового и среднемиоцен-четвертичного структурных этажей. Между структурами юрско-палеогенового структурного этажа акватории Каспийского моря существуют четко выраженные соответствия основных структурных элементов, выделяемые на уровне фундамента и поверхности переходного комплекса [2, 3].

Осадочные породы Каспийского моря лежат на разнородном кристаллическом фундаменте. Их возраст датируется от докембрийского до позднепалеозойского-раннетриасового. Мощность осадочного чехла на севере и в средней части бассейна составляет 10–16 км, в южной части 15–20 км (Южно-Каспийская впадина) [4].

Отмечается сокращение осадочного чехла с севера на юг. В северной части Каспия разрез занимает стратиграфический интервал от раннего протерозоя до позднего кайнозоя, в Среднем Каспии – от раннего мезозоя до позднего кайнозоя, в Южном – от раннего кайнозоя до позднего кайнозоя.

По литологическому составу осадочных образований, вскрытых на рассматриваемой площади выделены комплексы отложений – юрский карбонатно-терригенный нефтегазоносный, нижнемеловой терригенный газонефтеносный и палеоцен-эоценовый карбонатный газоносный комплексы.

Юрский нефтегазоносный комплекс (НГК) распространен в акватории Среднего Каспия, на его западном и восточном обрамлении. Залежи в основном газоконденсатнонефтяные и газоконденсатные, сложного строения (многопластовые), сводовые, нередко довольно значительных размеров, с небольшими амплитудами (20–25 м). Среднеюрский подкомплекс представлен преимущественно келловейскими

терригенными (песчано-алевролитовыми) пластами-коллекторами.

Региональной покрывкой служат глинистые известняки и мергели нижней части оксфордского яруса. Верхнеюрский подкомплекс представлен карбонатными породами волжского яруса. Надежным экраном служат плотные непроницаемые глины готеривского яруса.

Нижнемеловой газонефтеносный комплекс (ГНК) имеет широкое распространение в регионе. Основная продуктивность комплекса, в региональном плане, связана с неоком-нижнеаптскими отложениями. Альбские породы имеют меньшее значение. Залежи, приуроченные к данному комплексу, разнообразны по типам: сводовые, структурно-литологические, литологически и тектонически экранированные, многопластовые. В акватории Каспийского моря отмечается увеличение количества газоконденсатной составляющей месторождений. Пласты-коллекторы неокома, апта, альба представлены песчаниками; покрывки – глинистыми породами различной толщины. Региональная покрывка – глины среднего альба и мергельно глинистые породы турона.

Продуктивными отложениями палеоцен-эоценового газонефтяного комплекса являются прослой известняков и доломитов с повышенной трещиноватостью, надежно перекрываемые региональной покрывкой – глинистыми отложениями олигоцена. Залежи этого ГНК разнообразны по типам: сводовые, тектонически и стратиграфически экранированные. По характеру насыщения – преимущественно газовые, газоконденсатные, реже нефтяные.

Каспийский регион уникален по геохимическому разнообразию флюидов: нефтей, конденсатов, свободных и попутных газов.



Нефти Западного Каспия характеризуются большим разнообразием физико-химических свойств. Есть нефти легкие и тяжелые, бессернистые и сернистые, парафинистые и практически беспарафинистые, с большим содержанием легких фракций и совсем лишенные их [18, 21].

В южной части Прикаспийского НГБ нефти легкие и средние по плотности, малосернистые и сернистые, с небольшим или увеличенным количеством парафинов, смол и асфальтенов и значительными вариациями отгона легких и тяжелых фракций.

Изучение нефтей с целью их типизации показало, что исходное ОВ установлено в осадочных формациях пермо-триасовых, юрских, палеогеновых и неогеновых (миоценовых) отложений. Комплексное влияние совокупности разнообразных геолого-геохимических факторов формирования состава нефтей мезокайнозоя Южно-Каспийского НГБ обусловило региональную зональность их распределения по качественным характеристикам и выделение среди них шести основных типов [10].

I тип – легкие, малосмолистые, малоциклические, высоковосстановленные метановые нефти верхнемеловых отложений, обогащенные низкомолекулярными ароматическими УВ.

II тип – средние, смолистые, метановые, большей частью малоциклические нефти верхнего мела и палеоген-миоцена.

III тип – преимущественно легкие, смолистые, парафинистые, малоциклические нефти метанового основания, с незначительным содержанием нафтеновых кислот. Приурочены они к зоне наиболее погруженных структур морских месторождений Апшеронского нефтегазоносного региона и Бакинского архипелага.

IV тип – средние нефти небольшой плотности, смолистые, метанового основания и со средними значениями общей циклизации. Распространены в основном в Нижнекуруинском НГР, в юго-восточном Гобустане, а также в северной зоне Бакинского архипелага.

V тип – средние и тяжелые смолистые нефти нафтенового основания с повышенной степенью циклизации. Приурочены, главным образом, к северо-восточной части Нижнекуруинского НГР, центральной части Апшеронского п-ва и Апшеронского архипелага.

VI тип – тяжелые смолистые и высокосмолистые нефти нафтенового основания, относительно обогащенные нафтеновыми кислотами с максимальной степенью циклизации высокомолекулярных структур и резко пониженным содержанием ароматики и твердых парафинов. Наиболее характерны они для западной и северной части Апшеронского п-ва и архипелага.

Исчерпаемость объемов добычи нефти на суше приводит к смещению геолого-разведочных работ к морю и шельфовым участкам. Это определяет приоритетное морское направление работ на ближайшую перспективу.

Распределение суммарных потенциальных ресурсов углеводородов между нефтегазоносными бассейнами, условными государственными секторами, континентом и морем весьма неравномерно. Наибольшей концентрацией ресурсов выделяются Южно-Каспийский и юг Северо-Каспийского бассейнов, где сосредоточено соответственно 42 и 24 млрд т условного топлива. Далее по концентрации ресурсов в 20 млрд т условного топлива следует Среднекаспийский бассейн (рис. 3, 4).

В настоящее время фонд разведанных месторождений углеводородов приурочен к антиклинальным ловушкам, которые содержат





Рис. 3. Перспективы нефтегазоносности Каспийского моря (по материалам В.В. Затыгаловой, А.Ю. Иванова. Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН)

промышленные запасы нефти и газа. Структуры неантиклинального типа связаны со стратиграфически- и литологически-экранированными ловушками.

Наряду с разведкой структурных антиклинальных ловушек запасы нефти связываются и с ловушками неантиклинального типа. Ловушки стратиграфического и литологического типов присутствуют и в Южно-Каспийском бассейне [2, 6].

К настоящему времени в Российском секторе обнаружено более 20 потенциально нефтегазоносных структур, относящихся к разряду крупных. Здесь уже успешно реализуются проекты компанией ООО «Лукойл» для освоения шельфовых месторождений, которая является первой и единственной компанией, разрабатывающей российский шельф. При освоении российского сектора Каспийского моря уже открыт ряд крупных месторождений: им. Ю. Корчагина,

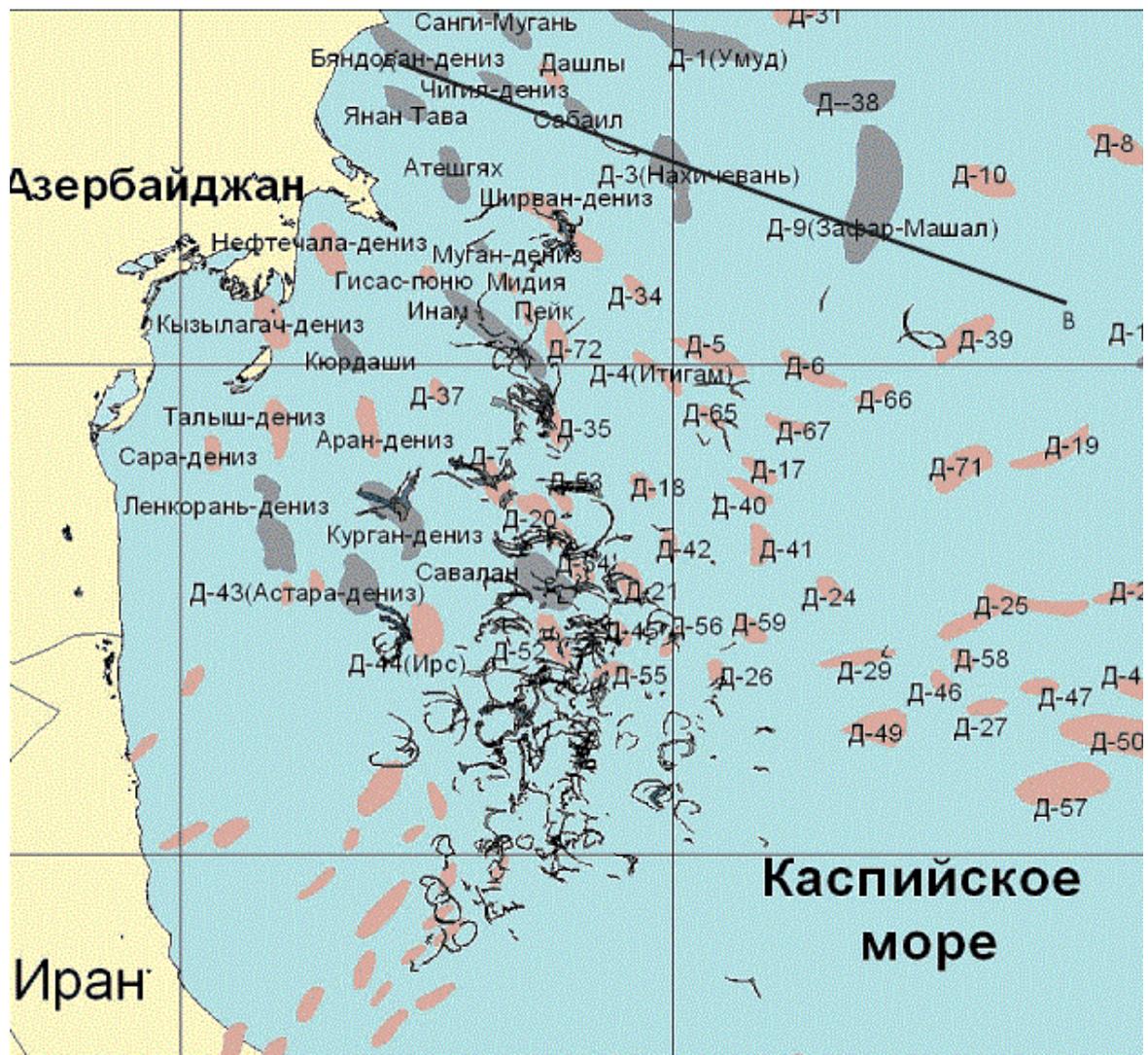


Рис. 4. Соответствие локальных структур осадочного чехла Южно-Каспийской тектонической впадины и пятен нефти, обнаруженных на радиолокационных изображениях (по материалам журнала Наука и технологии // Экология// Прогноз нефтегазоносности и поиск нефтяных месторождений в море по данным космической радиолокации)

Светло-коричневый цвет – выявленные структуры, темно-серый – перспективные структуры, линия А-В – сейсмический разрез.

Хвалынское, «170-й км», Ракушечное, Западно-Ракушечное, Сарматское (с 2012 г. Ю. Кувykiна), Центральное, им. В. Филоновского. Суммарные извлекаемые запасы превышают 1 млрд 870 млн т условного топлива [11, 16]. Запасы месторождения им. Ю. Корчагина по категориям 3Р (возможные, вероятные и доказанные) оцениваются в 570 млн барр. нефтяного эквивалента. Максимальный уровень добычи нефти и газового конденсата составляет 2,3 млн т в год и 1,2 млрд м³ газа в

год. По Ракушечному – 123 млрд м³ газа, а конденсата 3 млн т [8, 19].

За последние 20 лет в Российской Федерации было открыто самое крупное по запасам нефти газонефтяное месторождение имени Владимира Филановского. На данном месторождении геологические суммарные запасы газа составляют 96 млрд м³, конденсата 2 млн т.

По оценкам экспертов компании ООО «Лукойл», суммарные ресурсы углеводородов российского сектора Каспия оцениваются

более чем в 4,5 млрд т условного топлива [13, 17].

Таким образом, перспективы нефтегазоносности Российского шельфа Каспийского моря остаются ключевыми для данного региона на среднесрочную перспективу развития топливно-энергетического комплекса нашей страны [17, 22].

Промышленная нефтегазоносность западного обрамления Северного и Среднего Каспия обусловлена наличием выявленных здесь 46 месторождений. На территории Дагестана перспективными на нефть и газ являются караганские, чокракские, майкопские и кампанские отложения на глубинах 400–2000 м. К ним приурочены следующие месторождения: Дузлак, Каякент, Хошмензил, Даг-Огни, Селли, Берикей, Гаша, Избербаш и другие. Нефтяные, газоконденсатные, нефтегазовые месторождения выявлены в верхнеюрских, нижне- и верхнемеловых и палеоген-неогеновых отложениях на глубинах 400–5600 м. К ним приурочены месторождения: Махачкала-Тарки, Шамхал-Булак, Димитровское, Новолакское, Ачи-Су, Тернаир и Аркабаш [12, 14, 15].

Наиболее готовым к освоению Каспийским месторождением России, является небольшое нефтяное месторождение Инчхе у берегов Дагестана с запасами 10 млн т, расположенное в 200–300 м от побережья Каспия.

На сегодняшний день в республике Дагестан разведанность суши и акватории дагестанского шельфа Каспия недостаточна в силу ряда экономических предпосылок и, по предварительным прогнозам, на этой территории находится 450–500 млн т условного топлива.

Государственным балансом республики Дагестан учитываются 37 месторождений нефти, из них

36 месторождений на суше и одно – на шельфе Каспийского моря. По природному газу учитываются 43 месторождения (42 – на суше, 1 – на шельфе), а разрабатываются 40 месторождений. В настоящее время подготовлены площади под глубокое бурение (19 для нефти и 16 для природного газа). Основной проблемой минерально-сырьевой базы республики является падение добычи на действующих месторождениях и замедление темпов промышленного освоения новых месторождений в связи с экономическими трудностями [13].

Бакинский нефтегазоносный район – крупный район по добыче и запасам нефти на территории современного Азербайджана. Нефтяные месторождения района расположены в пределах Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна, на территории Апшеронского полуострова и прилегающей акватории Каспийского моря. Здесь находятся более 80 месторождений нефти и газа. Основные месторождения – Шах-Дениз, Азери-Чираг-Гюнешли, Нефтяные Камни, Бахар, Сангачалы-море и др. Также нефть разрабатывается на акватории Каспийского моря [5].

Современный Бакинский нефтегазоносный бассейн по-прежнему играет роль главного двигателя экономики Азербайджана. Следовательно, главная задача для экономики Азербайджана – прирост запасов углеводородов в Южно-Каспийском бассейне и стабилизация добычи нефти и газа в этом районе – может быть достигнута с помощью организации поисково-разведочных работ и в новых неразведанных регионах, и в старых нефтегазоносных областях, где существует хорошо развитая инфраструктура и имеется переизбыток рабочей силы. Реализация этих мероприятий должна осуществляться с использованием новых научно обоснованных концепций и прогрессивных современных методов поиска (рис. 3, 4).



Заключение

Развитие геологоразведочных работ и крупномасштабной добычи углеводородов в будущем приведут к новым серьезным открытиям, новым крупным экономическим проектам и интенсивному развитию нефтегазового комплекса в регионе. В этой связи изучение истории становления и развития нефтегазового комплекса Каспийского региона является актуальной задачей и, несомненно, анализ истории может способствовать развитию нефтегазового комплекса.

Для дальнейшего освоения территории Западного Каспия необходимо активизировать развитие геологоразведочных работ и внедрение в практику добычи углеводородов инновационных технологий, что в будущем позволит на должном уровне развивать нефтегазовый комплекс в регионе.

Освоение ресурсов нефти и газа на территории западного Каспия (в пределах континентального шельфа Каспийского моря и сопредельных территорий) в настоящее время является актуальной проблемой, от решения которой во многом зависит прирост запасов и рост добычи нефти и газа.

Библиографический список

1. Агаев В.Б. Каспий: происхождение, геодинамика и стратиграфия / В.Б. Агаев, Гусейнов, Ш.Р. Баломедов, Э.Ф. Амиров. – Баку: Вестник Бакинского университета. Сер. «Естественные науки». – 2006. – № 1. – С. 86-101.
2. Алиханов Э.Н. Геология Каспийского моря: монография / Э. Н. Алиханов. – Баку: Элм, 1978. – 189 с.
3. Барков Ф.И. Северный Каспий, строение и перспективы нефтегазоносности / Ф.И. Барков, Э.М. Голованов, В.В. Щербаков. – М.: Разведочная геофизика, 1998. – 51 с.
4. Быстрова И.В. Палеотектонический анализ юрско-мелового комплекса северо-западного Прикаспия в связи с нефтегазоносностью / дисс. ... канд. геол.-минералог. наук. – Ставрополь, 2001.
5. Гаджи-Касумов А.С., Мустаев Р.Н., Мукашева Н.В. и др. Особенности генерации УВ в Южно-Каспийском бассейне // Сборник тезисов 1-й

- международной конференции «Углеводородный потенциал больших глубин: Энергетические ресурсы будущего – реальность и прогноз». – Баку: Издательство «Nafta-Press», 2012. – С. 47-55.
6. Глумов И.Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И.Ф. Глумов, Я.П. Маловицкий, А.А. Новиков и др. – М.: «Недра-Бизнесцентр», 2004. – 342 с.
 7. Гулиев И.С. Нефтегазоносность Каспийского региона: монография / И.С. Гулиев, Д.Л. Федоров, С.И. Кулаков / – Баку: Nafta-Press, 2009. – 409 с.
 8. Джафаров И.С. Шельф, его изучение и значение для поисков и разведки скоплений нефти и газа / И.С. Джафаров, В.Ю. Керимов, Г.Я. Шиллов. – СПб.: Недра, 2005. – 384 с.
 9. Дубинина Н.А. Перспективы развития проектов ОАО «Лукойл» на Северном Каспии / Н.А. Дубинина // Вестник Астраханского государственного университета. – 2015. – № 1. – С. 102-108.
 10. Затягалова В.В., Иванов А.Ю. Мониторинг нефтяных загрязнений в море с помощью ГИС-технологии. Источник <http://www.gisa.ru/35856.html>
 11. Касьянова Н.А. Новые данные о строении и перспективах нефтегазоносности акватории северо-западного Каспия / Н.А. Касьянова // Геология нефти и газа. – 1998. – № 4. – С. 25-29.
 12. Керимов В.Ю. Тектоника Северного Каспия и перспективы нефтегазоносности / В.Ю. Керимов, Б.М. Авербух, В.С. Мильничук // Советская геология. – 1990. – № 7. – С. 23-30.
 13. Лебедев Л.И. Перспективы нефтегазоносности Каспийского моря. Геология и полезные ископаемые шельфов России / Л.И. Лебедев. – М.: Геос, 2002. – С. 141-161.
 14. Нефтегазовые месторождения: Дагестан республика http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/dagestan_republika/51-1
 15. Никитин Б.А. Перспективы поисков новых месторождений на шельфе российских морей / Б.А. Никитин, В.С. Вовк, А.Я. Мандель и др. // Газовая промышленность. – 2002. – № 2. – С. 35-40.
 16. Осадчий А. Большая нефть Каспия / А. Осадчий // Наука и жизнь. – 2002. – № 12.
 17. Петров М.П. Перспективы морской добычи нефти и газа на шельфе Северного Каспия и возможные способы их транспортировки / М.П. Петров, В.Н. Лубенко // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2008. – № 2. – С. 222-227.
 18. Реброва Г.В. Вероятностная оценка перспектив нефтегазоносности Среднего Каспия по классам



- крупности месторождений углеводородов / Г.В. Реброва, М.В. Махонин // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 4. – С. 68-74.
19. Серебряков А.О. Характеристика нефтей новых месторождений северной части Каспийского моря / А.О. Серебряков // Газовая промышленность. – 2013. – № 1. – С.34-37.
20. Серебрякова О.А. Геоэкологические риски при геологоразведочных работах в морских акваториях / О.А.Серебрякова, В.И. Серебрякова // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 2 (49). – С. 111-119.
21. Серикова У.С. Углеводородные ресурсы и перспективы развития нефтегазового комплекса Каспийского региона // Нефть, газ и бизнес. – 2013. – № 6. – С. 47-55.
22. Силантьев Ю. Б. Особенности геологического строения и нефтегазоносности Северо-Западной части Каспийского моря // Центр ресурсов и запасов углеводородов ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Научно-технический сборник. Вести газовой науки. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий» – Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – №3. – С. 49-55.
23. Смирнова Т.С. Геохимические закономерности изменения состава нефтей, газа и конденсата месторождений западного побережья Каспийского моря / Т.С. Смирнова, А.О. Серебряков, О.И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 2. – С. 55-81.
24. Сокольский А.Ф. Ретроспектива комплексных экологических исследований мелководной зоны Каспийского моря / А.Ф. Сокольский, В.Г. Кузьменко, Г.А. Куанышева. – Астрахань, 2014. – 182 с.
25. Ушивцева Л.Ф. Анализ структуры запасов и ресурсов прибрежных сухопутных территорий и акватории Каспийского моря / Л.Ф. Ушивцева, О.И. Серебряков, Т.С. Смирнова // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 2 (49). – С. 090-097.
26. Adams T. *Great power politics and the Azerbaijan oil pipeline: an update*, Address to the Washington Institute for Near East Affairs, Washington, DC, 19 Feb. 1997.
27. Bahgat G. Energy Security: The Caspian Sea, “Minerals & Energy”, no 2, 2005, pp. 3-12.
28. Barde, J., Gralla, P., Harwijanto, J. & Marsky, J. *Exploration at the eastern edge of the PriCaspian Basin: Impact of data integration on Upper Permian and Triassic prospectivity*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 86, 2002, pp. 399-415.
29. Bernard A. Gelb *Caspian Oil and Gas: Production and Prospects*. Congressional Research Service Report for Congress, September 8, 2006.
30. Clarke J. W. *Observations on the geology of Azerbaijan*. International Geology Review, vol. 35, 1993, pp. 1089-1092.
31. Gralla, P. & Marsky, J. *Seismic reveals new eastern Pre-Caspian target*. Oil & Gas Journal, vol. 98, 2000, pp. 86–89.
32. Justyna Misiągiewicz *Caspian region's hydrocarbon potential as a challenge for the energy security policy of the European Union* //Energy security in the Caspian region, [in:] Globalization and Security in Black Sea and Caspian Seas Region, International Black Sea University, Tbilisi-Batumi, 2012, pp. 102-117.
33. Roberts, J. *Caspian Pipelines* (Royal Institute of International Affairs: London, 1996).
- Volozh, Y., Talbot, C. & Ismail-Zadeh, A. *Salt structures and hydrocarbons in the Pricaspian basin*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 2003, no 87, pp. 313-334.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 29-40

Title:	Role of western development area of Caspian Sea to the petroleum
Author 1	Name&Surname: Inna V. Bystrova Company: Astrakhan state University Work Position: associate professor "Trade geology, hydrogeology and geochemistry of combustible minerals" Scientific Degree: Candidate Geol.-min. of Sciences
Author 2	Name&Surname: Tatyana S. Smirnova Company: Astrakhan state University Work Position: associate professor "Trade geology, hydrogeology and geochemistry of combustible minerals" Scientific Degree: Candidate Geol.-min. of Sciences Contacts: tatyana.smirnova@asu.edu.ru
Author 3	Name&Surname: Nadezhda F.Fedorova Company: Astrakhan state University



	<p>Work Position: associate professor "Trade geology, hydrogeology and geochemistry of combustible minerals" Scientific Degree: Candidate Geol.-min. of Sciences Contacts: nadezhda.fedorova.59@inbox.ru</p>
Author 4	<p>Name&Surname: Makar S. Melekhov Company: RGU of oil and gas (National research university of name I.M. Gubkina)</p>
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-29-40
Abstract:	<p>The article highlights the issues of development of the West of the Caspian Sea, which is due to significant potential resources of the study area for the development of the oil and gas industry.</p> <p>Development of the West of the Caspian oil and gas potential and proven open fields that are already in operation.</p> <p>This paper analyzes the physical and geographical issues discussed geological, tectonic structure, nature of the terrain and features of the hydrological regime. It is based on dividing the Caspian Sea into three parts: the northern, middle and southern and reasonable conduct of the geographical boundaries between them.</p> <p>We consider the chronology of the development of offshore oil production on the west coast of the Caspian Sea. To solve important problems to ensure the hydrocarbon resources of the Caspian region should be carried out work to the discovery and development of hydrocarbon deposits on the basis of scientific research. This will lead to the diversification of the study area, as well as stimulate the development and introduction of new innovative technologies. All this will allow more detailed study of the processes of formation of hydrocarbon and recommend conducting exploration in order to prepare new and the old structures, oil and gas prospects in the matter.</p> <p>Revealed the unique geochemical fluids, characterized by physical and chemical properties of oil of the Caspian Sea the West (the West coast of the Caspian Sea). Convincingly substantiated exploration work on the mainland, and to intensify work in the direction towards the sea and ocean shelves, this is what determines the priority of the sea line of work for the near future. Disclosure issues (the problems) related to exploration as the anticlinal structural and non-structural traps. Selecting the direction of exploration work is due to varying degrees of knowledge and training structures for drilling. This question is answered differentiated. So in the Northern Caspian Sea are carried out exploration work for the preparation of the structures of these two types. In the Middle Caspian since the opening of the large structures on the land, to intensify the work offshore and marine parts. In the southern part - Azerbaijan, which currently fund the preparation of structural traps and completed major trends include the development and preparation of non-anticlinal traps to increase the reserves growth.</p> <p>Issues of growth in all three basins are characterized by the organization of exploration in unexplored new and old oil and gas fields, where there is a well developed infrastructure and there is a surplus of labor. These activities should be carried out with the use of new science-based concepts and advanced modern methods of search.</p> <p>The development of oil and gas resources of the Caspian Sea in the West (in the limits of the continental shelf of the Caspian Sea and adjacent territories) is currently an urgent problem, the solution of which depends largely on the growth of reserves and increase oil and gas production.</p>
Keywords:	shelf, the Caspian region, the Scythian-Turan plate, hydrocarbon deposits of the Caspian Sea, oil, hydrocarbons, foundation, sedimentary cover, bending, hollow, stratigraphy, lithology-facies composition, Epihercynian platform, floor tectonic, metamorphic rock formations, North, Middle South Caspian oil and gas basin.
References:	<p>1. Agaev V.B. Kaspjij: proiskhozhdenie, geodinamika i stratigrafiya [<i>Caspian Sea: the origin, geodynamic and stratigraphy</i>]. V.B. Agaev, G.M.Gusejnov, SH.R. Balomedov, EH.F. Amirov. Baku, Vestnik Bakinskogo universiteta. Ser. «Estestvennye nauki» = Bulletin of the Baku University. Ser. "Natural science", 2006, no. 1, pp.86-101.</p> <p>2. Alihanov EH.N. Geologiya Kaspijskogo morya. – monografiya [<i>Geology of the Caspian Sea</i>]. EH. N. Alihanov. – Baku: Elm, Publ., 1978, 189 p.</p>



3. Barkov F.I. Severnyj Kaspij, stroenie i perspektivy neftegazonosnosti [*North Caspian, the structure and prospects of oil-gas bearing capacity*]. F.I. Barkov, E.M. Golovanov, V.V. Shcherbakov. – Moscow, Razvedochnaya geofizika = Exploration Geophysics, Publ., 1998, 51 p.
4. Bystrova I.V. Paleotektonicheskiy analiz yursko-melovogo kompleksa severo-zapadnogo Prikaspiya v svyazi s neftegazonosnost'yu Diss. Kand. geol.-miner. nauk [*Paleotectonic analysis of the Jurassic-Cretaceous complex of north-western Caspian region in connection with oil-gas bearing capacity. Cand. geol.-miner. sci. diss.*]. Stavropol, 2001, 160 p.
5. Gadzhi-Kasumov. A.S., Mustaev R.N., Mukasheva N.V, Serikova U.S., Enilin A.S. Osobennosti generacii v Yuzhno-Kaspijskom bassejne [*Features of hydrocarbon generation in the South Caspian basin*]. Sbornik tezisov 1-j mezhdunarodnoj konferencii «Uglevodorodnyj potencial bol'shikh glubin: EHnergeticheskie resursy budushchego – real'nost' i prognoz» [*Abstracts of the 1st International Conference "Hydrocarbon potential of great depths: energy resources of the future - reality and forecast"*]. Baku: Nafta-Press, Publ., 2012, pp. 47-55.
6. Glumov I.F. Regional'naya geologiya i neftegazonosnost' Kaspijskogo morya [*Regional geology and oil-gas bearing capacity of the Caspian Sea*]. I.F. Glumov, YA.P. Malovickij, A.A. Novikov, B.V. Senin. Moscow, Nedra Biznescentr= bowels business center, Publ., 2004, 342 p.
7. Guliev I.S. Neftegazonosnost' Kaspijskogo regiona [*Oil-gas bearing capacity Caspian region*] Guliev I.S., Fedorov D.L., Kulakov S.I. /Monografiya. Baku: Nafta-Press, Publ., 2009, 409 p.
8. Dzhafarov I.S. Shel'f, ego izuchenie i znachenie dlya poiskov i razvedki skoplenij nefiti i gaza [*Shelf, its study and implications for prospecting and exploration of oil and gas accumulations*]. I.S. Dzhafarov, V.YU. Kerimov, G.YA. SHilov. – Sp.-b.: Nedra=Bowels, 2005. 384p.
9. Dubinina N.A. Perspektivy razvitiya proektov OAO «Lukoil» na Severnom Kaspii [*Prospects for the development projects of JSC "Lukoil" in the North Caspian Sea*]. N.A. Dubinina, Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo universiteta= Bulletin of Astrakhan State University, 2015, no. 1., pp. 102-108.
10. Zatyagalova V.V., Ivanov A.Y. Monitoring of oil pollution in the sea with the help of GIS technology. Available at: <http://www.gisa.ru/35856.html/> (Accessed 28 April 2016).
11. Kas'yanova N.A. Novye dannye o stroenii i perspektivah neftegazonosnosti akvatorii severo-zapadnogo Kaspiya [*New data on the structure and petroleum potential of the waters of the north-west of the Caspian Sea*]. N.A. Kas'yanova, Geologiya nefiti i gaza= Oil and Gas Geology, 1998, no. 4, pp. 25-29.
12. Kerimov V.YU. Tektonika Severnogo Kaspiya i perspektivy neftegazonosnosti [*Tectonics of the Northern Caspian Sea and prospects of oil-gas bearing capacity*] V.YU. Kerimov, B.M. Averbuh, V.S. Mil'nichuk, Sovetskaya geologiya= Soviet Geology, 1990, no. 7, pp. 23-30.
13. Lebedev L.I. Perspektivy neftegazonosnosti Kaspijskogo morya. Geologiya i poleznye iskopaemye shel'fov Rossii [*Prospects of oil-gas bearing capacity of the Caspian Sea. Geology and mineral resources of the Russian shelves*]. L.I. Lebedev, Moscow, Geos, 2002, pp. 141-161.
14. Neftegazovye mestorozhdeniya: Dagestan respublika [*Oil and gas fields: Dagestan Republic*] Available at http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/dagestan_republika/51-1 (accessed 28 April 2016.)
15. Nikitin B.A. Perspektivy poiskov novyh mestorozhdenij na shel'fe rossijskih morej [*Prospects for the search for new deposits on the shelf of Russian seas*]. B.A Nikitin, V.S. Vovk, A.YA. Mandel', Gazovaya promyshlennost'= Gas Industry, 2002, no. 2, pp. 35-40.
16. Osadchij A. Bol'shaya neft' Kaspiya [*Most Caspian oil*]. A. Osadchij. Nauka i zhizn'= Science and Life, 2002, no. 12.
17. Petrov M.P. Perspektivy morskoy dobychi nefiti i gaza na shel'fe Severnogo Kaspiya i vozmozhnye sposoby ih transportirovki [*Prospects for offshore oil and gas production on the shelf of the northern Caspian Sea and the possible ways of their transportation*]



- M.P. Petrov, V.N. Lubenko //Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta= Bulletin of the Astrakhan State Technical University, 2008, no. 2, pp.222-227.
18. Rebrova G.V. Veroyatnostnaya ocenka perspektiv neftegazonosnosti Srednego Kaspiya po klassam krupnosti mestorozhdenij uglevodorodov [*Probabilistic estimation of prospects of oil-gas bearing capacity of the Middle Caspian by size classes of hydrocarbon deposits*] G.V. Rebrova, M.V. Mahonin// Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya= Geology and Geography and Global Energy, 2011, no. 4, pp. 68-74.
19. Serebryakov A.O. Harakteristika neftej novyh mestorozhdenij severnoj chasti Kaspijskogo morya [*Characteristic of oils new fields north of the Caspian Sea*] A.O. Serebryakov// Gazovaya promyshlennost'= Gas Industry, 2013, no. 1, pp. 34-37.
20. Serebryakova O.A. Geoekologicheskie riski pri geologorazvedochnyh rabotah v morskikh akvatoriyah [*Geoecological risks during the exploration works in sea areas*]. O.A. Serebryakova, V.I. Serebryakova. Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya= Geology and Geography and Global Energy, 2013, no. 2 (49), pp. 111-119.
21. Serikova U.S. Uglevodorodnye resursy i perspektivy razvitiya neftegazovogo kompleksa Kaspijskogo regiona [*Hydrocarbon resources and prospects of development of oil and gas in the Caspian region*].Nef't, gaz i biznes= Oil, gas and business, 2013, no. 6, pp. 47-55.
22. Silant'ev YU. B. Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnosti Severo-Zapadnoj chasti Kaspijskogo morya [*Specifics of the geological structure and petroleum potential of the North-Western part of the Caspian sea*] // Centr resursov i zapasov uglevodorodov OOO «Gazprom VNIIGAZ». Nauchno-tekhnicheskij sbornik. Vesti gazovoj nauki. Izdatel'stvo: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «Nauchno-issledovatel'skij institut prirodnyh gazov i gazovyh tekhnologij» – Gazprom VNIIGAZ. [*Resource Center and hydrocarbon reserves "Gazprom VNIIGAZ". Scientific and technical collection. Keep the gas science. Publisher: Limited Liability Company "Scientific-Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies" - Gazprom VNIIGAZ*]. 2014, no. 3, pp. 49-55.
23. Smirnova T.S. Geohimicheskie zakonomernosti izmeneniya sostava neftej, gaza i kondensata mestorozhdenij zapadnogo poberezh'ya Kaspijskogo moray [*Geochemical patterns of change in the composition of oil, gas and condensate fields of the western coast of the Caspian Sea*]. T.S. Smirnova, A.O. Serebryakov, O.I. Serebryakov //Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya= Geology, geography and global energy, 2012, no. 2, pp. 55-81.
24. Sokol'skij A.F. Retrospektiva kompleksnyh ehkologicheskikh issledovaniy melkovodnoj zony Kaspijskogo moray [*Retrospective environmental studies of the shallow zone of the Caspian sea*]. A.F. Sokol'skij, V.G. Kuz'menko, G.A. Kuanysheva. Astrakhan, 2014, 182 p.
25. Ushivceva L.F. Analiz struktury zapasov i resursov pribrezhnyh suhoputnyh territorij i akvatorii Kaspijskogo moray [*Analysis of the structure of reserves and resources of coastal land territories and water areas of the Caspian sea*]. L.F. Ushivceva, O.I. Serebryakov, T.S. Smirnova // Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya= Geology, geography and global energy, 2013, no. 2 (49), pp.090-097.
26. Adams T. Great power politics and the Azerbaijan oil pipeline: an update, Address to the Washington Institute for Near East Affairs, Washington, DC, 19 Feb. 1997.
27. Bahgat, G. Energy Security The Caspian Sea, “Minerals & Energy”, 2005, no 2, pp. 3-12.
28. Barde, J., Gralla, P., Harwijanto, J. & Marsky, J. 2002. Exploration at the eastern edge of the PriCaspian Basin: Impact of data integration on Upper Permian and Triassic prospectivity. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 86, pp. 399-415.
29. Bernard A. Gelb, Caspian Oil and Gas: Production and Prospects, Congressional Research Service Report for Congress, September 8, 2006.
30. Clarke, J. W. Observations on the geology of Azerbaijan. International Geology Review, vol. 35, 1993, pp. 1089-1092.
31. Gralla, P. & Marsky, J. Seismic reveals new eastern Pre-Caspian target. Oil & Gas Journal, vol. 98, 2000, pp. 86–89.
32. Justyna Misiągiewicz, Caspian region’s hydrocarbon potential as a challenge for the



energy security policy of the European Union // Energy security in the Caspian region, [in:] Globalization and Security in Black Sea and Caspian Seas Region, International Black Sea University, Tbilisi-Batumi, 2012, pp. 102-117.

33. Roberts, J., Caspian Pipelines (Royal Institute of International Affairs: London, 1996).

34. Volozh, Y., Talbot, C. & Ismail-Zadeh, A. 2003. Salt structures and hydrocarbons in the Pricaspian basin. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, no 87, pp. 313–334.



ГАЛИЕВА Н.В. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»)

ПАРШИН Н.О. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»)

**РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНА РАЗВИТИЯ ПО
УЛУЧШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Проведен анализ современного состояния отрасли добычи и производства нерудных строительных материалов, который показал, что потребление нерудных строительных материалов с каждым годом растет. Это прежде всего связано с увеличением объемов строительства.

Проведено исследование деятельности предприятия по добыче и переработке нерудных строительных материалов. Выявлены основные экономические и финансовые проблемы данного предприятия. Рентабельность выпускаемой продукции определена как очень низкая, оборачиваемость оборотных средств недостаточная.

Для решения основных проблем предприятия нерудных строительных материалов предложен перспективный производственный план развития, состоящий из мероприятий по снижению затрат и повышению эффективности производства и добычи сырья.

Для определения экономической эффективности предложенных проектов рассчитан показатель NPV (чистая приведенная стоимость) для каждого из них.

Для определения максимальной эффективности применения предложенных проектов использован метод оптимизации выбора инвестиционного проекта с помощью линейного программирования.

Определены ограничения по инвестиционным проектам – наличие собственных средств предприятия по годам реализации проекта.

Получены следующие результаты: предприятие нерудных строительных материалов способно осуществить 1, 3 и 4-й проекты в течение последующих трех лет. Реализацию 2-го проекта предприятию следует отложить на четыре года из-за высокого уровня затрат, необходимых на его осуществление.

Осуществляя деятельность согласно данному перспективному производственному плану развития, предприятие нерудных строительных материалов сможет улучшить свои финансовые показатели, снизить расходы и повысить экономическую эффективность производства. По достижении поставленной цели предприятие нерудных строительных материалов займет достойное место на рынке нерудных строительных материалов, зарекомендует себя как поставщик качественного сырья, которое будет произведено с наименьшими затратами.

Данная методика определения перспективного плана развития разработана и применена на примере ПАО «Тучковский КСМ».

Ключевые слова: нерудные строительные материалы, предприятия, экономические показатели, инвестиционные проекты, линейное программирование, оптимизация, выбор

Введение

Продукция промышленности нерудных строительных материалов используется при производстве сборного и монолитного железобетона, в строительстве автомобильных и железных дорог, промышленном и гражданском строительстве. Качество нерудных строительных материалов значительно влияет на расход цемента в строительстве и на прочность бетона.

По объёму производства продукции в натуральном выражении промышленность

нерудных строительных материалов занимает 1-е место среди отраслей горнодобывающей промышленности России [1]. Динамика объемов производства НСМ в РФ в период с 2009 по 2014 г. представлена на рис. 1.

Как видно из данного графика, объемы производства НСМ в РФ растут. По данным на конец 2014 г., уровень объема производства превысил докризисный (2008–2009 г.). Это обусловлено тем, что растет спрос на данную продукцию.

В настоящее время на территории РФ действуют более чем 1080 средних и крупных



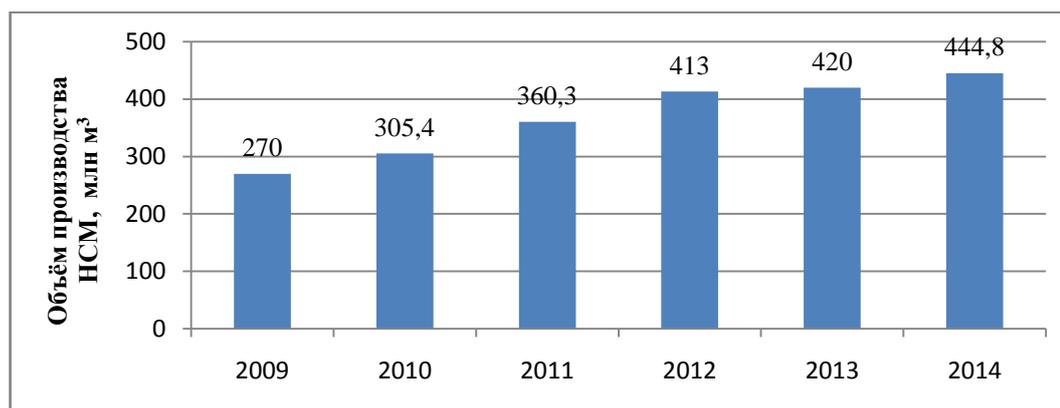


Рис. 1. Динамика производства НСМ в РФ в период с 2009 по 2014 г., млн м³

предприятий по производству нерудных строительных материалов. Благодаря наличию большого количества месторождений предприятия по добыче и производству НСМ есть практически во всех регионах страны.

Центральный федеральный округ имеет 30 % от общего производства, на его территории работают 170 предприятий [2].

В условиях кризиса рынок нерудных строительных материалов стал высококонцентрированным. Это объясняется локальным характером рынков нерудных стройматериалов, не подлежащих транспортировке на дальние расстояния по причине высокой доли транспортных расходов. В структуру цены нерудных строительных материалов входят: железнодорожный тариф – 46 % в цене щебня, 90 % – транспортные расходы в цене тонны песка, включая перевозку, погрузку, выгрузку.

С точки зрения потребителей рынок нерудных материалов делится на три части: строительство и ремонт автодорог, содержание, ремонт и строительство железных дорог, производство стеновых материалов и всех видов бетона.

По-прежнему очень высокий уровень потребления щебня и песка в Московском регионе. Намечаемое строительство Центральной кольцевой автодороги, реконструкция Киевского, Минского, Ленинградского, Ярославского, Горьковского шоссе, строительство эстакад в Одинцове,

Крылатском и т.п., а также увеличение объемов строительства жилья в ближайшем Подмосковье требуют увеличения добычи и производства нерудных строительных материалов [1].

Целью данной статьи является разработка плана развития предприятия нерудных строительных материалов с предложением мероприятий для укрепления позиций на рынке строительных материалов. Для этого необходимо рассмотреть особенности хозяйственной деятельности предприятия и показать, как можно эффективно организовать конкурентоспособное производство на современном этапе.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи: изучение современного состояния отрасли строительных материалов, проведение экономического анализа хозяйственной деятельности предприятия нерудных строительных материалов, предложение мероприятий для улучшения экономического положения предприятия, такие как реконструкция фабрики по промывке и шлифовке щебня, снижение энергетических затрат, обновление парка оборудования и транспорта.

На примере «Тучковский КСМ», который находится в Московской области, проанализированы основные экономические и



финансовые проблемы предприятий нерудных материалов.

Основным видом деятельности ОАО «Тучковский КСМ», формирующим выручку и себестоимость продаж, является добыча песка и гравия с последующей переработкой.

Продукция комбината имеет постоянный рынок сбыта. Потребителями продукции, выпускаемой ПАО «Тучковский КСМ», и его партнерами являются предприятия строительной индустрии города Москвы и Московской области, дорожно-строительные организации [3].

Основные экономические показатели деятельности ПАО «Тучковский КСМ» представлены в табл. 1 [4, 5].

За год цена щебня увеличилась на 28,6 %, объем выпуска щебня уменьшился на 37,8 %, прибыль от продаж значительно упала.

Показатели, характеризующие деятельность комбината [6, 7], представлены в табл. 2 .

Рентабельность выпускаемой ПАО «Тучковский КСМ» продукции за последние 2 года (2014–2015 гг.) очень низкая.

Оборачиваемость оборотных средств недостаточная: в 2015 г. наблюдалось 3 оборота, что в 2 раза меньше, чем в 2014 г. Это свидетельствует об ухудшении рентабельности собственного капитала предприятия.

Тем не менее у комбината имеются возможности для улучшения ситуации: производство прибыльно, за прошедший год увеличен собственный капитал, отсутствуют просроченные кредиторская и дебиторская задолженности, удержан высокий уровень заработной платы, имеющиеся задолженности предприятие способно погасить в срок.

Так как чистая прибыль понизилась в 2015 г., предприятию ПАО «Тучковский КСМ» необходимо провести комплекс мероприятий по улучшению экономического и финансового состояния.

Для решения основных проблем предприятия ПАО «Тучковский КСМ» был предложен перспективный производственный план развития, состоящий из мероприятий по снижению затрат и повышению эффективности производства и добычи сырья.

Таблица 1

Основные экономические показатели деятельности ПАО «Тучковский КСМ»

Наименование показателя	Значение показателя по годам		Темп прироста, %
	2014 г.	2015 г.	
Объемы продаж, тыс. руб.	212 019	212 040	0,01
Объем выпуска щебня, тыс. т	67,5	42,0	-37,78
Цена 1 т щебня, руб.	700,0	900,0	28,57
Объем выпуска песка, тыс. т	858,5	847,0	-1,34
Цена 1 т песка, руб.	157,2	172,0	9,41
Амортизация, тыс. руб.	28 171,0	26 200,0	-7,00
Численность, чел.	142,0	132,0	-7,04
Среднемесячная заработная плата, руб./чел.	47 459,5	48 359,0	1,90
Прибыль от продаж, тыс. руб.	6 748,0	6 342,0	-6,02
Чистая прибыль, тыс. руб.	52 466,0	4 934,0	-90,6

Таблица 2

Показатели, характеризующие деятельность комбината

Наименование показателя	Значение показателя		Темп прироста, %
	2014 г.	2015 г.	
Рентабельность активов	4,83 %	4,2 %	-13,0 %
Рентабельность продукции	3,78 %	5,75 %	52,1 %
Рентабельность продаж	3,18 %	2,99 %	-6,0 %
Коэффициент износа основных фондов	44,6 %	45,5 %	2,0 %
Коэффициент оборачиваемости оборотных средств	6	3	-50,0 %



Предложены мероприятия по повышению экономической эффективности предприятия:

1) приобретение нового экскаватора VOLVO и фронтального погрузчика HYUNDAI HL760;

2) реконструкция фабрики по промывке и шлифовке щебня, замена узлов передачи продукции;

3) приобретение 4 новых четырехосных самосвалов КАМАЗ 6540;

4) приобретение двух новых бульдозеров марки ТМ 10.11.

Данные мероприятия рассчитаны на повышение экономической эффективности производства по выпуску основных видов продукции предприятия ПАО «Тучковский КСМ» песка и щебня. Снижение затрат по основным статьям дает предприятию возможность экономии. При этом имеется возможность наращивания объёмов реализации продукции по всей территории Центрального Федерального округа. Из этого следует, что предприятие может найти дополнительные источники дохода, расширяя спектр услуг.

Каждое предложенное мероприятие является инвестиционным проектом [8, 9, 10, 11]. Важнейшим показателем эффективности инвестиционного проекта является чистый дисконтированный доход (ЧДД) или чистая текущая стоимость (NPV). Формула для вычисления NPV имеет вид [12, 13, 14]:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} - I_0,$$

где NPV – чистая текущая стоимость инвестиционного проекта;

n – количество периодов (лет) в жизненном цикле проекта;

CF_i – денежный поток;

r – норма дисконта (средняя цена капитала);

I_0 – первоначальные инвестиции.

Данный показатель определяет эффект от инвестиций, приведённых к настоящему моменту времени с учётом разной временной стоимости денег. Если $NPV > 0$, то инвестиции экономически эффективны, а если $NPV < 0$, то инвестиции экономически невыгодны. С помощью NPV можно также оценивать сравнительную эффективность альтернативных вложений [15, 16, 17].

С целью определения экономической эффективности предложенных проектов рассчитан показатель NPV (чистая текущая стоимость) для каждого из мероприятий [8, 18, 19, 20, 21] по следующему алгоритму (табл. 3).

Показатели по предложенным инвестиционным проектам представлены в табл. 4.

Предприятию требуется замена устаревшего оборудования на более новое, однако из-за высокой стоимости невозможно осуществить сразу все предложенные инвестиционные проекты.

Для определения максимальной эффективности применения предложенных проектов использован метод оптимизации выбора инвестиционного проекта с помощью линейного программирования. Данный метод оптимального программирования основан на выборе из множества альтернативных вариантов плана оптимального варианта или наилучшего с точки зрения принятого критерия, который даст возможность получить наибольшие результаты с наименьшими затратами. Программирование означает составление программы действий для получения оптимального результата [20, 21, 22, 23, 24].

Алгоритм выбора инвестиционных проектов в зависимости от NPV и от объема имеющихся собственных средств предприятия ПАО «Тучковский КСМ» представлен в табл. 5.



Алгоритм расчета инвестиционного проекта

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Показатели	Единицы измерения	Годы										
2			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Объём реализации	тыс. руб.		=Выручка + ΔВыручка	= Выручка +ΔВыручка								
4	Текущие расходы	тыс. руб.		-Тек.рас.									
5	Амортизация	тыс. руб.		= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)	= - (A ₀ + A _i)
6	Налогооблагаемая прибыль	тыс. руб.		= D3+D4+D5	= E3+E4+E5	= F3+F4+F5	= G3+G4+G5	= H3+H4+H5	= I3+I4+I5	= J3+J4+J5	= K3+K4+K5	= L3+L4+L5	= M3+M4+M5
7	Налог на прибыль	тыс. руб.		= -D6*20%	= -E6*20%	= -F6*20%	= -G6*20%	= -H6*20%	= -I6*20%	= -J6*20%	= -K6*20%	= -L6*20%	= -M6*20%
8	Чистая прибыль	тыс. руб.		= D6+D7	= E6+E7	= F6+F7	= G6+G7	= H6+H7	= I6+I7	= J6+J7	= K6+K7	= L6+L7	= M6+M7
9	Чистые денежные поступления	тыс. руб.		= -D5+D8	= -E5+E8	= -F5+F8	= -G5+G8	= -H5+H8	= -I5+I8	= -J5+J8	= -K5+K8	= -L5+L8	= -M5+M8
10	Коэффициент дисконтирования	%	10 %	$= \frac{1}{(1+r)^{-D2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-E2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-F2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-G2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-H2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-I2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-J2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-K2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-L2}}$	$= \frac{1}{(1+r)^{-M2}}$
11	Дисконтированные чистые денежные поступления	тыс. руб.		= D10*D9	= E10*E9	= F10*F9	= G10*G9	= H10*H9	= I10*I9	= J10*J9	= K10*K9	= L10*L9	= M10*M9
12	Капитальные вложения	тыс. руб.	-I _{0i}										
13	NPV	тыс. руб.		$=\text{СУММ}(D11:M11)+C12$									

Обозначения:

Выручка – годовая выручка исходная;
ΔВыручка – прирост выручки по проекту;
Тек.рас. – текущие расходы по проекту;

A₀ – амортизация исходная;
A_i – амортизация по проекту i;
I_{0i} – первоначальные инвестиции по проекту.



Показатели инвестиционных проектов

Номер инвестиционного проекта	Капитальные вложения, тыс. руб.	Собственные средства, имеющиеся у предприятия для реализации проектов, тыс. руб.	NPV, тыс. руб.
1	20 000	28 171	792 867,24
2	44 325	26 700	1 419 264,31
3	14 000	31 133	1 199 258,18
4	6 400	28 100	1 087 625,43

Поиск решений – надстройка Excel, помогающая найти решение (максимизация целевой функции, в данном расчете – максимизация общего NPV по всем выбранным проектам) при изменении значений ячеек с исходными показателями с помощью итерации. Поиск осуществляется с учетом ограничений, определенных пользователем, требуемые средства не должны быть больше имеющихся. В расчете используются бинарные единицы, если проект выбран, то результатом расчета является 1, если нет – то 0. Таким способом NPV по проекту включается в общую сумму. На рис. 2 представлено диалоговое окно «Поиск решений», где указаны ограничения по результатам.

Данная модель оптимизации (табл. 6) рекомендует предприятию ПАО «Тучковский

КСМ» к реализации 3 инвестиционных проекта:

1-й этап. В первый год – покупка нового экскаватора и фронтального погрузчика (проект 1);

2-й этап. Во второй год – приобретение и обновление парка автосамосвалов (проект 3);

3-й этап. В третий год – приобретение и обновление бульдозеров для отработки вскрышных пород (проект 4).

Заключение

Исходя из проведенных экономических расчётов можно сделать вывод, что реализация инвестиционного проекта по реконструкции фабрики по промывке и шлифовке щебня и замены узлов передачи продукции (проект 2) нужно отложить на 4 года. Это связано с высоким объемом затрат на реализацию данного проекта.

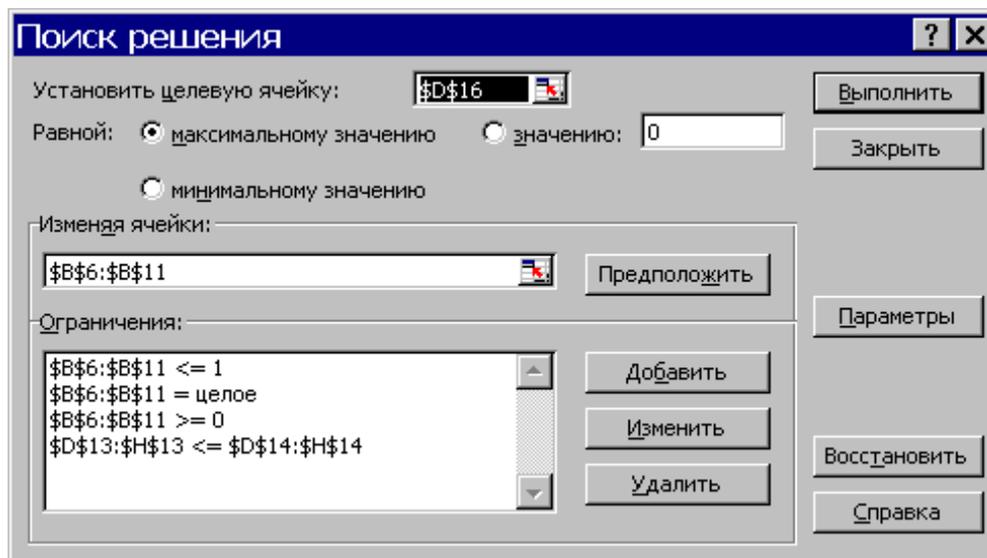


Рис. 2. Диалоговое окно «Поиск решений»

Результат выбора предложенных инвестиционных проектов в зависимости от NPV

Планирование капитальных вложений						
Проект	Выбор (0 – нет, 1 – да)	NPV	Требуемые объемы средств по годам			
			1	2	3	4
1	1	792 867,24	20 000			
2	0	1 419 264,31		44 325		
3	1	1 199 258,18			14 000	
4	1	1 087 625,43				6 400
Требуемые средства	–	–	20 000	0	14 000	6 400
Имеющиеся средства	–	–	28 171,00	26 700,00	31 133,00	28 100,00
Суммарная чистая текущая стоимость			3 079 750,85			

Осуществляя деятельность согласно данному перспективному производственному плану развития, состоящему из четырех инвестиционных проектов, три из которых предприятие в состоянии осуществить в первые три года, предприятие ПАО «Тучковский КСМ» сможет достигнуть улучшения своих финансовых показателей, снижения расходов и улучшения экономической эффективности производства. По истечении четырех лет у предприятия появится возможность осуществить проект по реконструкции фабрики по промывке и шлифовке щебня, замене узлов передачи продукции.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики – <http://www.gks.ru>.
2. Грибанов В.Н., Горностаева Е.Ю., Лукутцова Н.П. Нерудные строительные материалы. Добыча и переработка: учебно-справочное пособие. – Брянск: БГИТА, 2012. – 171 с.: ил.
3. Официальный сайт компании ПАО «Тучковский КСМ». – <http://www.t-ksm.ru>.
4. Годовой отчет за 2014 год ПАО «Тучковский КСМ».
5. Годовой отчет за 2015 год ПАО «Тучковский КСМ».
6. Галиева Н.В., Багаутдинов В.Ш., Корочкин Г.В. Паршин Н.О. Возможности развития предприятий

отрасли нерудных строительных материалов // ГИАБ. – 2015. – №12. – С. 187-193.

7. Галиев Ж.К. Экономика предприятия. Общий курс с примерами из горной промышленности: Учеб. – М.: Горная книга, 2009. – 304 с.
8. Галиева Н.В. Информационные технологии в экономике горного предприятия: Учеб. пособие для вузов. – М.: МГГУ, 2012. – 125 с.
9. Староверова Г.С., Медведев А.Ю., Сорокина И.В. Экономическая оценка инвестиций: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2011. – 312 с.
10. Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А. Экономическая оценка инвестиций: Учебник и практикум. Юрайт – СПб, 2014. – 564 с.
11. Моссаковский Я.В. Экономика горной промышленности: Учеб. для вузов – 3-е изд., стер. – М.: Горная книга, 2014. – 525 с.: ил.
12. Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М.: Экономика, 2010. – 421 с.
13. Лукасевич И.Я. Инвестиции. – М.: Инфра-М, 2011. – 416 с.
14. Ример М.И., Касатов А.Д. Экономическая оценка инвестиций. 2-е изд. / Под общей ред. М.И. Римера. – СПб.: Питер, 2010. – 416 с.
15. Воробьева И.М., Пономарев А.М. Оценка эффективности инвестиционных проектов // Молодой ученый. – 2015. – № 10. – С. 5-9.
16. Досуужева Е.Е., Кириллов Ю.В. Основные принципы реализации инвестиционного проекта // Науковедение. – 2014. – № 1. – 310 с.



17. Andrea Caggesea. Testing financing constraints on firm investment using variable capital. *Journal of Evolutionary Economics*, Volume 15, Issue 11, 2015.
18. Ustinovichus L., Shevchenko G., Barvidas A., Ashikhmin I.V., Kochin D. Feasibility of verbal analysis application to solving the problems of investment in construction. *Economic Modelling*, Volume 55, 2016.
19. Balinski M.L. *Integer Programming: Methods, Uses, Computations* (англ.) // *Management Science*. — 1965. — Vol. 12, no. 3. — P. 253-313.
20. Geoffrion A.M. Objective function approximations in mathematical programming, *Math. Program.*, 13, 23–37, 1977.
21. Mandl C.W. A survey of mathematical optimization models and algorithms for design and extending irrigation and wastewater networks, *Water Resour. Res.*, 17(4), 761–775, 1981
22. Taha H.A. *Integer Programming: Theory, Applications and Computations*, Academic, Orlando, Fla., 1975.
23. Dantzig G.B. On the Significance of Solving Linear Programming Problems with Some Integer Variables, *Economet.*, 28, № 1, 30 (Jan. 1960).
24. Gass S.L. *Recent Developments in Linear Programming*, in: 1961. «*Advances in Computers*», Academic Press, Inc., NY

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 45-52	
Title:	Development advanced manufacturing development plan to improve the economic and financial condition of the company non-metallic building materials
Author 1	Name&Surname: Nadegda V. Galieva Company: The National University of Science and Technology MISiS Scientific Degree: Candidate of Economic Sciences Work Position: Associate Professor of the Department of "State and municipal management industrial regions" Contacts: galieva-msmu.ru@mail.ru
Author 2	Name&Surname: Parshin N.O. Company: The National University of Science and Technology MISiS
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-45-52
Abstract:	<p>Considers the current state of the industry of extraction and production of nonmetallic building materials, from which it was concluded that the consumption of non-metallic building materials grows every year. This is primarily due to increased volumes of construction.</p> <p>On the example of the company non-metallic building materials a study of the activities of the mining and processing of non-metallic building materials. When considering business enterprise, identified the major economic and financial problems of the enterprise. Based on the studied indicators, determined the profitability of products as very low, the turnover of working capital insufficient.</p> <p>To solve the main problems of the enterprises of the company non-metallic building materials offered the long-term production development plan, consisting of measures to reduce costs and improve production efficiency and raw material extraction.</p> <p>To determine the economic efficiency of each proposed project calculated a NPV (net present value) for each of the events.</p> <p>To determine the maximum effectiveness of proposed projects used the method of optimization of the selection of an investment project using linear programming.</p> <p>Defined restrictions on investment projects, which is the availability of own funds according to the years of project implementation.</p> <p>The following results are obtained: the company non-metallic building materials is capable of 1, 3 and 4 projects over the next 3 years. Due to the high level of expenses necessary to investment for the implementation of the second project the company should delay its implementation for 4 years.</p> <p>By operating according to this perspective industrial development plan, the plant will be able to improve its financial performance, reduce costs, and improve the economic efficiency of production. After four years, the company will have the ability to implement a project on</p>



	<p>reconstruction of the factory for washing and grinding of gravel, replacement of transmission units products.</p> <p>This method of determining the prospective development plan developed and applied on the example of "Tuchkovo building materials plant".</p>
Keywords:	Non-metallic building materials, companies, economic indicators, investment projects, linear programming, optimization, selection
References:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [<i>Federal State Statistics Service</i>] // Available at http://www.gks.ru. 2. Griбанov V.N., Gornostaeva E.Ju., Lukutcova N.P. Nerudnye stroitel'nye materialy. Dobycha i pererabotka: uchebno-spravochnoe posobie. [<i>Nonmetallic building materials. Extraction and processing: teaching handbook.</i>] – Bryansk: BGITA, 2012. – 171 p.: silt. 3. Oficial'nyj sajt kompanii PAO «Tuchkovskij KSM». // Available at http://www.t-ksm.ru. 4. Godovoj otchet za 2014 god PAO «Tuchkovskij KSM». [<i>Annual Report 2014 PJSC "Tuchkovsky KSM"</i>]. 5. Godovoj otchet za 2015 god PAO «Tuchkovskij KSM». [<i>Annual Report 2015 PJSC "Tuchkovsky KSM"</i>]. 6. Galieva N.V., Bagautdinov V.Sh., Korochkin G.V. Parshin N.O. Vozmozhnosti razvitiya predpriyatij otrasli nerudnyh stroitel'nyh materialov [<i>Opportunities for development of the industry of non-metallic building materials</i>] // GIAB – 2015. – No. 12. – Pp. 187-193. 7. Galiev Zh.K. Jekonomika predpriyatija. Obshhij kurs s primerami iz gornoj promyshlennosti: Ucheb. [<i>Enterprise economy. General course with examples from the mining industry: Proc.</i>] – M.: Mining Book, 2009. – 304 p. 8. Galieva N.V. Informacionnye tehnologii v jekonomike gornogo predpriyatija: Ucheb. posobie dlja vuzov. [<i>Information technology in mining enterprise economy: Textbook. Manual for schools.</i>] – M.: MSMU, 2012. – 125 p. 9. Staroverova G.S., Medvedev A.Ju., Sorokina I.V. Jekonomicheskaja ocenka investicij: ucheb. posobie. [<i>Economic evaluation of investment: studies. allowance.</i>] – M.: KNORUS, 2011. – 312 c. 10. Kas'enko T.G., Mahovikova G.A. Jekonomicheskaja ocenka investicij: Uchebnik i praktikum. Jurajt [<i>Economic evaluation of investments: Tutorial and Workshop. Yurajt</i>] – SPb, 2014. – 564 p. 11. Mossakovskij Ja.V. Jekonomika gornoj promyshlennosti: Ucheb. dlja vuzov [<i>Economy Mining: Proc. for high schools</i>] – 3rd ed. – M.: Mining Book, 2014. - 525 p.: silt. 12. Kossov V.V., Livshic V.N., Shahnazarov A.G. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov. [<i>Methodical recommendations according to efficiency of investment projects.</i>] – M.: Economics, 2010. – 421 p. 13. Lukasevich I.Ja. Investicii. [<i>Investments</i>] – M.: INFRA-M, 2011. – 416 p. 14. Rimer M.I., Kasatov A.D. Jekonomicheskaja ocenka investicij. 2-e izd. [<i>Economic evaluation of investments. 2nd ed.</i>] // Under the general editorship. MI Riemer. – SPb.: Peter, 2010. – 416 p. 15. Vorob'eva I.M., Ponomarev A.M. Ocenka jeffektivnosti investicionnyh proektov [<i>Evaluating the effectiveness of investment projects</i>] // Young scientist. – 2015. – No. 10. – Pp. 5-9. 16. Dosuzheva E.E., Kirillov Ju.V. Osnovnye principy realizacii investicionnogo proekta [<i>Basic principles of the implementation of the investment project</i>] – Naukovedenie. – 2014. – № 1. – 310 p. 17. Andrea Caggesea. Testing financing constraints on firm investment using variable capital. <i>Journal of Evolutionary Economics</i>, Volume 15, Issue 11, 2015. 18. Ustinovichus L., Shevchenko G., Barvidas A., Ashikhmin I.V., Kochin D. Feasibility of verbal analysis application to solving the problems of investment in construction. <i>Economic Modelling</i>, Volume 55, 2016. 19. Balinski M.L. Integer Programming: Methods, Uses, Computations (in eng.) // <i>Management Science.</i> — 1965. — Vol. 12, no. 3. — P. 253-313. 20. Geoffrion A.M. Objective function approximations in mathematical programming, <i>Math. Program.</i>, 13, 23–37, 1977.



21. Mandl C.W. A survey of mathematical optimization models and algorithms for design and extending irrigation and wastewater networks, *Water Resour. Res.*, 17(4), 761–775, 1981
22. Taha H.A. *Integer Programming: Theory, Applications and Computations*, Academic, Orlando, Fla., 1975.
23. Dantzig G.B. On the Significance of Solving Linear Programming Problems with Some Integer Variables, *Economet.*, 28, № 1, 30 (Jan. 1960).
24. Gass S.L. Recent Developments in Linear Programming, in: 1961. «Advances in Computers», Academic Press, Inc., NY



АБРАМКИН Н.И. (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»)

ФАМ ДИК ТХАНГ (Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»)

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОТРАБОТКИ НАКЛОННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ В ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ШАХТЕ «КУАНГХАНЬ»

В настоящее время компания «Винакомин» активно работает над ускорением механизации процессов добычи угля, особенно механизации горных работ и технологических решений для добычи угля в сложных геологических условиях. В соответствии с планом развития подземная шахта «Куангхань» должна увеличить добычу до 1,5 млн т с ежегодным средним увеличением на 140–150 тыс. т. Для достижения этой цели шахта «Куангхань» должна использовать запасы угля на тонких пластах и наклонных угольных пластах средней мощности. Представлены результаты исследований по выбору технологической схемы для механизации и разработки наклонных угольных пластов средней мощности в горно-геологических условиях шахты «Куангхань» в бассейне Куангнинь Вьетнама.

Ключевые слова: Шахта «Куангхань», Ханойский институт Горной науки и Технологии, технологические схемы, механизированная крепь, комбайн, выемка.

В настоящее время в управлении и эксплуатации угольной шахты «Куангхань» находится 35 угольных пластов, из которых 15 отработаны. Для добычи используют следующие пласты: 17; 16; 15; 14; 13; 12; 11; 7; 6; 6А; 5; 4; 4В и 3. В последние годы шахта «Куангхань» проводила выемку части угольных запасов с отметки –50 до поверхности, одновременно шла подготовка части запасов ниже отметки –50 и до отметки –400. Далее, по оценкам, определены запасы до отметки –175. Около 2,32 млн т запасов с возможностью применения механических способов добычи сосредоточены в угольных пластах 6; 7; 15 и пласте 16 [6].

На шахте «Куангхань» для разработки угольных наклонных пластов средней мощности применяются системы разработки длинными столбами по простиранию.

Крепление лавы проводится с использованием индивидуальных гидравлических стоек. Средняя добыча достигает 60 000–80 000 т/год. Производительность труда – 2,2–3,5 т/чел. Большинство операций проводится вручную, поэтому в лаве работает много горнорабочих. При достижении мощности пласта 1,4–1,5 м снижается качество угля.

По плану развития угольной компании «Винакомин» на шахте «Куангхань» добыча угля подземным способом будет увеличиваться с 1,2 млн т в 2015 г. до 1,7 млн т в 2017 г. Для достижения этих результатов по плану развития, кроме запасов угольных пластов мощностью более 3,5 м, шахта «Куангхань» будет разрабатывать пласты средней мощности – 2,5 м, а также тонкие – мощностью 1,2 м [3].

Таблица 1

Суммарные запасы угля по мощности и падению пласта

Угол падения, градус	Депозитные запасы (10 ³ , т)					Итого	%
	Мощность, м						
	0,71–1,4	1,41–2,5	2,51–2,8	2,81–3,2	3,21–3,5		
≤ 20°	0,0	1 327,8 (57,1 %)	0,0	0,0	233,4 (10,0 %)	1 561,1	67,2
20,1–35°	0,0	351,1 (15,1 %)	115,9 (5,0 %)	123,9 (5,3 %)	172,5 (7,4 %)	763,5	32,8
Итого	0,0	1 678,8	115,9	123,9	405,9	2 324,6	100,0
%	0,0	72,2	5,0	5,3	17,5	100,0	–



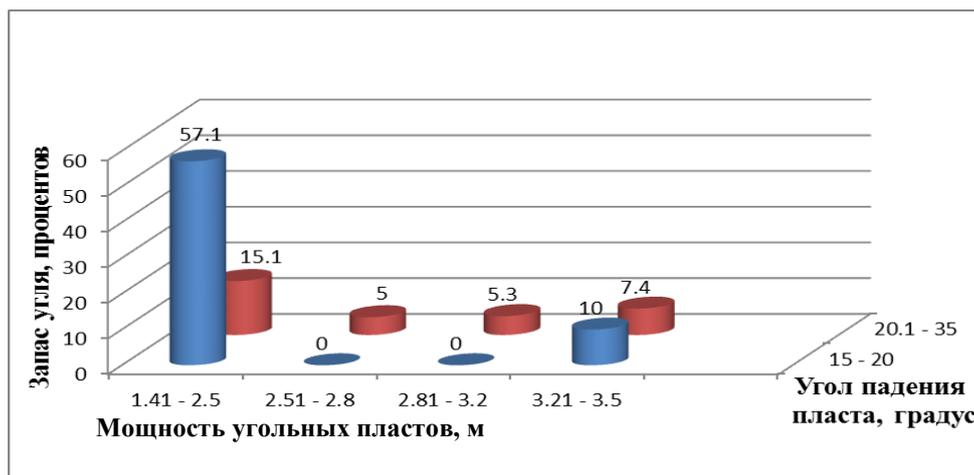


Рис 1. Соотношение запасов по мощности и углу падения угольных пластов

Ханойский институт Горной науки и Технологии совместно с компанией «Винакамин» предложил технологические инновации для разработки наклонных угольных пластов средней мощности и тонких.

Также были проведены комплексные оценки запасов исходя из горно-геологических условий и средств механизации по следующим факторам: размер по простиранию и падению пласта, угол падения, свойства полезного ископаемого и вмещающих пород, изменение мощности пласта.

На шахте «Куангхань» по мере модернизации средств механизации для отработки угольных наклонных пластов средней мощности стали применяться технологические схемы длинными столбами по простиранию (рис 2) [8].

Опыт отработки наклонных угольных пластов средней мощности в таких странах, как Россия, Китай, Австралия, Франция, США, Чехия, Япония, Польша, Индия, Румыния, показывает [5], что технологии, созданные на основе систем разработки длинными столбами, в наибольшей степени отвечают требованиям максимальной реализации возможностей современных высокопроизводительных механизированных комплексов. Это является основной причиной

постоянного расширения зоны использования систем разработки длинными столбами.

На шахте «Куангхань» в зависимости от уровня технической оснащённости механизированная технология отработки часто распределяется следующим образом [2 4, 7]:

Первый вариант. Очистной забой, в котором выемка угля производится комбайнами или стругами, крепление лавы гидравлическими стойками.

Второй вариант. Очистной забой, в котором выемка угля производится комбайнами или стругами, крепление лавы механизированной крепью.

Третий вариант. Очистной забой, в котором выемка угля производится комбайнами или стругами, крепление лавы механизированной крепью. Причем операции процесса добычи, например, выемка угля, крепление, транспорт, другие операции – выполняются по компьютерным программам, созданным специально для контроля оборудования, находящегося в лаве.

Преимущества модели первого варианта: небольшие первоначальные инвестиции, скорейшее восстановление капитала. Недостатки этого варианта: операции перемещения и крепления крепи медленнее скорости комбайна, в связи с чем снижается производительность труда.



Преимущества модели второго варианта: позволяет полностью механизировать процессы выемки угля, крепления лавы и управления горным давлением, транспортировки и перемещения скребкового конвейера, отсутствие ограничения по пространственной работе (особенно по высоте) при разработке наклонных угольных пластов средней мощности, в связи с чем возможно увеличение нагрузки на лаву, а также повышение производительности труда. Недостаток этой модели в том, что необходимы большие первоначальные инвестиции (примерно в 2–3 раза больше, чем при модели частично механизированной лавы).

Преимущество модели третьего варианта: в лаве все операции выполняются

без присутствия человека в очистном забое, в связи с этим возможно увеличение нагрузки на лаву, а также увеличение производительности труда. Однако для реализации этой модели, которая лишь пробно применяется в некоторых развивающихся странах, необходимы крупные первоначальные инвестиции и идеальные горно-геологические условия.

Исходя из приведенного выше анализа Ханойский институт Горной науки и Технологии совместно с компанией «Куангхань» выбрали второй вариант для разработки угольных наклонных пластов средней мощности в условиях месторождения «Куангхань» – систему разработки длинными столбами по простиранию.

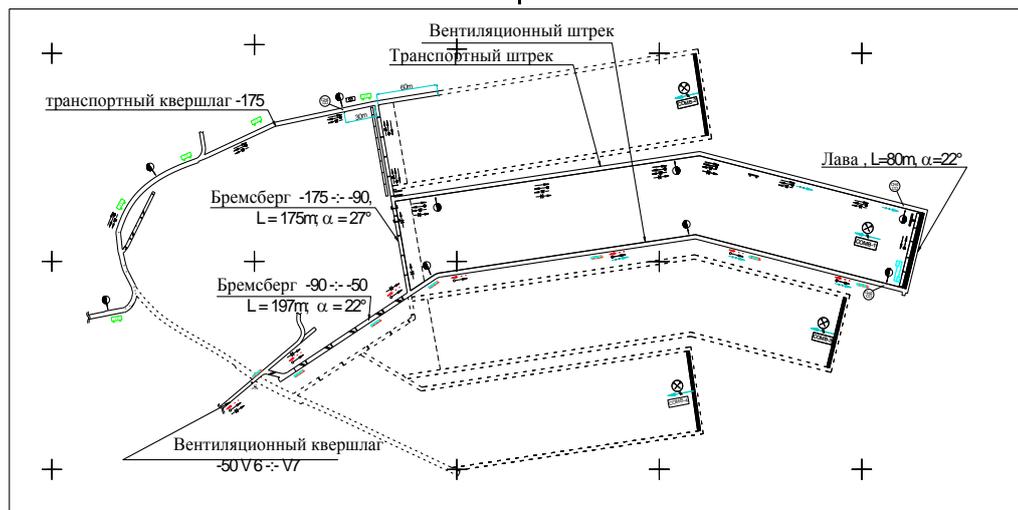
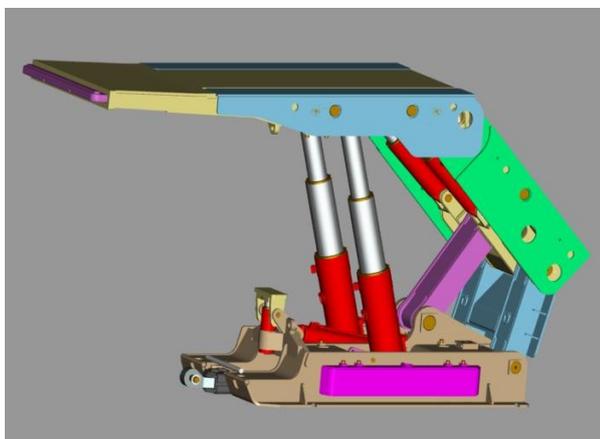


Рис. 2. Технологическая схема шахты «Куангхань»



а) Механизированная крепь ZY3000/12/26



б) Комбайн MG132/320-WD для выемки угля

Рис. 3. Оборудование для механизированной добычи

В соответствии с выбранной моделью и на основе расчетов экономической эффективности данной технологии шахта «Куангхань» выбрала конвейерное оборудование механизированной добычи, произведенное в Китае: комбайн MG132/320-WD, механизированные крепи ZY3600/12/26, скребковый конвейер SGZ630/132, транспортную машину SZZ730/75, конвейер DSJ80/40/2x40. Характеристики основных устройств в цепи показаны в табл. 2 [1].

По плану добычи с 2011 по 2015 г. на шахте «Куангхань» была выбрана для применения данной технологии лава КН-7-5а

с отметки -40 до отметки +10 в пласте 7 Южной-Нга Хай. Мощность пласта изменяется в пределах 1,4–2,5 м, степень вариации мощности пласта $V_m = 33\%$; угол падения – 18–25°, средний угол падения – 20°, степень вариации угла падения пласта $V < 10\%$, пласт имеет простое устройство без прослойки.

По расчетам, применение синхронной механизированной технологии дает весьма позитивные результаты. Некоторые технико-экономические показатели лавы приведены в табл. 4.

Таблица 2

Технологическая характеристика механизированной крепи ZY3000/12/26

Техническая характеристика	Количество
Форма крепи	Поддерживающе-оградительная
Высота крепи, мм	1200–2600
Ширина секции, мм	1430–1600
Шаг движения, мм	600
Рабочее давление, кН	3000
Первоначальная сила сопротивления, кН	2616
Интенсивная крепость, МПа	0,56
Давление в гидросистеме, МПа	31,5
Масса крепи, т	11
Наклон соответствующей лавы, градус	< 35

Таблица 3

Техническая характеристика очистного комбайна MG 132/320-W

Техническая характеристика	Количество
Вынимаемая мощность пласта, м	1,4–2,7
Номинальная ширина захвата, м	0,6
Максимальный угол падения пласта, градус	35
Тяговое усилие, кН	300
Максимальная рабочая скорость подачи, м/мин	0–5,5
Механизм подачи	Гидравлический
Номинальная мощность двигателя, кВт	375
Напряжение силового электрооборудования, В	660/1140
Диаметр шнека по резцам, м	1,4
Высота комбайна, мм	986
Длина поворотной рукояти, мм	1800
Расстояние между шнеками, мм	5700
Масса комбайна, т	21



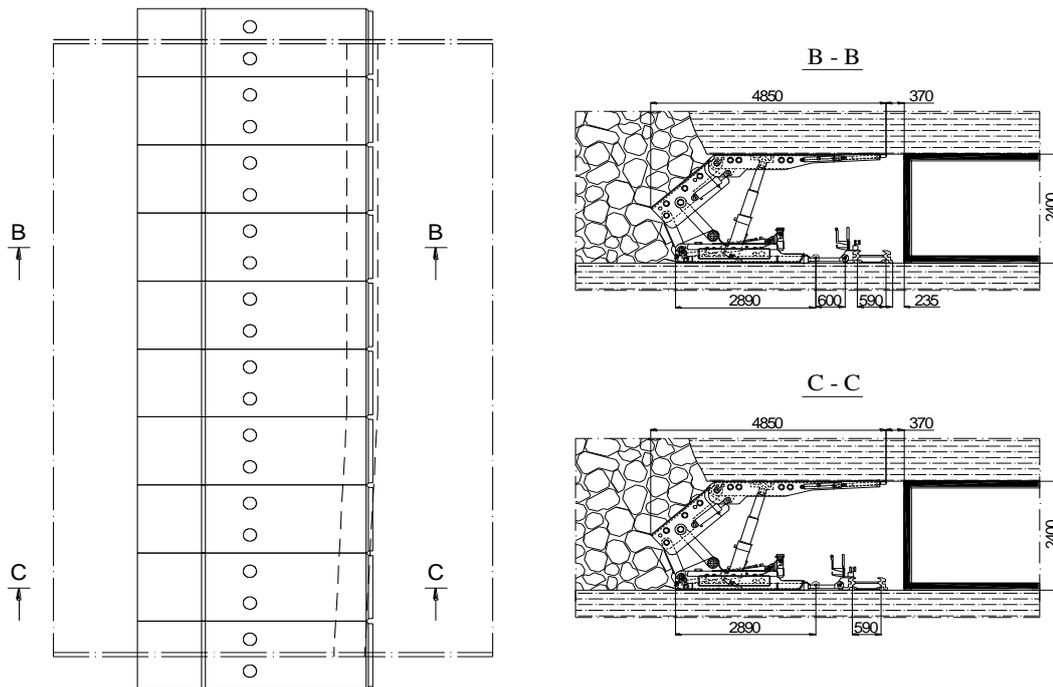


Рис. 4. Технологическая схема на шахте «Куангхань»

Таблица 4

Технико-экономические показатели

Показатели	Количество
Производственная мощность, т/год	200 000
Производительность труда, т/чел	15,6
Потери угля по технологии, %	18,8
Общий объем инвестиций, млрд VND	117,7
Чистый прибыль, млрд VND	59,9
Окупаемость, лет	5,7

Заключение

Для достижения показателей, которые показаны в табл. 3, по сравнению с технологией, используемой в настоящее время в Компании, синхронная механизация позволяет увеличить выход продукции в 2,0–2,5 раза, производительность труда в 3–5 раз. Применение механизированной технологии соответствует условиям угольных наклонных пластов средней мощности в компании «Куангхань». Результаты исследований изложены для направления инвестиций и развития технологий в целях удовлетворения темпов роста добычи угля по годам.

Библиографический список

1. Буй Дин Тхань, Чан Минь Тиен и др. Исследование технологии механизации и

разработки в горно-геологических условиях на шахте Куангхань: Итоговое сообщение научно-исследовательской темы. – Ханой: ХИГНИТ, 2014.
 2. Ву Динь Тен. Подземная технология разработки угля. Том I. – Ханой, 2002. – С. 149–162.
 3. Перспективный план развития угольной промышленности Вьетнама в период 2010–2025 гг. – Ханой, 2010 г.
 4. Пучков Л.А., Жежелевский Ю.А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. М.: Горная книга, 2009. – Том 1. – С. 546–560.
 5. Ремезов А.В., Ануфриев А.В. Зарубежный опыт применения технологических схем отработки наклонных и крутонаклонных угольных пластов на шахтах. Кемерово: КузГТУ, 2015. – С. 47–49
 6. Пучков Л.А., Абрамкин Н.И., Качурин Н.М., Мельник В.В. Физико-химическая геотехнология. Тула: ТулГУ, 2013. – 282 с.
 7. Абрамкин Н.И., Абрамкина А.Н., Лапшин А.В. Анализ показателей эффективности разработки



ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

угольных пластов длинными лавами и камерно-столбовой системой. Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики / 8-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и

энергетики: материалы конф. – Тула: ТулГУ, 2012. – Т1 – С. 483-493 (656).
8. Пучков Л.А., Качурин Н.М., Абрамкин Н.И. Комплексное использование бурогоугольных месторождений. – М: Горная книга, 2007. – 277 с.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 55-60	
Title:	SELECTION OF MECHANIZING COAL WINNING TECHNOLOGY IN MEDIUM –THICK INCLINED SEAMS FOR QUANG HANH MINE
Author 1	Name&Surname: Nilolay I. Abramkin Company: The National University of Science and Technology MISiS Scientific Degree: Doctor of Technical Sciences Work Position: Professor Contacts: abramkin57@mail.ru
Author 2	Name&Surname: Pham Duc Thang Company: The National University of Science and Technology MISiS Contacts: phamducthangmct@gmail.com
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-55-60
Abstract:	Currently “Vinacomин” is actively directing the units in the group accelerate mechanization of coal winning in the face, in special find mining technology solutions for it in complex geological conditions. According to its development plan, the underground coal production of Quang Hanh Coal Company will increase to 1.5 million tons with the annual average increase of 140,000 ÷ 150,000 tons. For meeting this goal, the Company has to exploit the coal reserve existing at the thin seams. In this paper, the authors represent the research results on the selection of the flowsheet for the mining mechanization of the medium –thick inclined to the geological conditions at coal mining "Quang Hanh".
Keywords:	Mine Quang Hanh, Institute of mining science and technology, technological schemes, mechanized timbering, combine, excavation
References:	1. Bui Dinh Thanh , Tran Minh Tien and others. Investigation of mechanizing coal winning technology in medium-thick inclined seams for Quang Hanh mine. The resulting report of research topics of the Institute of mining science and technology. Ha Noi 2014. 2. Vu Dinh Tien. Underground coal mining technology. Volume 1. Ha Noi 2002. Pp 149-162 3. The prospective plan of development of the coal industry of Vietnam in the period 2010-2025. Ha Noi 2010. 4. Puchkov L.A, Zhezhelevsky Y.A. Podzemnaja razrabotka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh [<i>Underground mining of mineral deposits</i>]. M: Mining Book. 2009. Vol. 1. 546- 560 p. 5. Remezov A.V, Anoufrieв A.V. Zarubezhnyj opyt primeneniya tehnologicheskikh shem otrabotki naklonnyh i krutonaklonnyh ugol'nyh plastov na shahtah. [<i>Foreign experience in the application of technological schemes of mining of inclined and steeply inclined coal seams in mines.</i>] Kemerovo: KuzGTU, 2015. – Pp. 47–49 6. Puchkov L.A., Abramkin N.I., Kachurin N.M., Melnik V.V. Fiziko-himicheskaja geotehnologija. [<i>Physical and chemical geotechnology.</i>] Tula: TSU, 2013. – 282 p. 7. Abramkin N.I Abramkina A.N, Lapshin A.V. Analiz pokazatelej jeffektivnosti razrabotki ugol'nyh plastov dljinnymi lavami i kamerno-stolbovoj sistemoj. Social'no-jekonomicheskie i jekologicheskie problemy gornoj promyshlennosti, stroitel'stva i jenergetiki. [<i>Analysis of the performance of coal seams long lavas and chamber-and-pillar system. Socio-economic and environmental problems of mining, construction and energy.</i>] 8th Int. Conf. on the mining, construction and energy. Conf. materials. – Tula: TSU. – T1 2012. – Pp. 483-493 (656). 8. Puchkov L.A., Kachurin N.M., Abramkin N.I. Kompleksnoe ispol'zovanie burougol'nyh mestorozhdenij. [<i>Integrated use of brown coal deposits</i>]. M: Mining Book, 2007. – 277 p.



ВОРОБЬЕВ А.Е. (Российский университет дружбы народов)

ТАШКУЛОВА Г.К. (Академия государственного управления при президенте Кыргызской Республики)

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ СНГ

Раскрыта основная идея, на которой базируется философия традиционного университета: государство финансирует их работу, а все общество пользуется получаемыми результатами. Показаны пути постепенного развития традиционных университетов до современных форм, в том числе международных и сетевых. Установлено, что современный этап глобализации фактически означает начало заката немецкой модели функционирования традиционных университетов. Рассмотрены вызовы, характерные непосредственно для ресурсных университетов. Выявлено, что ответ на эти вызовы находится в плоскости становления идеологии устойчивого развития человеческого общества. Представлена стратегия опережающего развития ресурсных университетов.

Ключевые слова: ресурсные университеты, вызовы, пути развития, опережающая стратегия.

Введение

Сырьевые университеты СНГ подвержены всем вызовам, свойственным в настоящее время высшей школе в целом, а также вызовам, связанным со спецификой работы их выпускников – недропользованием.

Идея традиционного университета, которая в той или иной форме была принята многими странами на разных континентах, была выдвинута Вильгельмом Гумбольдтом еще в 1810 г. [7]. Именно он предложил положить в основу нового университета, открываемого в Берлине, принцип единства свободного преподавания и научного исследования.

Основой этой идеи являлось то, что государство брало на себя финансирование всех научных исследований, осуществляемых в университетах, результатами которых могли бы пользоваться все его граждане [7]. Так, еще в начале XIX в. ученые Кембриджского и Оксфордского университетов (происходившие преимущественно из аристократических родов) не были напрямую зависимы от доходов, получаемых ими от преподавания.

Однако к XXI в. национальные университеты стали слишком дорогими и обременительными для многих государств, чтобы в необходимом объеме обеспечивать все их потребности [7], что существенно

повлияло на траекторию будущего развития высшего образования.

Кроме этого, существующая проблема современной трансформации национальных университетов находится в створках вхождения человеческого общества в процессы глобализации: в результате появляются различные формы сетевых университетов (ШОС, БРИКС, СНГ и др.).

Это обусловлено тем, что современные процессы глобализации превращают знания в ключевой фактор дальнейшего развития всех мировых социальных процессов и явлений. В частности, важнейшим источником кардинальных изменений в высшем профессиональном образовании оказалось широкое распространение информационных технологий [12]. Так, традиционный процесс передачи знаний представляет собой прямое взаимодействие преподавателя и студентов, осуществляемое непосредственно в аудитории. Но в настоящее время студенты более ориентированы на кардинальное изменение такого подхода, поскольку они принадлежат к «вычислительному (digital) поколению» и привыкли находиться в активном общении с различными электронными средствами, предполагающими избирательное и свободное восприятие полученной информации, а также дающими возможность доступа к ее разнонаправленным потокам.



Отметим, что современный этап глобализации фактически означает начало заката немецкой модели функционирования традиционных университетов, представляющей собой продукт немецкой философии – от Канта и Фихте до Шлейермахера и Гумбольдта, на основе которой до последнего времени выстраивались практически все национальные университеты [12].

Современные информационные технологии принципиальным образом преобразуют саму природу деятельности традиционных университетов, направленную на создание, сохранение, интеграцию и передачу накопленных знаний [12]. В настоящее время читаемые курсы и библиотечные материалы (источники информации) перемещаются непосредственно в онлайн-среду. Причем на передний план выходит коллаборативное и индивидуализированное обучение студентов.

Традиционное университетское образование сложилось так, что его основой являлся процесс преподавания (teaching), т.е. передачи студентам необходимых знаний, а не процесс обучения, непосредственного «научения» (learning). Необходимо отметить, что активные формы обучения и сегодня зачастую все еще продолжают оставаться где-то на периферии учебного процесса, хотя именно они, т.е. характер работы самих студентов, должны становиться определяющим элементом современной деятельности университетов [12].

Также очевидна необходимость радикальной трансформации непосредственно организации учебного процесса в современных университетах СНГ. Так, по данным сравнительного анализа учебного процесса, в западных университетах, чтобы стать бакалавром, студент должен затратить в среднем 3600 часов совокупного учебного времени [22]. Российские же образовательные стандарты предусматривают значительно

большие временные затраты на аналогичную подготовку студентов [12]: от 7450 (бакалавр культурологии) до 9300 часов (бакалавр прикладной математики и физики).

Причем аудиторная нагрузка в западных университетах составляет примерно 20–25 % от общего учебного времени студента и гораздо больше времени отводится на различные формы самостоятельной работы. Так, в Великобритании студент проводит в аудиториях (включая лекции, практикумы, контрольные, тьюторские занятия и т.п.) в среднем 16 часов в неделю, в России же – до 40 часов [12]. Кроме этого, самостоятельная работа в западных университетах прежде всего ориентирована на подготовку различных письменных работ, развивающих мышление, логику и аналитические способности студентов.

Традиционные университеты в основном заняты постоянной проверкой полученных теоретических знаний при жесткой регламентации учебного процесса, зачастую не оставляющей достаточного времени и необходимой свободы для инновационного развития студентов [15]. В отличие от такой позиции в инновационных университетах гораздо больше внимания уделяют подготовке компетентных и самостоятельных студентов и аспирантов, владеющих современными методиками и методами решения актуальных и будущих глобальных задач. Например, в РУДН в штатное расписание кафедр ввели такую позицию, как академический студент, т.е. тот студент, который официально и за оплату помогает преподавателю осуществлять необходимую деятельность.

Рассмотренные вызовы находят свое отражение в численном значении факторов, определяющих конкурентоспособность выпускников современных университетов (рис. 1).

В Кыргызстане также проводились исследования в отношении требований работодателей к выпускникам вузов, которые



ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ

претерпевают изменения в соответствии с ситуацией на мировых и национальных рынках (рис. 2).

Конечно, есть множество вопросов, ответ на которые сегодня далеко не ясен. Кто будет учиться в новых образовательных учреждениях? Кто их будет учить? Кто будет оплачивать обучение? Кто и как будет управлять этими учреждениями? Каким станет сам характер университетов? Как они

будут функционировать? Однозначно ответить на эти и другие вопросы в настоящее время мы еще не в состоянии [12]. Тем не менее анализ основных современных тенденций развития высшего профессионального образования все же позволяет в какой-то мере определить принципиальные черты будущих университетов.

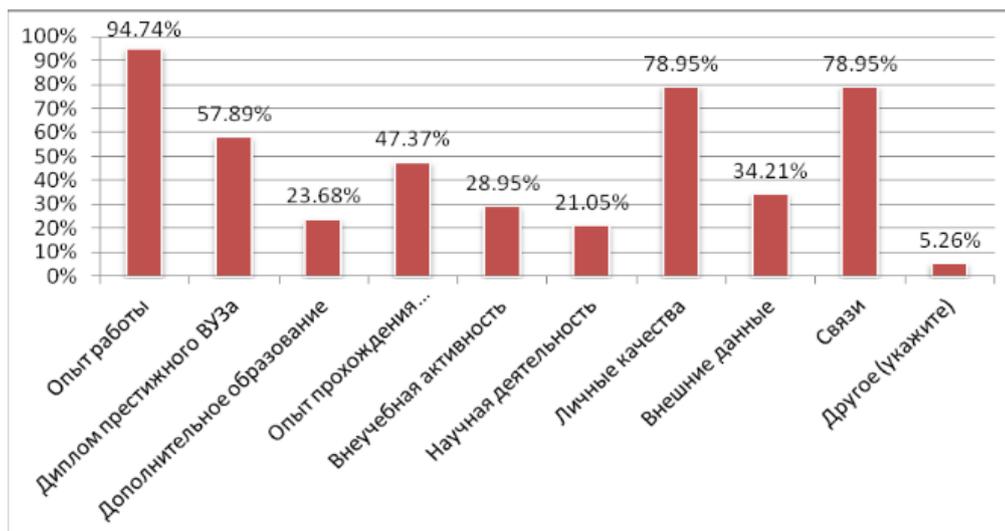


Рис. 1. Качества, повышающие конкурентоспособность выпускников технических вузов [16]

Требования работодателей к выпускникам (КР)		
(Образовательный, Форум, 2006 г.) <ul style="list-style-type: none"> • Умение самостоятельно учиться. • Способность решать возникающие проблемы. • Умение действовать адекватно ситуации. • Способности работать в коллективе и эффективно представлять себя и результаты своего труда. • Владение информационными технологиями. • Способность системно, инженерно мыслить и действовать. • Готовность и умение находить новые решения. 	(Опрос работодателей, 2008 г.) <ul style="list-style-type: none"> • Креативность, • Навыки самостоятельной презентации (себя как специалиста) • Владение тремя языками: иностранными, языком компьютера, языком финансов (способность мыслить цифрами, т.е. определять стоимость вопроса) • Лидерские качества • Волевые качества (способность брать на себя ответственность за принимаемые решения) • Свободолюбие • Здоровые амбиции • Ориентация на результат деятельности 	(Опрос работодателей, 2012 г.) <ul style="list-style-type: none"> • Знания в рамках профессионального поля. • Уверенность в применении знаний на практике • Умение быть участником автономного обучения • Умение добиваться качественного результата • Умение работать самостоятельно • Умение использовать критическое мышление для разрешения проблем • Использование трех языков (гос., русский иностранный) • Умение принимать решения • Умение создавать инновации

Рис. 2. Изменения требований работодателей к выпускникам вузов в Кыргызстане [26]



В частности, это может быть:

- переход к образовательным подходам от ориентированных на преподавателя на ориентированные на студентов;
- доступность образования всем гражданам (независимо от их ресурсов и физических возможностей);
- пожизненное обучение, обеспечиваемое как стремлением продолжать свое обучение со стороны самих граждан, так и созданием возможностей для этого со стороны университетов;
- «бесшовная» образовательная сеть, в которой университеты будут активно не только взаимодействовать, но и взаимопроникать друг в друга;
- асинхронное (в любое время и в любом месте) обучение, устраняющее разного рода пространственно-временные ограничения;
- интерактивное и коллаборативное обучение, соответствующее «вычислительной» эпохе;
- разнообразие направлений предоставляемого образования, удовлетворяющее все

имеющиеся запросы населения (с постоянно растущим у него многообразием потребностей и целей).

В настоящее время существующие вызовы высшему профессиональному образованию привели как к определенной оптимизации вузов (рис. 3), так и к изменению принципов и объемов (табл. 1) их финансирования.

Однако к рассмотренным общеуниверситетским вызовам добавляются еще и вызовы, характерные непосредственно для ресурсных университетов. Так, инженерное образование было выстроено на познании принципов действия различных механизмов (техники) и существующих процессов (технологий), а в ресурсных университетах к этому добавляется еще и фактор минерального сырья, зачастую размещенного в литосфере, обладающей различными особенностями и многими неопределенностями.



Рис. 3. Оптимизация ВУЗов Кыргызстана [26]

Предпосылки реформы финансирования вузов РК [23]

	2014 год	2015 год	% к 2014 г.
Общая численность студентов (чел.)	133 810	133 583	99,8
в том числе:			
бюджетных	23 087	22 039	95,5
контрактных	110 723	111 544	100,7
Фактические расходы всего (млн.сом)	2 679,0	3 085,0	115,2
в том числе за счет:			
средств бюджета	680,4	715,6	105,2
спец.средств	1 998,6	2 369,4	118,6
Расходы на 1 студента (сом)	20 021	23 094	115,3
в том числе за счет:			
средств бюджета	29 473	32 470	110,2
спец.средств	18 050	21 242	117,7

Необходимо отметить, что минеральное сырье и источники энергии (где уголь составляет около 41 %) во все времена являлись и остаются довольно важной материальной основой человеческого общества. Так, на современном этапе ежегодная добыча минерального сырья (без строительных материалов) уже превышает 16 млрд т. Это обусловлено тем, что минеральное сырье определяет темпы развития средств производства (современную технику) и комфортность (условия) жизни людей.

Всего в мире насчитывается 166 стран, где в промышленных масштабах осуществляется добыча какого-либо минерального сырья. Из них 18 стран добывает только по одному виду минерального сырья, 107 стран – лишь до 10 видов минералов, 35 стран – до 20, 7 стран – до 30 и только 3 страны – свыше 40 видов минерального сырья. В частности, только 70 стран мира обладают доступом к угольным месторождениям.

США, Китай и Россия в мировой добыче минерального сырья занимают соответственно

1–3 места (в совокупности добывая примерно 41 % от всей мировой добычи).

В частности, доля РФ в мировых запасах газа составляет 32 %, нефти – 13 %, угля – 11 %, железа, кобальта, никеля, свинца, цинка и др. – от 10 до 36 % [8]. К тому же в России открыто и разведано свыше 20 тыс. месторождений полезных ископаемых различного рода, из них около 30 % уже введено в промышленную эксплуатацию (разрабатываются).

Стоимость разведанных и предварительно оцененных запасов минерального сырья в недрах РФ в настоящее время имеет величину в 28,5 трлн долл., а прогнозных ресурсов – 140 трлн долл. [8].

Специфической особенностью национальных экономик России и Кыргызстана является их во многом природно-ресурсный, сырьевой характер. Минерально-сырьевой комплекс является доминантой реального сектора современной национальной экономики этих государств [4].

Так, в России ежегодно добывается минерального сырья на сумму 150 млрд долл.



ПОДГОТОВКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАДРОВ

В итоге ВВП России пока еще во многом зависит от объемов поступления доходов от добычи и торговли углеводородами (прежде всего – нефтью и газом), которые составляют около 10 % валового продукта, 50 % федерального бюджета и 70 % объема российского экспорта.

В настоящее время в Кыргызстане на государственном балансе имеются месторождения золота с разведанными запасами в количестве 430 т, алюминия – 349 млн т, олова – 208 тыс. т, вольфрама – 144 тыс. т, редкоземельных металлов – 51 тыс. т, угля – свыше 1 млрд т и ряд других полезных ископаемых. В частности, вклад рудника Кумтор составляет 9 % ВВП Кыргызстана и свыше 54 % объемов всего промышленного производства республики.

Однако состояние добывающей промышленности по миру весьма неоднородно и характеризуется определенными серьезными проблемами. К ним может относиться географическое положение месторождений полезных ископаемых (в неосвоенных территориях или зонах с суровым климатом), низкое качество минерального сырья («убогое» содержание полезных компонентов – рис. 4, наличие нежелательных элементов-примесей или тонкодисперсная минерализация), понижение глубины залегания и т.д.

Кроме этого, российское недропользование, как правило, характеризуется существенной протяженностью «плеча» доставки получаемой продукции (особенно нефти и газа – в частности, система магистральных трубопроводов «Ямбург – Западная граница СНГ» имеет совокупную протяженность 28,7 тыс. км, а длина нефтепровода «Восточная Сибирь - Тихий Океан» составляет 4770 км), образованием многотоннажных минеральных отходов, а также возникновением многочисленных аварий и чрезвычайных ситуаций (обусловленных довольно низкой технологической безопасностью).

В результате можно выделить объективные и системные, а также внешние, внутренние и отраслевые вызовы недропользованию России и Кыргызстана (табл. 2). К числу первых относят следующие:

- наблюдаемое истощение большинства минеральных ресурсов;
- высокие риски возникновения техногенных катастроф;
- проблемы кадров, от квалификационных уровней которых зависит эффективность производства;
- состояние национальной экономики;
- быстрая смена техники и технологий освоения месторождений полезных ископаемых.

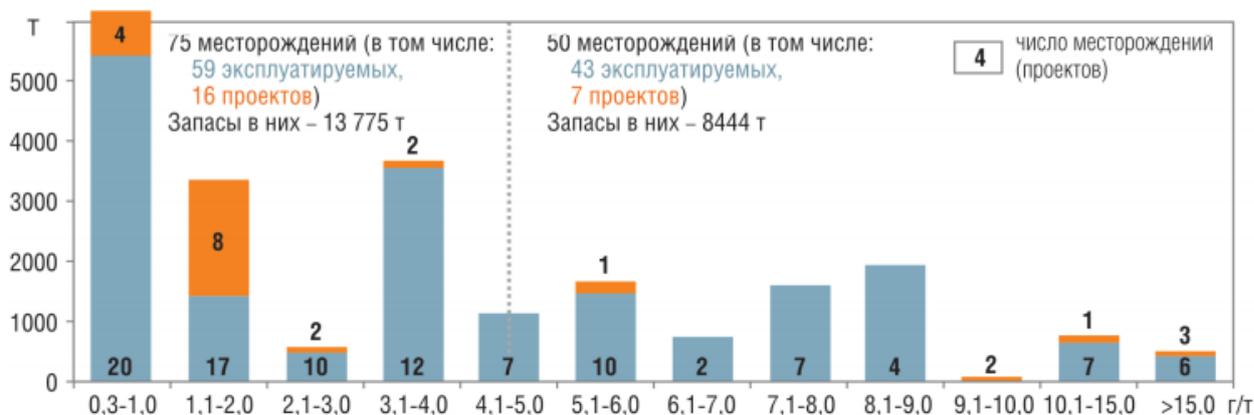


Рис. 4. Распределение запасов золота по его месторождениям [1]



Виды возможных угроз и последствия для национальной системы недропользования [1]

Тип угроз	Угрозы	Последствия
Внешние	Резкие флуктуации конъюнктуры минерального сырья на мировом рынке: дискриминационные санкции правительств стран, потребляющих и производящих минеральное сырье	Нарушение сбалансированности внутреннего потребления, экспорта и импорта минерального сырья: образование складских избытков либо недостатков, замораживание или интенсификация инвестиционного процесса по освоению объектов распределенного фонда недр и расширенному воспроизводству запасов
Внутренние	Отставание с развитием эффективной рудно-сырьевой базы горнодобывающих предприятий; неустойчивое состояние горнодобывающей, перерабатывающей, потребляющей минеральное сырье и товарные продукты промышленности страны в критические периоды	Снижение востребованности разведанных запасов; образование избытка объектов в нераспределенном фонде: сокращение объемов ГРР, производственного и научного потенциала отрасли
	Замораживание реализации лицензионного фонда объектов вследствие несовершенства законодательства	Сдерживание развития МСБ по ее воспроизводству и промышленному использованию, созданию дополнительного фонда объектов недропользования, утрата социально-экономических эффектов
Отраслевые	Недостаточность объемов геолого-разведочных, научно-исследовательских и прикладных работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы из-за ограниченного финансирования по всем источникам	Снижение темпов воспроизводства фонда ресурсного потенциала: убывание интеллектуального потенциала; отток кадров; резкое сокращение технологических и научно-методических инноваций

Ответ на эти вызовы находится в плоскости становления идеологии устойчивого развития человеческого общества. При этом критерием достижения устойчивого развития считается неухудшение условий, в которых будет жить каждое последующее поколение, по сравнению с условиями, существующими в настоящее время.

В начале 70-х гг. XX в. Дж. Форрестер разработал модель развития человеческого общества при потреблении (как главном приоритете этого развития) и указал на возможные ограничения, которые оказались связаны с ростом населения, а также с объёмом возобновляемых ресурсов в природе, с загрязнением биосферы и, конечно, со способностью сельского хозяйства прокормить человечество [18].

Дж. Хартвик, проводивший исследования во второй половине 1970-х гг.,

сумел доказать, что человеческое общество, получая рентные доходы от эксплуатации невозобновляемых природных ресурсов, в целях поддержания реального потребления должно инвестировать их в воспроизводимый капитал, а не ограничиваться только текущим потреблением.

В результате раскрытия этой идеологии устойчивого развития было создано несколько принципиально разных моделей недропользования (табл. 3).

Ресурсовоспроизводящие технологии (запатентованные проф. А.Е. Воробьевым свыше чем 120 патентами на изобретения) призваны преодолеть (наряду с традиционными поисками и разведкой новых месторождений полезных ископаемых) существующее исчерпание геогенного минерального сырья, путем контролируемого улучшения качества минеральных отходов



Основные современные модели эффективного недропользования

Авторы моделей	Краткое описание сущности
В.И. Вернадский	Рециркуляция металлов и неметаллических полупродуктов, создание сплавов и материалов с учетом не только их свойств, но и распространенности элементов в природе (на основе Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti). Рациональное сознательное преобразование биосферы в «ноосферу», сосуществование общества в гармонии с природой
А.Е. Ферсман	Полное использование всех ценных компонентов минерального сырья, создание комбинированных межотраслевых производств, в которых технологические процессы подбираются к составу сырья
И.П. Бардин	Отходы одних технологических переделов минерального сырья или производств должны служить сырьем для других
Э.В. Брицке	Технология производства материалов сосуществует с окружающей средой
Н.В. Мельников, М.И. Агошков	Комплексное освоение недр: достижение оптимальных для народного хозяйства страны и интересов будущих поколений показателей полноты использования всех видов ресурсов недр и участвующих в процессе их освоения трудовых и материальных ресурсов
К.Н. Трубецкой, А.Е. Воробьев	Применение ресурсовоспроизводящих технологий недропользования [3, 4, 27]

горного производства, целенаправленного перераспределения в них металлов, вывода технологически вредных примесей из минерального сырья еще по месту его залегания в литосфере [3] или даже синтеза (прежде всего для газа и нефти) полезных компонентов.

Необходимо отметить, что при освоении техногенного минерального сырья обычно не требуется увеличения объема добычи геогенного сырья, соответственно, дополнительных инвестиций и роста текущих затрат, связанных с выявлением, разведкой и подготовкой геогенной минерально-сырьевой базы, горными работами и начальными стадиями подготовки такого сырья к переработке (дроблению, измельчению, классификации и т.п.).

Как представляется, современная парадигма недропользования должна включать в себя наиболее важные и совместимые элементы всех перечисленных моделей и каждый раз дополняться новыми достижениями науки и техники (в частности, «нанотехнологией», «интеллектуальным нефтепромыслом» или «рудником будущего») [11].

Рассмотренные аспекты недропользования так или иначе должны получить свое

отражение при подготовке студентов в университетах ресурсного профиля. Это обусловлено тем, что технологическая модернизация горного и нефтегазового производства неизбежно требует и нового качества подготовки специалистов. В первую очередь эти новые кадры должны быть ориентированы на работу с технологиями завтрашнего дня [9, 13].

Кроме того, от выпускников ресурсных университетов требуется инновационное мышление (вне заданных траекторий), способное обеспечить формирование нового производственного уклада на предприятиях горной и нефтегазовой отрасли, базирующихся на многочисленных ноу-хау.

При этом ресурсные университеты СНГ в массовом количестве готовят линейных инженеров, конструкторов и технологов, хорошо воспринявших и применяющих технико-технологические достижения, созданные в странах-лидерах, при острейшем дефиците собственных креативных инженеров-исследователей, разработчиков и системщиков, способных создавать глобально конкурентоспособную продукцию нового поколения.

Технические университеты СНГ, зачастую не вполне осознанно, а по



сложившейся в этих странах политической, экономической и технологической ситуации, во многом восприняли в своей практической деятельности «догоняющую» модель развития, от которой необходимо срочно перейти к модели «опережающего» развития.

Потребность опережающего развития образовательного потенциала человеческого общества обусловлена необходимостью преодоления возникших к XXI в. противоречий между ускоренным научно-техническим прогрессом и определенной инерционностью системы высшего профессионального образования, которая не всегда своевременно реагирует на внешние запросы и потребности [16].

Стратегия опережающего развития определяется тем, что университет не старается развиваться по известной траектории, а стремится выбрать новую, более эффективную траекторию за счет применения новейших методик и технологий, которые позволят ему в ближайшем будущем занять передовое место, влиять и регулировать рынки образовательных услуг, обеспечивая за счет этих конкурентных преимуществ свою эффективную нишу.

Опережающее развитие современного ресурсного образования предусматривает [16]:

- ориентацию системы образования на перспективные потребности горного и нефтегазового производства;

- повышение уровня адаптации и включения ресурсных университетов в сферу рыночных отношений и использования ими новых экономических механизмов собственного финансового обеспечения с целью стабилизации финансового состояния;

- повышение качества образования, формирование у студентов стремления к постоянному обновлению своих знаний.

Значительное число разрабатываемых инновационных методик и технологий, а также специализация на различных типах и видах минерального сырья различных

ресурсных университетов (причем технологий, основанных на полученном новом знании) делают возможность опережения весьма вероятной [19]. Эти цели преследуют и последние ФГОС, которые сконструированы как система определенных рамочных ограничений, внутри которых ресурсными университетами могут быть реализованы весьма различные модели образования.

В настоящее время все более значимым для ресурсных университетов становится трансферт разработанных знаний и технологий посредством продажи лицензий и патентов, для чего необходимо предварительно обеспечить превращение университетских научно-технических разработок в ликвидный товар на мировом и региональном рынках технологий недропользования.

Трансферт обеспечивается на основе предварительного выявления, оценки и охраны университетской интеллектуальной собственности, выбора формы коммерциализации (реализации) на рынке технологий, выбора путей продвижения разработок (технологий) на рынок, разработки соответствующего запросам предприятий–недропользователей бизнес-плана и поиска партнеров и инвесторов.

При этом необходимо отметить, что, по оценкам российских (Российская инженерная Академия, Ассоциация инженерного образования России, Лига независимых ученых России) и зарубежных (Всемирный банк реконструкции и развития) экспертов, существующая в России интеллектуальная собственность по своей стоимости в 10 раз превосходит российские основные фонды [14]. Кроме того, по оценке экспертов Ассоциации инженерного образования России, в инженерных вузах и научных организациях при них на сегодня накоплено свыше 40 тыс. высоких технологий,



научно-техническую продукцию.

Заключение

Некоторые исследователи высказывают аргументы в пользу постепенности изменений в ресурсных университетах, полагая, что посредством совершенствования учебных планов можно успеть за новыми потребностями недропользования. Однако более правы те, кто утверждает, что возникшие вызовы вряд ли оставляют надежду на постепенную адаптацию традиционных университетов к новым обстоятельствам.

Библиографический список

1. Беневольский Б.И. Минерально-сырьевой потенциал – базовый элемент экономического суверенитета и национальной безопасности России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление – 2015. – № 5. – С. 50-59.
2. Воробьев А.Е. Разработка концепции биосфероулучшающих геологических технологий // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Геоэкология. – 2000. – № 4. – С. 9-18.
3. Воробьев А.Е. Ресурсовоспроизводящие технологии горных отраслей. – М.: МГТУ, 2001. – 150 с.
4. Воробьев А.Е., Балыхин Г.А., Нифадьев В.И. Национальная минерально-сырьевая безопасность России: доктрина, принципы, критерии, обеспечение. – Бишкек (Кыргызстан): КРСУ, 2004. – 260 с.
5. Воробьев А.Е. и др. Высшее профессиональное образование в XXI веке // Под ред. чл.-корр. РАН Опарина В.Н. – Норильск: НИИ, 2010. – 289 с.
6. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Импортзамещающие нанотехнологии в топливно-энергетическом комплексе России. – М.: РУДН, 2014. – 158 с.
7. Дёмин М. Университеты на рынке: Академический капитализм как вызов и как окно возможностей // Новое литературное обозрение – 2016. – № 2 (138). – С. 43-56.
8. Козловский Е.А. Экономический кризис, его истоки и минерально-сырьевой потенциал // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом – 2009. – № 7. – С. 4-16.
9. Концепция развития исследовательской и инновационной деятельности в российских вузах. Министерство образования и науки Российской Федерации // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base>.
10. Котова И.Ю., Морозова А.В. Профессиональная стажировка как компонент системы преимуществ молодого специалиста технического профиля на рынке труда: социологический анализ // XV международная научно-техническая конференция «Фундаментальные проблемы техники и технологии - ТЕХНОЛОГИЯ-2012».
11. Ларичкин Ф.Д. Эволюция и формирование современной парадигмы (модели) комплексного использования минерального сырья // Вестник Кольского научного центра РАН № 4 (11). – 2012. – С. 8-14.
12. Миненков Г. Университет в современном мире: вызовы и возможные ответы // <http://newsletter.iatp.by/ctr6-12.htm>.
13. О мерах государственной поддержки развития кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, в рамках подпрограммы «Институциональное развитие научно-исследовательского сектора» государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы // Постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. N 218 // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=202327&fld=134&rnd=214990.8956574521195668&>.
14. Отечественная система высшего инженерно-технического образования перед вызовом времени // <http://pandia.ru/text/78/087/78249.php>.
15. Пахомова Н.В., Рихтер К.К. Современный университет и вызовы инноваций // Университетское управление: практика и анализ – 2013. – № 1. – С. 28-42.
16. Понятие и цели опережающего образования // <http://novostynauki.com/ponyatie-i-tseli-operezhayushhego-obrazovaniya>.
17. Реформа финансирования образования в Кыргызской Республике // https://monitoring.edu.kg/?mon_keynote=reforma-finansirovaniya-obrazovaniya.
18. Садовничий В.А. Университеты и глобальные вызовы современности // Доклад на III Форуме ректоров России и Японии. – Япония, Сэндай, 19 марта 2012 г. / <http://www.msu.ru/news/official/2012/doklad20120319.html>.
19. Сухарев О.С. Адекватность стратегии опережающего развития экономики России в глобальных изменениях // Стратегия



экономического развития. – 2013. – № 47 (350). – С. 2-15.

20. Текущий статус реформ в сфере управления образованием в Кыргызской Республике // https://monitoring.edu.kg/?mon_keynote=tekushhiy-status-reform-v-sfere-upravle.

21. Трубецкой К.Н., Воробьев А.Е. Основы ресурсовоспроизводящих технологий складирования

и хранения некондиционного минерального сырья // Горный журнал. – №5. – 1995. – С. 47-51.

22. Шанин Т. Западный и российский подходы к подготовке специалистов // Социологический журнал. – 2001. – № 1.

23. Duderstadt J. Transforming the University to Serve the Digital Age // CAUSE/EFFECT, Vol. 20, No 4. 1997-98.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2016, No. 3, pp. 61-71	
Title:	The feasibility of advancing the development of raw CIS universities
Author 1	Name&Surname: Aleksander E. Vorobiov Company: Peoples Friendship University of Russia Scientific Degree: Doctor of Engineering Work Position: Head of the department of Oil-field geology, mining and oil and gas business Contacts: fogel_al@mail.ru
Author 2	Name&Surname: Gulzat K. Tashkulova Company: Academy of public servants of Kyrgyzstan Scientific Degree: Doctor of Economics Work Position: Deputy director
DOI:	10.17073/2500-0632-2016-3-61-71
Abstract:	The main idea on which the philosophy of traditional university is based is opened: the state finances their work, and all society uses the received results. Ways of gradual development of traditional universities to modern forms, including international and network are shown. It is established that the present stage of globalization actually means the beginning of a decline of the German model of functioning of traditional universities. Calls characteristic directly for resource universities are considered. It is revealed that the answer to these calls is in the plane of formation of ideology of a sustainable development of human society. Strategy of the advancing development of resource universities is presented.
Keywords:	resource universities, calls, ways of development, the advancing strategy.
References:	1. Benevol'skij B.I. Mineral'no-syr'evoj potencial – bazovyj jelement jekonomicheskogo suvereniteta i nacional'noj bezopasnosti Rossii. [<i>Mineral and raw material potential - a basic element of economic sovereignty and national security of Russia.</i>] // Mineral Resources of Russia. Economics and Management. – 2015. – No. 5. – Pp. 50-59. 2. Vorob'ev A.E. Razrabotka koncepcii biosferouluchshajushhih geojekologicheskikh tehnologij. [<i>Development of the concept of geo-ecological technologies biosferouluchshayuschih.</i>] // Bulletin of Russian Peoples Friendship University. Ser. Geology. – 2000. – No. 4. – Pp. 9-18. 3. Vorob'ev A.E. Resursovoproizvodjashhie tehnologii gornyh otraslej. [<i>Resources reproducing the technology of mining industries.</i>] – M.: MSMU, 2001. – 150 p. 4. Vorob'ev A.E., Balyhin G.A., Nifad'ev V.I. Nacional'naja mineral'no-syr'evaja bezopasnost' Rossii: doktrina, principy, kriterii, obespechenie. [<i>National mineral security of Russia: the doctrine, principles, criteria, software.</i>] – Bishkek (Kyrgyzstan): KRSU, 2004. – 260 p. 5. Vorobiev AE et al. Vyshee professional'noe obrazovanie v XXI veke. [<i>Higher professional education in the XXI century</i>] // Ed. corr. RAS VN Oparin – Norilsk Research Institute, 2010. – 289 p. 6. Vorob'ev A.E., Gladush A.D. Importozameshhajushhie nanotehnologii v toplivno-jenergeticheskom komplekse Rossii. [<i>Import-substituting nanotechnology in the fuel and energy complex of Russia.</i>] – M.: RUDN, 2014. – 158 p. 7. Djomin M. University na rynke: Akademicheskij kapitalizm kak vyzov i kak okno vozmozhnostej [<i>Universities in the market: Academic capitalism as a challenge and as a window of opportunity</i>] // Novoe literaturnoe obozrenie [<i>New Literary Review</i>] – 2016. – No. 2 (138). – Pp. 43-56.



8. Kozlovskij E.A. Jekonomicheskij krizis, ego istoki i mineral'no-syr'evoj potencial [*The economic crisis, its sources and mineral resource potential*] // Problemy jekonomiki i upravlenija neftegazovym kompleksom [*Problems of Economics and Management of oil and gas complex*] – 2009. – No. 7. – Pp. 4-16.
9. Konceptcija razvitija issledovatel'skoj i innovacionnoj dejatel'nosti v rossijskix vuzah. Ministerstvo obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii [*The concept of the development of research and innovation activities in the Russian universities. The Ministry of Education and Science*] // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base>.
10. Kotova I.Ju., Morozova A.V. Professional'naja stazhirovka kak komponent sistemy preimushhestv mladogo specialista tehničeskogo profilja na rynke truda: sociologičeskij analiz [*Professional training as a component of the system advantages of young technical specialists in the labor market: the sociological analysis*] // XV mezhdunarodnaja nauchno-tehničeskaja konferencija «Fundamental'nye problemy tehniki i tehnologii - TECHNOLOGIJA-2012». [XV Int. Scien.-Techn. Conf. "Fundamental Problems of equipment and technology - 2012".]
11. Larichkin F.D. Jevoljucija i formirovanie sovremennoj paradigmy (modeli) kompleksnogo ispol'zovanija mineral'nogo syr'ja [*The evolution and the formation of the modern paradigm (model) of complex use of mineral raw materials*] // Bulletin of the Kola Science Centre RAS No. 4 (11). – 2012. – Pp. 8-14.
12. Minenkov G. Universitet v sovremennom mire: vyzovy i vozmozhnye otvety [University in the modern world: challenges and possible responses] // <http://newsletter.iatp.by/ctr6-12.htm>.
13. O merah gosudarstvennoj podderzhki razvitija kooperacii rossijskix obrazovatel'nyh organizacij vysshego obrazovanija, gosudarstvennyh nauchnyh uchrezhdenij i organizacij, realizujushhix kompleksnye proekty po sozdaniju vysokotehnologičeskogo proizvodstva, v ramkah podprogrammy «Institucional'noe razvitie nauchno-issledovatel'skogo sektora» gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie nauki i tehnologii» na 2013-2020 gody [*On measures of state support of development of cooperation of Russian educational institutions of higher education, public research institutions and organizations implementing integrated projects for high-tech production, within the sub-program "Institutional development of the research sector," Russian State Program "Development of Science and Technology" on 2013-2020 years*] // Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 9 aprelja 2010 g. N 218 [Government Resolution dated April 9, 2010 No. 218] // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=202327&fld=134&rnid=214990.8956574521195668&>.
14. Otechestvennaja sistema vysshego inženerno-tehničeskogo obrazovanija pered vyzovom vremeni [*The domestic system of higher engineering education before calling time*] // <http://pandia.ru/text/78/087/78249.php>.
15. Pahomova N.V., Rihter K.K. Sovremennij universitet i vyzovy innovacij // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz [*The modern university and the challenges of innovation*] – 2013. – No. 1. – С. 28-42.
16. Ponjatie i celi operezhajushhego obrazovanija i analiz [*The concept and purpose of advancing education*] // <http://novostynauki.com/ponyatje-i-tseli-operezhajushhego-obrazovaniya>.
17. Reforma finansirovanija obrazovanija v Kyrgyzskoj Respublike [*The reform of the financing of education in the Kyrgyz Republic*] // https://monitoring.edu.kg/?mon_keynote=reforma-finansirovaniya-obrazovaniya.
18. Sadovnichij V.A. Universitety i global'nye vyzovy sovremennosti [*Universities and global challenges*] // Report at the III Forum of Rectors of Russia and Japan. – Japan, Sendai, March 19, 2012.
19. Suharev O.S. Adekvatnost' strategii operezhajushhego razvitija jekonomiki Rossii v global'nyh izmenenijah [*The adequacy of a strategy of advancing the development of the Russian economy in global change*] // Strategija jekonomičeskogo razvitija. [*Strategy of Economic Development.*] – 2013. – No. 47 (350) – Pp. 2-15.
20. Tekushhij status reform v sfere upravlenija obrazovaniem v Kyrgyzskoj Respublike [*The*



- current status of reforms in the sphere of education management in the Kyrgyz Republic*] // https://monitoring.edu.kg/?mon_keynote=tekushhiy-status-reform-v-sfere-upravle.
21. Trubeckoj K.N., Vorob'ev A.E. Osnovy resursovosproizvodjashhih tehnologij skladirovaniya i hranenija nekondicionnogo mineral'nogo syr'ja [*Resource-based playback warehousing and storage technologies substandard mineral raw materials*] // Mining Journal – No. 5. – 1995. – Pp. 47-51.
22. Shanin T. Zapadnyj i rossijskij podhody k podgotovke specialistov [*Western and Russian approaches to training*] // Journal of Sociology. – 2001. – No. 1.
23. Duderstadt J. Transforming the University to Serve the Digital Age // CAUSE/EFFECT, Vol. 20, No 4. 1997-98.

