

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2025. № 1-2 (81-82)

ISBN 2616-8391



**Н.Н. Джафаров,**  
главный редактор



**Ф.Н. Джафаров,**  
зам. главного  
редактора



**Т.М. Каскевич,**  
ответственный  
секретарь



**И.Я. Хафизов,**  
дизайн



**В.А. Отлыгина,**  
верстка журнала

## УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Перед вами очередные – 81 и 82 номера «Горно-геологического журнала», который издается с 2003 года. Редакция выражает искреннюю благодарность всем авторам из Казахстана, ближнего и дальнего зарубежья за публикацию своих научных трудов на страницах нашего журнала, вносящих весомый вклад в его развитие.

Годовая подписка на «Горно-геологический журнал» (4 номера в год) составляет для физических лиц – 12 тыс. тенге, для юридических – 18 тыс. тенге.

Для оформления подписки на «Горно-геологический журнал» нужно перечислить на расчетный счет KZ876017221000001566 в АО «Народный Банк Казахстана» БИК HSBK KZ KX необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.

### ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ

1. Статьи в «Горно-геологический журнал» принимаются в форме рукописей, оформленных с использованием текстового редактора MS Word, основной язык статьи – русский.
2. Рукопись должна иметь индекс УДК и код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор НТИ).
3. В верхней части статьи по центру строчными буквами жирным шрифтом без переноса – название статьи, на следующей строке полужирным шрифтом – инициалы и фамилии авторов, ученая степень, на следующей строке – полное название организации, где выполнена работа, город, страна.
4. Предоставить фото всех авторов статьи (как на документ) в цветном варианте в формате jpg.
5. Статьи должны сопровождаться аннотациями, содержащими не менее 500 знаков, обязательно должны быть ключевые слова 6-8 слов. Название статей и аннотаций к ним следует давать на казахском, русском и английском языках.
6. Основными структурными элементами статьи являются: введение, методы, результаты, заключение.
7. В конце рукописи приводится список литературы, в тексте указываются номера ссылок в порядке цитирования. Таблицы (Word, Excel) и графические материалы (jpg, tiff) располагаются по тексту статьи. Графические материалы низкого качества не размещаются.
8. В списке использованной литературы более полно указывать элементы библиографических элементов (в случае публикации в книгах указывать общее количество страниц, в случае публикации в сборниках и журналах – страницы публикуемых статей).
9. Самоцитирование должно составлять не более 15%.
10. Предоставленные рукописи авторам не возвращаются.

**Наш адрес:** 110700 г. Житикара, Республика Казахстан, Костанайская область, 4 микр., д. 5а, ТОО «Асбестовое ГРП» Редакция Горно-геологического журнала  
**E-mail:** nizamid@mail.ru.  
**Наш сайт в интернете:** [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.ru)  
**Контактные телефоны:** 8 (714 35) 2-35-60; сот. +7 775 361 0634  
**Телефакс:** 8 (714 35) 2-22-72.



**Бас редактор Н.Н. Джафаров**  
 геол.-мин. ғылым докторы, ҚР ҰИА  
 және ХИА толық мүшесі

**Бас редактордың орынбасары Ф.Н. Джафаров,**  
 геол.-мин. ғылым кандидаты,  
 МРХА және МРА корреспондент-мүшесі  
**Атқарушы хатшы Т.М. Каскевич**

*Редакциялық алқасы:*

**С.Ж. Ғалиев,** техн. ғылым докторы, профессор,  
 ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі

**М.Б. Едигенов,** геол.-мин. ғылым докторы, МРХА  
 корреспондент-мүшесі

**К.К. Жүсіпов,** техн. ғылым докторы, АҰА академигі

**Ю.А. Поленов,** геол.-мин. ғылым докторы, профессор  
 (Ресей Федерациясы)

**Ч.М. Халифазаде,** геол.-мин. ғылым докторы,  
 профессор, Ресей жаратылыстану ғылымдар  
 академиясының академигі (Әзірбайжан Республикасы)

**А.А. Хорольский,** техн. ғылымның кандидаты (Украина)

Журнал ҚР Мәдениет және ақпарат министрлігімен  
 22.02.2007, Астана қаласында тіркелген  
 № 8109-Ж тіркеу куәлігі  
 Тіркелу туралы алғашқы куәлік  
 № 3561-Ж 04.02.2003 ж.

Редакцияның мекен-жайы:  
 110700, Жітіқара қаласы, 4 микр., 5а  
 E-mail: nizamid@mail.ru  
 Тел./Факс: 8 (71435) 2-22-72

Қолжазбалар қайтарылмайды.  
 Редакцияның пікірі авторлардың пікірімен сәйкес келмеуі  
 мүмкін.

**Корректурға А.А. Хорольский**

**Дизайн И.Я. Хафизов**

**Қазақ тіліне аудару С.К. Алави**

**Ағылшын тіліне аудару Т.Н. Джафаров**

**Компьютерлік өңдеу В.А. Отлыгина, Т.Н. Джафаров**

Жинаққа өтті 20.06.2025 ж.  
 Баспаға қол қойылған 27.06.2025 ж.  
 84x108.1/8 пішімі Шарт. б.п. 7,2  
 Офсет қағазы. Офсеттік баспа.  
 Таралым 500 дана.  
 Тапсырыс № 658  
 «Service Press» ЖШС  
 баспа үйінде басып шығарылды  
 Халиуллин көшесі, 32. Алматы қ.

© «Асбестовое ГРП» ЖШС, 2025

## МАЗМҰНЫ

### МЕРЕЙТОЙЛЫҚ КҮНДЕР

Едигенов Михаил Беккужиевичка – 70 жыл.....4

### ҚАЗАҚСТАНДА БОЛЖАУ-ІЗДЕСТІРУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ БОЙЫНША ДӨҢГЕЛЕК ҮСТЕЛ

.....6

*Қазақстан Республикасы*

**ЦЕХОВОЙ А.Ф.**

«Геологиялық барлаудың болашағы: адамдардың,  
 білімнің мен технологиялардың синергиясы»  
 баяндамасының тезистері.....7

*Қазақстан Республикасы*

**ЛОСЬ В.Л.**

«Жер қойнауын фазалық геохимия, көп модельді  
 болжау әдісі технологиясы, Елап бағдарламалары  
 кешені негізінде пайдалы қазбаларға бағалау»  
 баяндамасының тезистері.....12

*Қазақстан Республикасы*

**ЕДИГЕНОВ М.Б.**

Баян кенішінің кен орнын құрғату жүйесін  
 ұйымдастыру, су тарту, мониторинг жүргізу және  
 тау-кен дизайнын қалыптастыру жөніндегі  
 ұсынымдар .....19

*Әзірбайжан Республикасы*

**КАЛАНДАРОВ Б.Г., МИРЗОЕВ А.А.,**

**ГУСЕЙНОВА Г.Н.**

Шығыс Зангезур ауданының жер асты суларының  
 гидрогеологиялық және экологиялық жағдайлары  
 .....31

*Әзірбайжан Республикасы*

**АЛИЕВА О.А., АЛИЕВ А.С.**

Өндіру ұңғымаларын игеру және пайдалану.....36

*Ресей Федерациясы*

**КОМЛЕВ В.Н.**

Бірегей жер қойнауын пайдаланудың қауіпті  
 кезеңдері (монографияға пікір).....41

**ГЕОЛОГИЯ ЖАҢАЛЫҚТАРЫ.....50**

**Азанама**

**Иванов Сергей Львович.....60**

Тақырыптық бағыты: пайдалы қазбалар кен орындарын іздестіру және барлау, өнеркәсіптік игеру үшін кен орындарын дайындау, өндірістік шикізатты өндіру және өңдеу, кен орындарын гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеу мәселер бойынша кең таралған ғылыми-көпшілік материалдарды жариялау.

Басылым: орыс тілінде



**Главный редактор Н.Н. Джафаров**  
доктор геол.-мин. наук, академик МИА и НИА РК  
**Зам. главного редактора Ф.Н. Джафаров**,  
канд. геол.-мин. наук,  
член-корреспондент МАМР и АМР РК  
**Ответственный секретарь Т.М. Каскевич**

*Редакционная коллегия:*

**С.Ж. Галиев**, докт. техн. наук, профессор,  
член-кор. НАН РК  
**М.Б. Едигенов**, доктор геол.-мин. наук, член-корр.  
МАМР  
**К.К. Жусупов**, докт. техн. наук, академик МАИН  
**Ю.А. Поленов**, докт. геол.-мин. наук, профессор  
(Российская Федерация)  
**Ч.М. Халифазаде**, докт. геол.-мин. наук,  
профессор, академик РАЕН (Азербайджанская  
Республика)  
**А.А. Хорольский**, канд. техн. наук (Украина)

Журнал зарегистрирован Министерством  
культуры и информации РК 22.02.2007 г., г. Астана  
Свидетельство о регистрации № 8109-Ж.  
Первичное свидетельство о постановке на учет  
№ 3561-Ж от 04.02.2003 г.

Адрес редакции:  
110700, г. Житикара, 4 микр. 5а  
E-mail: nizamid@mail.ru  
Тел./факс: 8(71435) 2-22-72

Рукописи не возвращаются.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

**Корректурa А.А. Хорольский**  
**Дизайн И.Я. Хафизов**  
**Перевод на казахский язык С.К. Алави**  
**Перевод на английский язык Т.Н. Джафаров**  
**Компьютерная обработка В.А. Отлыгина, Т.Н. Джафаров**

Сдано в набор 20.06.2025  
Подписано в печать 27.06.2025  
Формат 84x108,1/8 Усл. п.л. 7,2  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Тираж 500 экз.  
Заказ № 658  
Отпечатано в ТОО «Service Press»,  
г. Алматы, ул. Халиуллина, 32

© ТОО «Асбестовое ГРП», 2025

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ**  
Едигенову Михаилу Беккужиевичу – 70 лет .....4

**КРУГЛЫЙ СТОЛ ПО ВОПРОСАМ  
ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ  
ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ  
В КАЗАХСТАНЕ .....6**

*Республика Казахстан*  
**ЦЕХОВОЙ А.Ф.**  
Тезисы доклада «Будущее геологоразведки:  
синергия людей, знаний и технологий» .....7

*Республика Казахстан*  
**ЛОСЬ В.Л.**  
Тезисы доклада «Оценка недр на рудные полезные  
ископаемые на основе фазовой геохимии,  
технологии многомодельного метода  
прогнозирования, комплекса программ ELAN»...12

*Республика Казахстан*  
**ЕДИГЕНОВ М.Б.**  
Рекомендации по организации системы осушения  
месторождения, водоотведению, ведению  
мониторинга и формированию горного дизайна  
рудника Баян .....19

*Азербайджанская Республика*  
**КАЛАНДАРОВ Б.Г., МИРЗОЕВ А.А.,  
ГУСЕЙНОВА Г.Н.**  
Гидрогеологические и экологические условия  
подземных вод Восточно-Зангезурского района..31

*Азербайджанская Республика*  
**АЛИЕВА О.А., АЛИЕВ А.С.**  
Освоение и эксплуатация добывающих скважин..36

*Российская Федерация*  
**КОМЛЕВ В.Н.**  
Тревожные вехи уникального недропользования  
(рецензия на монографию) .....41

**НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ .....50**

**Некролог**  
**Иванов Сергей Львович .....60**

Тематическая направленность: публикация научно-популярных материалов по проблемам поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, подготовки месторождений к промышленному освоению, добычи и переработки промышленного сырья, гидрогеологической и инженерно-геологической изученности месторождений.

Язык издания: русский



**Editor N.N. Jafarov**

dr. of geological sciences, academician NEA RK and IEA

**Co-editor F.N. Jafarov**

candidate of geological sciences,

corresponding member IAMR and AMR RK

**Secretary T.M. Kaskevich**

*Editorial board:*

**S.G. Galiev**, dr. of technical sciences, professor,  
 corresponding member NAS RK

**M.B. Edigenov**, dr. of geological sciences,  
 corresponding member IAMR

**K.K. Zhushupov**, dr. of technical sciences,  
 academician IAIS

**Yu.A. Polenov**, dr. of geological sciences, professor  
 (Russian Federation)

**Ch.M. Khalifazadeh**, dr. of geological sciences, professor,  
 academician RANS (The Republic of Azerbaijan)

**A.A. Khorolskyi**, ph.d in engineering science (Ukraine)

The journal is registered in the  
 Ministry of Culture, Information and  
 Publik Consent of the Republik of Kazakhstan.  
 Certificate of registration  
 № 8109-Ж dated 22.11.2007

Address of editorial office:  
 5a house, microdistrict 4  
 E-mail: nizamid@mail.ru  
 Tel./fax:8(71435) 2-22-72

Manuscripts will not returned.  
 The opinion of the editors may not coincide with the opinion  
 of the authors.

*Proofreading A.A. Khorolskyi*

*Design I.Y. Hafizov*

*Translation into kazakh by S.K. Alavi*

*Translation into english by T.N. Jafarov*

*Computer processing V.A. Otygina, T.N. Jafarov*

Sent to typesetting 20.06.2025  
 Signed to print 27.06.2025  
 Format 84x108.1/8 Con. p.Sh. 7,2  
 Offset paper. Offset printing.  
 An edition of 500 copies.  
 Order No. 658  
 Printed in LLP «Service Press»,  
 Almaty, Khaliullina street, 32

© «Asbestos GPE» LTD, 2025

## CONTENTS

### ANNIVERSARY DATES

Edigenov Mikhail Bekkuzhievich is 70 .....4

ROUNDTABLE DISCUSSION ON IMPROVING  
 THE PRODUCTIVITY OF FORECASTING AND  
 EXPLORATION WORK IN KAZAKHSTAN.....6

*The Republic of Kazakhstan*

TSEKHOVOY A.F.

Abstracts of the report «The Future of Geological  
 Exploration: Synergy of People, Knowledge and  
 Technology» .....7

*Republic of Kazakhstan*

LOS V.L.

Abstracts of the report «Assessment of mineral  
 resources for ore minerals based on phase  
 geochemistry, multi-model forecasting method  
 technology, Elan program package» .....12

*Republic of Kazakhstan*

YEDIGENOV M.B.

Recommendations on the organization of the deposit  
 drainage system, water drain , monitoring and  
 formation of the mining design of the Bayan mine...19

*Republic of Azerbaijan*

KALANDAROV B.G., MIRZOEV A.A.,

GUSEYNOVA G.N.

Hydrogeological and Environmental Conditions of  
 Groundwater in the East Zangezur District.....31

*Republic of Azerbaijan*

ALIEVA O.A., ALIYEV A.S.

Development and operation of production wells .....36

*Russian Federation*

KOMLEV V.N.

Alarming milestones of unique subsoil use (review of  
 the monograph) .....41

NEWS OF GEOLOGY .....50

Necrologue

Sergey Lvovich Ivanov .....60

Thematic focus: publication of popular scientific materials on the problems of prospecting and exploration of mineral deposits, preparation of deposits for industrial development, extraction and processing of industrial raw materials, hydrogeological and engineering-geological study of deposits exploration.

Language of edition: Russian

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

**ЕДИГЕНОВУ МИХАИЛУ БЕККУЖИЕВИЧУ – 70 ЛЕТ**



*8 марта 2025 г. исполнилось 70 лет доктору геолого-минералогических наук, Едигенову Михаилу Беккужиевичу.*

Михаил Беккужиевич родился в 1955 г. в Якутской АССР Российской Федерации. С 1957 г. проживает в г. Костанай, в 1972 г. окончил среднюю школу № 10 г. Костаная и поступил в Казахский политехнический институт им. В.И. Ленина в г. Алма-Ате, который успешно окончил в 1977 г. по специальности «Гидрогеология и инженерная геология» с присвоением квалификации горного инженера-гидрогеолога.

Трудовую деятельность начал в 1977 г. в Железородной геологоразведочной экспедиции ПГО «Севказгеология», где проработал до 1990 г. от инженера-гидрогеолога до ведущего гидрогеолога экспедиции. За этот период Едигеновым М.Б. написаны отчеты, которые успешно прошли защиту ТКЗ и ГКЗ СССР.

Главным из них считается Качарское железорудное месторождение, где он являлся автором раздела «Гидрогеология и инженерная геология». Материалы отчета по этой номинации получили отличную оценку ГКЗ СССР и послужили надежной основой для проектирования системы осушения рудника и его безопасной эксплуатации.

Прогнозы отчетных материалов актуальны до сей поры. В 1987 г. являлся ответственным исполнителем «Отчета с подсчетом запасов дренажных вод Соколовского, Сарбайского и Качарского железорудных месторождений в Северном Казахстане», который прошел успешную защиту в ГКЗ СССР.

В 1986 г. без отрыва от производства поступил в аспирантуру при институте гидрогеологии и гидрофизики им. У.М. Ахмедсафина АН Каз. ССР. В 1990 г. окончил ее и 30 марта того же года защитил кандидатскую диссертацию.

В 1990 г. переехал из г. Рудного в г. Костанай, где работал на различных должностях в подразделениях ПГО «Севказгеология» до 1993 г., а в 1993 г. организовал свое предприятие – ТОО «Геоэкология», где работал директором до 1995 г.

С 1995 г. по 1996 г. по приглашению Костанайского областного управления экологии и биоресурсов работал заместителем начальника управления. С 1996 г. вернулся на свое предприятие, которое в 2001 г. реформировал в ТОО «НПФ Геоэкос». На этом предприятии работал в должности директора вплоть до его ликвидации в 2024 г. В 2009 г. организовал ИП «Едигенов М.Б.», где и работает по настоящее время.

В период работы в ТОО «НПФ Геоэкос» Едигеновым М.Б. составлен ряд крупных отчетов: Щербаковское месторождение лечебных минеральных вод, известное под названием «Сосновый бор», месторождение кремнистых ультрапресных вод в пос. Альжанка под названием «Умай»; глава «Гидрогеология и инженерная геология» в отчете с подсчетом запасов свинцово-цинковых руд месторождения Шаймерден и утверждены ГКЗ РК и ТКЗ в области недропользования. В этот же период составлен отчет с подсчетом запасов дренажных вод Варваринского месторождения золота, аналогичные работы проведены на Куржункульском и Южно-Сарбайском месторождениях магнетитовых руд, и успешно защищены в ГКЗ РК. В 2000-ные годы успешно переоценены эксплуатационные запасы Левобережного месторож-

дения подземных вод для водоснабжения г. Байконур и ракетно-космического комплекса, переоценены эксплуатационные запасы дренажных вод Варваринского месторождения золота, а также запасы дренажных вод крупнейших железорудных месторождений АО «ССГПО», Ломоносовского месторождения, а также Васильковского месторождения золота. В течение 2016-2018 гг. провел переоценку запасов рудничных вод месторождения олова Сырымбет и участвовал в разработке программы его осушения. Имеет лицензии на природоохранное проектирование и геологоразведочные работы на подземные воды.

Кроме собственно геологоразведочных работ, Михаил Беккужиевич разрабатывал нормативную экологическую документацию для предприятий-природопользователей и недропользователей. Это ОВОСы, экологический мониторинг, проекты ПДС и ПДВ для АО «ССГПО», ЗАО «Варваринское», СП «Шаймерден» и ряд других. Наиболее крупные работы связаны с градостроительством: «Гидролого-гидрогеологическое обоснование пропускной способности лога Абиьсай в связи со строительством жилого массива Жанакала в г. Костанай», согласованы и переданы генеральному заказчику ТОО «Курылыс-Карасу». Второй весьма важной работой летом 2008 г. явилось исследование инженерно-геологических и гидрогеологических условий северо-западного борта Сарбайского карьера в связи с техногенной аварией на горизонте – 220 м для АО «ССГПО».

В 2023 г. под методическим руководством Едигенова М.Б. проведены работы по оценке воздействия на окружающую среду техногенного минерального образования «Иловая гора» в центре «старого» города Житикара Костанайской области. Материалы исследований рассмотрены на общественном брифинге в г. Житикара и опубликованы в отраслевом «Горно-геологическом журнале» в г. Житикара в 3-х статьях.

Михаил Беккужиевич является автором многочисленных монографий (5 монографий) и ряд других научных статей и публикаций (более 100). Постоянно публикуется в отраслевом журнале «Геология и охрана недр», «Горно-геологическом журнале», имеет многочисленные публикации на международных конференциях.

За значительный научный вклад в развитие гидрогеологии Казахстана 25 июня 2009 г. протоколом № 58 заседания Президиума Международной академии минеральных ресурсов (МАМР, г. Москва) Едигенов М.Б. принят в члены академии в качестве члена-корреспондента, одновременно является членом-корреспондентом АМР РК. Является экспертом ГКЭН РК и членом FPONEN. Докторскую диссертацию в ИВП и ГЭ НАН КР в г. Бишкеке защитил 28 февраля 2022 г.

В 2005 г. Едигенов М.Б. за личный вклад в геологическое изучение недр РК награжден знаком «Отличник разведки недр».

В 2011 г. за открытие и изучение месторождения лечебных минеральных вод «Умай» награжден знаком «Первооткрыватель месторождения РК».

В 2012 г. за «большой вклад в развитие геологической отрасли» награжден знаком «Почетный разведчик недр РК».

В 2018 г. за большой вклад в природоохранную деятельность Костанайской области награжден медалью «30 лет экологической службе Казахстана». Является постоянным членом Совета государственной экологической экспертизы по Костанайской области, членом Тобол-Торгайского бассейнового совета.

Михаил Беккужиевич проводит постоянную работу с молодыми специалистами рудников страны, читает курсы по своей специализации, глубоко заинтересован в поступательном развитии отрасли и квалификации работающих в ней специалистов.

Является примером для молодежи, ведет здоровый образ жизни, спортсмен.

*Сердечно поздравляем Михаила Беккужиевича с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, новых творческих успехов в деле развития минерально-сырьевой базы страны, семейного благополучия, счастья и вдохновения. Пусть каждый новый день приносит радость, а все начинания увенчаются успехом!*

*Коллеги, друзья и творческий коллектив «Горно-геологического журнала»*

## КРУГЛЫЙ СТОЛ ПО ВОПРОСАМ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫХ РАБОТ В КАЗАХСТАНЕ



20.06.2025 г. в конференц-зале Комитета геологии Министерства промышленности и строительства РК состоялся круглый стол на тему: «Повышение продуктивности прогнозных работ в новой геологоразведочной ситуации Казахстана».

В мероприятии приняли участие представители профильных министерств, научно-исследовательских институтов, университетов, отраслевых ассоциаций, а также геологоразведочных и горнодобывающих компаний.

Цель круглого стола – обсуждение путей повышения эффективности прогнозных работ в республике через развитие науки, технологий и человеческого капитала.

С приветственным словом и вступительной речью выступил модератор встречи – председатель Комитета геологии Ерлан Акбаров. Он отметил текущие вызовы в геологоразведке и подчеркнул, что дальнейший рост продуктивности возможен только при внедрении научно-технологических решений нового поколения.

В рамках сессии докладов доктор технических наук, профессор КазНТУ им. К.И. Сатпаева, генеральный директор МАИН, президент СПМ РК Алексей Цеховой выступил с докладом на тему: «Будущее геологоразведки: синергия людей, знаний и технологий». В своем выступлении

он подчеркнул необходимость интеграции цифрового моделирования, искусственного интеллекта и аналитики данных в геологоразведочные процессы.

Затем доктор геолого-минералогических наук, научный руководитель проектов МАИН и АМР Владимир Лось представил доклад на тему: «Оценка недр на рудные полезные ископаемые на основе фазовой геохимии и технологии многомодельного прогнозирования программного комплекса ELAN».

В завершение участники обсудили перспективы развития геологоразведочной отрасли, подчеркнули важность тесного взаимодействия между наукой, образованием и производством, необходимость подготовки молодых специалистов и внедрения инновационных методов оценки и интерпретации геологических данных.

Подводя итоги круглого стола, Ерлан Акбаров подчеркнул, что ключевыми факторами успеха в отрасли являются поддержка отечественных специалистов, технологический прорыв и научно обоснованное прогнозирование.

«Сегодняшний круглый стол стал площадкой для объединения усилий науки, государства и бизнеса с целью вывести геологоразведочную отрасль Казахстана на новый уровень», – отметил он.

Источник: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mps/press/news/details/1021363>

«Редакция Горно-геологического журнала публикует основные тезисы докладов доктора технических наук, профессора КазНТУ им. К.И. Сатпаева, генерального директора МАИН, президента СПМ РК Алексея Цехового, и доктора геолого-минералогических наук, научного руководителя проектов МАИН и АМР Владимира Лося» на круглом столе.



## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДА «БУДУЩЕЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ: СИНЕРГИЯ ЛЮДЕЙ, ЗНАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ»

**А.Ф. ЦЕХОВОЙ,**

*доктор технических наук, профессор КазНТУ им. К.И. Сатпаева,  
генеральный директор МАИН, президент СПМ РК*

*г. Алматы, Республика Казахстан*

Отмечены проблемы, связанные с системой управления в сфере геологоразведки. Наблюдается недооценка сложности задачи прогнозирования рудных объектов с низким статусом открываемости. В Казахстане институционально не оформилась среда для обсуждения научно-технологических проблем геологоразведки. Система управления развитием отрасли не соответствует современным требованиям. В совокупности устаревшая ментальная парадигма и несоответствующая система управления затрудняют консолидацию научных усилий.

**Ключевые слова:** продуктивность оценки недр, человеческий фактор, траектория развития проектного менеджмента, Agile-технологии, модель ПАУПРО.

### **1. Факторы повышения продуктивности оценки недр**

К факторам повышения продуктивности оценки недр отнесены государственные и частные инвестиции, нормативно-правовое обеспечение, система управления (рис. 1), природные факторы, технологии оценки недр, кадры и управление человеческими ресурсами. Совокупное действие этих факторов способствует развитию и повышению конкурентоспособности минерально-сырьевой базы (МСБ).

### **2. Роль человеческого фактора**

Человеческий фактор – триггер решения задач геологоразведки. Затруднения в организации изучения недр научным сообществом, связаны с типовыми проблемами в части организации коллективной командной работы. Преодоление этих затруднений лежит в сфере формирования проектного мышления, которое интегрирует: системно-аналитическое, креативное, критическое и латеральное типы мышления

в процессе командной работы. Будущее геологоразведки решается через синергию людей, знаний и технологий.

Прототип синергии «Люди – знания – проекты»: «Когда начинается работа над подготовкой нового издания Стандарта управления проектом PMI PMBOK® Guide, появляется возможность взвесить существующие в мире точки зрения на перемены в сфере управления проектом и подходы, применяемые для реализации выгод и ценности от выходов проекта. Но, несмотря на все эти перемены, есть фундаментальные концепции и конструкции, которые со временем не меняются. По-прежнему остается верным понимание, что коллективное мышление дает более всесторонние решения в сравнении с мыслями одного человека. И факт, что организации используют проекты в качестве механизма для получения уникального результата или конечного продукта, остается фактом, несмотря ни на что».

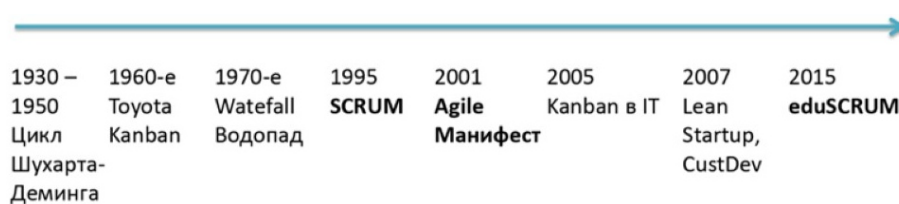


Рисунок 1 – Проектное управление – эволюционирующая планетарная система управленческих знаний



Рисунок 2 – Траектория развития проектного менеджмента в РК

### 3. Развитие проектного менеджмента РК

Академическая подготовка проектных менеджеров. В 2008 году в КазНУ им. К.И. Сатпаева началась системная работа по подготовке проектных менеджеров. Открыта магистратура в 6 вузах, из которых было выпущено около 270 магистров, также открыта докторантура в 2 вузах, в которых было защищено 28 PhD-докторских диссертаций. Диссертационные Советы по Управлению проектами созданы в КазНУ им. К.И. Сатпаева, в КазНУ им. Аль-Фараби и КБТУ. Отечественную сертификацию специалистов организует и проводит

Союз проектных менеджеров Республики Казахстан (СПМ РК). На данный момент в Казахстане 250 специалистов сертифицированных по квалификации «Сертифицированный проектный менеджер» (Certified Project Manager, CPM) (рис. 2), и 279 специалистов сертифицированных по квалификации «Ассистент менеджера проектов» (Assistant Project Manager, APM) (рис. 3).

### 4. Факторы эффективной научной работы в команде (Agile-технологии)

Четыре ценности Agile-манифеста:

1. Люди и взаимодействие важнее



Рисунок 3 – Практический опыт вузов Казахстана по внедрению проектного управления. Трансформация КазНАУ – КазНАИУ – ВУЗ мирового класса.

процессов и инструментов, \*Наша ремарка: кроме тех процессов и инструментов, которые обеспечивают это взаимодействие;

2. Сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий договора;

3. Работающий продукт важнее исчерпывающей документации;

4. Готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану.



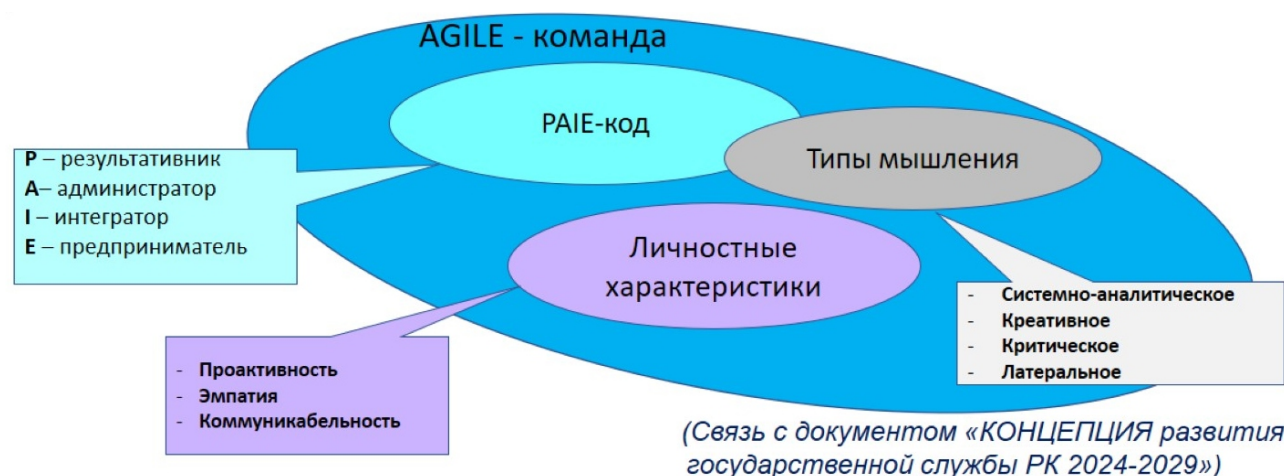
Рисунок 4 – Цикл зрелости технологии

выполняемых за счет грантового финансирования НИР, выстраиваются продуктивные модели управления развитием через проекты организаций, ориентированных на знания (рис. 3).

Ведется мониторинг продвижения профессиональных управленческих знаний в системе гос. управления, исследование факторов, определяющих динамику развития компаний в разрезе отраслей.

Консорциум в 2024 году завершил выполнение Научно-исследовательского проекта AP14871548-OT-24 по теме «Разработка продуктивных моделей управления портфелем развития организаций малого и среднего бизнеса для условий Казахстана на основе идей и принципов Agile-технологий».

Цель проекта – Создание на базе исследования внешних и внутренних факторов, определяющих динамику развития предприятий в Казахстане, типовых продуктивных моделей управления предприятиями



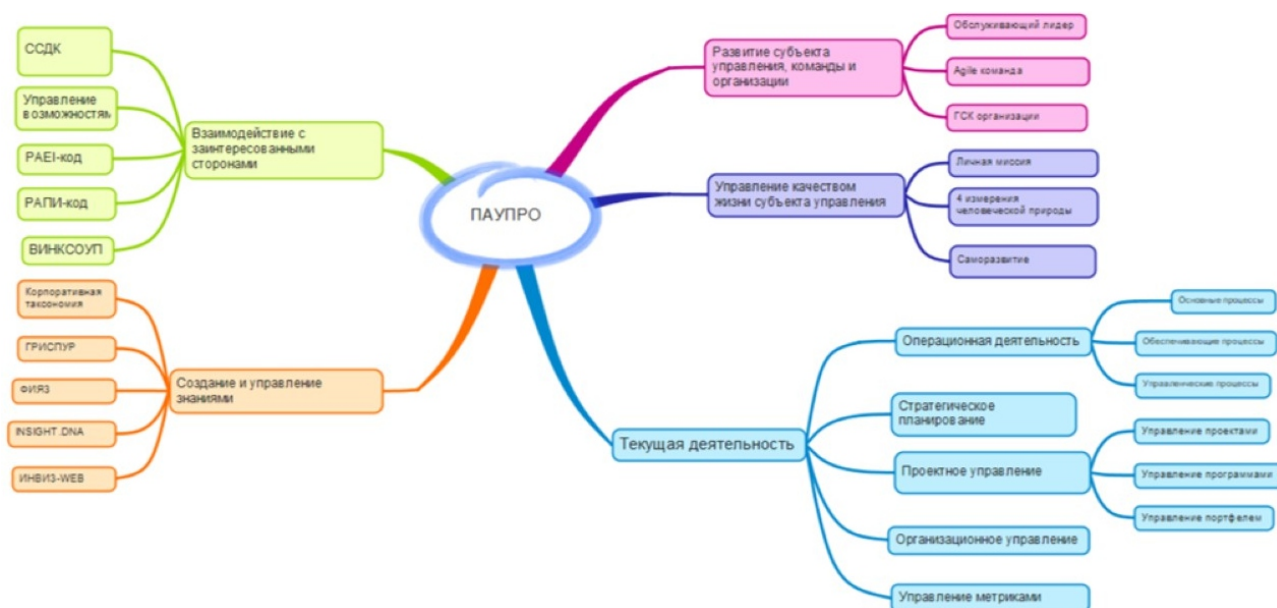


Рисунок 6 – Компоненты технологии ПАУПРО – домены исполнения

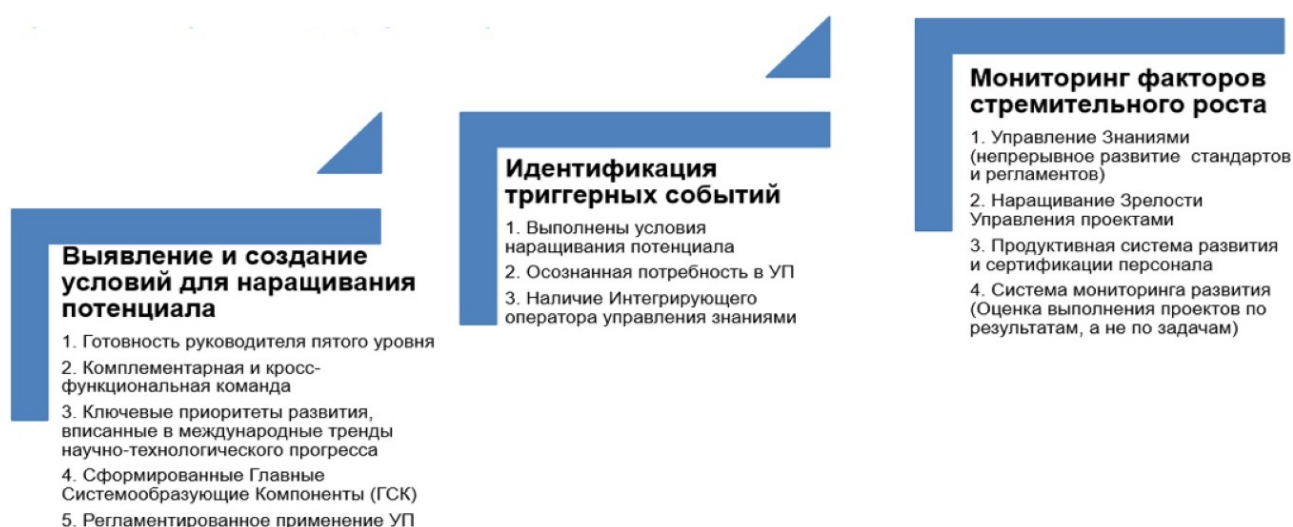


Рисунок 7 – Модель ПАУПРО. Фазы развития организации, ориентированной на знания

## ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Консолидация научно-технологических исследований. Для системного развития прогнозно-поисковых работ необходимо объединить национальные исследования в области металлогении и смежных дисциплин, последовательно переходя от формализации и методологизации к математизации и цифровизации. Координацию способны обеспечить Комитет геологии, Институт геологии им. К.И. Сатпаева, АМР и МАЙН при участии НИА РК, НАГН, Казахстанской горнорудной палаты, крупных недропользователей и ПОНЭН. Оптималь-

ным организационным механизмом может стать коллегиальный Научно-методологический совет (межведомственный).

2. Актуализация подготовки кадров. С опорой на Научно-методологический совет следует модернизировать программы вузов и повышения квалификации, ориентируясь на мировые научно-технологические тренды и потребности государства и бизнеса. Тематика выпускных, магистерских и PhD-исследований должна соотноситься с перспективными направлениями научного обеспечения геологоразведки.



Рисунок 8 – Модель ПАУПРО. Домены исполнения

3. Человеческий фактор и гибкие методологии. Устойчивое развитие ГМК определяется качеством междисциплинарных команд; внедрение гибких подходов (Agile) ускоряет обмен знаниями и коммерциализацию инноваций.

4. Нормативная база как драйвер инноваций. Закон «О науке и технологической

политике» устраняет разрыв между современными инструментами исследования недр и практикой выявления скрытых рудных объектов, создавая институциональные предпосылки для технологического прогресса.

5. Необходимость управленческой трансформации. Эффективное использование научного потенциала требует не только координации проектов, но и глубокой модернизации отраслевого управления, включая пересмотр устоявшихся моделей принятия коллективных решений.

6. Научно-образовательные консорциумы. Создание сопряженных с предприятиями ГМК научно-образовательных консорциумов позволит конвертировать исследования в прикладные технологические решения с измеримым экономическим и экспортным эффектом, максимально реализуя потенциал новой законодательной базы.

7. Создание лаборатории для разработки, систематизации и выполнения фазовых геохимических анализов.

#### А.Ф. ЦЕХОВОЙ

Алматы қ., Қазақстан Республикасы

### «ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУДЫҢ БОЛАШАҒЫ: АДАМДАРДЫҢ, БІЛІМНІҢ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ СИНЕРГИЯСЫ» БАЯНДАМАСЫНЫҢ ТЕЗИСТЕРІ

Геологиялық барлау саласындағы басқару жүйесіне байланысты мәселер атап өтілді. Ашылу мәртебесі төмен кен объектілерін болжау міндеттерінің күрделілігін жете бағаламау байқалады. Қазақстанда геологиялық барлаудың ғылыми-технологиялық мәселерін талқылау үшін институционалдық орта қалыптаспаған. Саланың дамуын басқару жүйесі қазіргі заманғы талаптарға сәйкес келмейді. Жиынтығында ескірген діл парадигмасы мен сәйкес келмейтін басқару жүйесі ғылыми күш-жігерді шоғырландыруды қиындатады.

**Негізгі сөздер:** жер қойнауын бағалау өнімділігі, адамдық фактор, жобалық менеджменттің даму траекториясы, Agile-технологиялар, ПАУПРО моделі (Ұйымдық даму үшін Agile портфельді басқару тәжірибесі).

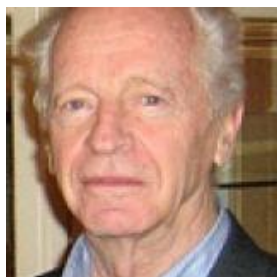
#### A.F. TSEKHOVOY

Almaty, The Republic of Kazakhstan

### ABSTRACTS OF THE REPORT «THE FUTURE OF GEOLOGICAL EXPLORATION: SYNERGY OF PEOPLE, KNOWLEDGE AND TECHNOLOGY»

Problems associated with the management system in geological exploration have been noted. The complexity of forecasting ore deposits with low discoverability rates is underestimated. In Kazakhstan, an institutional framework for discussing scientific and technological issues in geological exploration has not been established. The industry's development management system does not meet modern requirements. Together, an outdated mental paradigm and an inappropriate management system hinder the consolidation of scientific efforts.

**Key words:** productivity of subsoil assessment, human factor, development pathway of project management, Agile technologies, PAUPRO model (model of Agile Portfolio Management Practices for Organizational Development).



## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДА «ОЦЕНКА НЕДР НА РУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ НА ОСНОВЕ ФАЗОВОЙ ГЕОХИМИИ, ТЕХНОЛОГИИ МНОГОМОДЕЛЬНОГО МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ELAN»

**В.Л. ЛОСЬ,**

*доктор геолого-минералогических наук, научный руководитель проектов МАИНа АМР*

*г. Алматы, Республика Казахстан*

Оценка недр на скрытые рудные объекты – основная задача и проблема современной геологоразведки. Особенно актуальна она для Казахстана, поскольку его горно-металлургический комплекс является одной из основ экономики, эффективность и конкурентоспособность которого в первую очередь зависят от состояния минерально-сырьевой базы (МСБ), ее разнообразия и качества. Полнота и качество оценки недр на рудные полезные ископаемые определяется научно-методологическим и технологическим обеспечением геологоразведочных работ, которое зависит от общего уровня научных исследований. Это, по нашему мнению, фундаментальная основа и главный фактор модернизации и развития геологической отрасли, которые должны соответствовать общемировому тренду развития науки и технологий – междисциплинарности, математизации, цифровизации и затрагивать все аспекты оценки недр.

**Ключевые слова:** оценка недр, технология многомодельного метода прогнозирования, фазовая геохимия.

Задача оценки недр или операции прогнозирования на рудные полезные ископаемые (точнее, движение по пути решения задачи) предполагает:

- построение моделей и получение знаний об основных свойствах рудообразующих систем и их поведении в различных условиях;

- владение информацией о недрах, позволяющей в принципе решать задачу прогноза тех или иных типов полезных ископаемых с определенной надежностью;

- существование и владение технологиями, преобразующими знания и информацию в прогнозную оценку недр.

Рассматриваемый подход к оценке недр разрабатывался и развивался в процессе исследований и разномасштабных прогнозных работ, с которыми можно ознакомиться в прилагаемом списке литературы [1-7]. Положение площадей, на которых проводилось прогнозирование в масштабах от 1:1 000 000 до 1:50 000 с использованием фазовой геохимии, технологии многомодельного метода прогнозирования, программного инструментария (ПК ELAN) на территории Казахстана показано на рисунке 1. Практически во всех случаях удавалось получить новые представления (знания) о закономерностях локализации рудных объектов и выделить новые

потенциально перспективные площади и участки.

**1. Теоретической основой, базовой металлогенической моделью рудообразования** может служить простая и ясная схема перераспределения элементов в геологической среде «на месте». Такое перераспределение приводит к структурированию переносимого рудного вещества от простых ионов, возникающих в области мобилизации, до концентрированных растворов, в которых переносимые металлы-частицы агрегируются в сложные комплексы определенного состава. Эти комплексы являются своего рода «генами» формирования небольшого числа типов месторождений по элементному и минералогическому составу. В результате структурирования формируются (или создаются условия) для формирования рудных объектов, при котором месторождения располагаются в областях накопления элементов (или их ближайшей периферии). Эта модель в той или иной степени способна согласовать и объединить разные металлогенические гипотезы и представления (рис. 2).

Несмотря на значительное разнообразие геологических обстановок перераспределение элементов осуществляется по одной схеме: мобилизация (перевод рудных элементов в подвижное состояние) – миграция

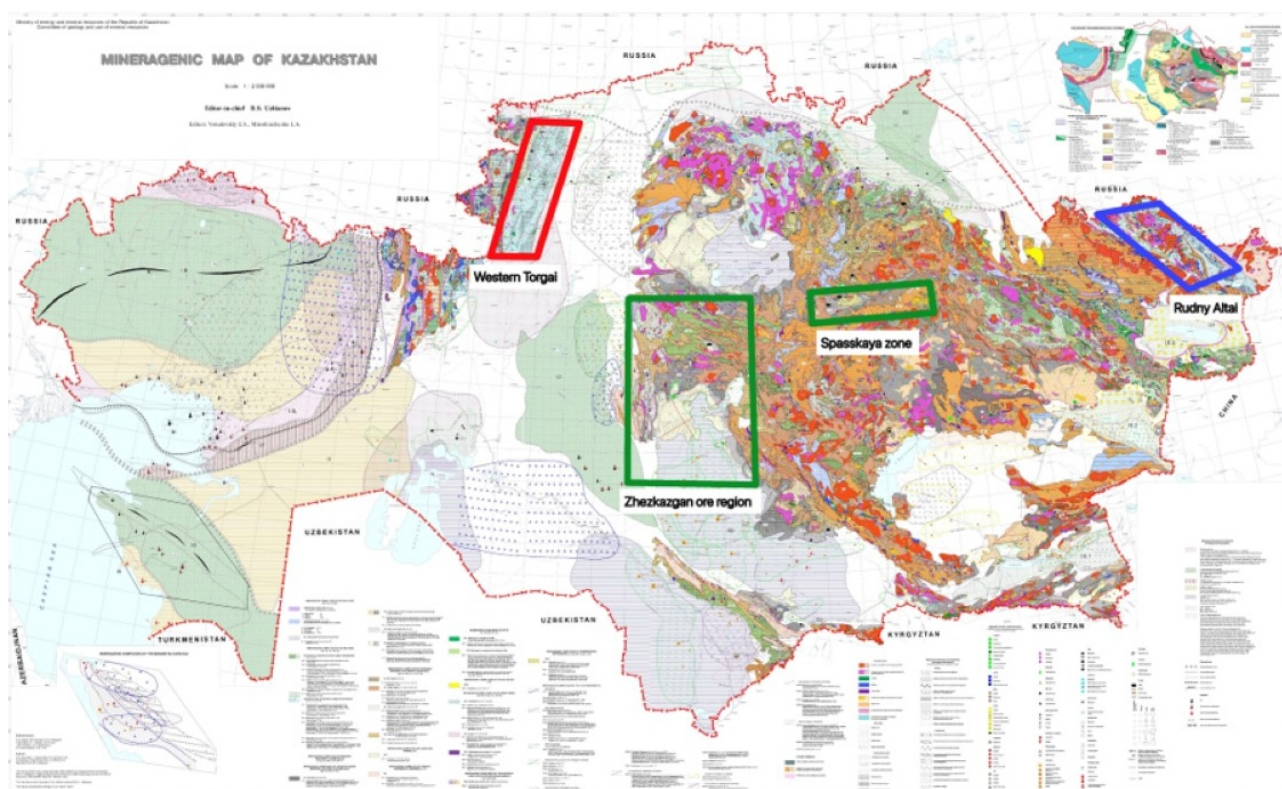


Рисунок 1 – Положение площадей, на которых проводилось прогнозирование в масштабах от 1:1 000 000 до 1:50 000 с использованием фазовой геохимии, технологии многомодельного метода прогнозирования, программного инструментария (ПК ELAN) на территории Казахстана

(перемещение в пространстве) – отложение (перевод в неподвижное состояние). В данном контексте термин «на месте» понимается как пространственная ассоциация, и даже перекрытие областей выноса и зон накопления элементов. Области мобилизации и выноса элементов ( $V_m$ ), пути миграции и зоны отложения с накоплением  $V_s$  (в частном случае, зоны образования руд) фиксируются

отрицательными и положительными аномалиями рудообразующих и других элементов, которые в совокупности образуют рудообразующие (металлогенические) системы. Металлогенические системы рудных объектов разных иерархических уровней имеют следующие типичные размеры: рудные провинции ( $n \cdot 10^5 - n \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>), зоны ( $n \cdot 10^4$  км<sup>2</sup>), районы ( $n \cdot 10^3$  км<sup>2</sup>), узлы ( $n \cdot 10^2$  км<sup>2</sup>),



Рисунок 2 – Схема перераспределения элементов в геологической среде «на месте»

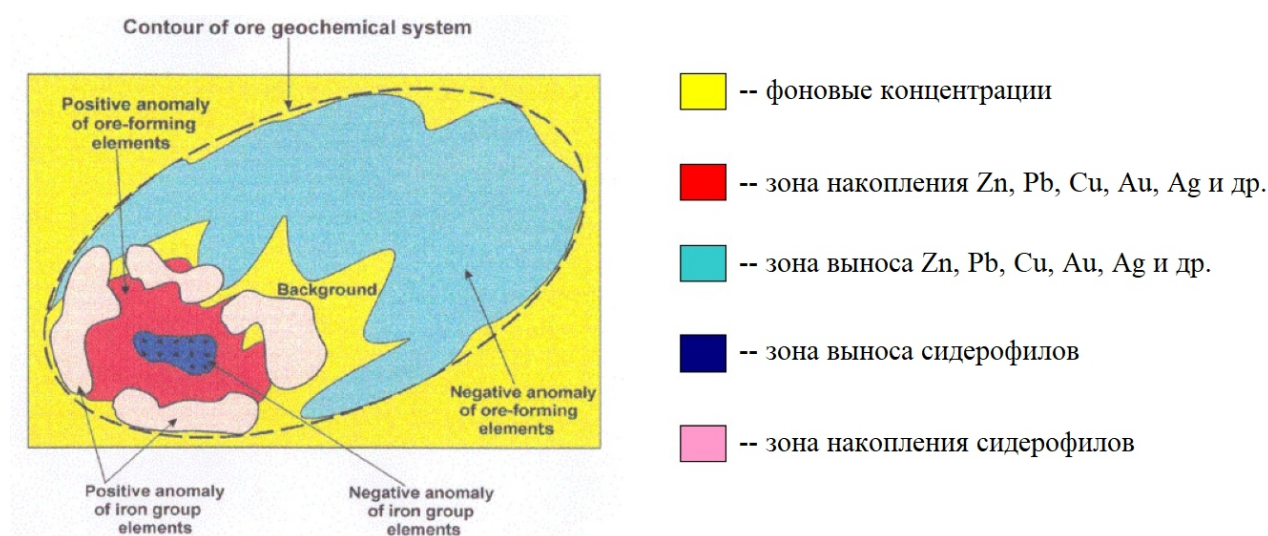


Рисунок 3 – Стандартный образ геохимической системы рудных объектов

поля ( $n \cdot 10 \text{ км}^2$ ), месторождения ( $n \cdot 10^0 \text{ км}^2$ ) (иерархическая градация рудных объектов дается по А.А. Головину).

Системы разных масштабных уровней (рудных районов, узлов, месторождений) как матрешки вкладываются друг в друга. Например, в зоне накопления системы иерархического уровня «рудный район» могут находиться несколько рудообразующих систем ранга «рудный узел», включая более локальные зоны накопления и области выноса.

Не специфическим воздействием, движущей силой приводящей к перераспределению элементов и структурированию полей концентрации элементов в геологической среде (в том числе приводящих к образованию рудообразующих систем и рудных объектов) являются различные по способам образования и размерам естественные электрические поля.

Стандартный образ геохимической системы рудных объектов показан на рисунке 3.

**2. Информация о недрах**, на основе которой решается задача оценки недр на рудные полезные ископаемые, представляет собой набор характеристик геологической среды, измеряемых (оцениваемых) с помощью различных методов. Новые знания и модели о формировании и размещении рудных объектов, с прикладных позиций нужны, в основном, для выявления характеристик геологической среды, необхо-

димых для прогноза, поисков и оценки рудных объектов.

Из рассмотренной выше базовой модели рудообразования вытекает достаточно очевидное следствие: наиболее естественными, фундаментальными и информационно важными характеристиками геологической среды при прогнозе и поисках рудных объектов являются концентрации химических элементов. Картирование полей концентрации элементов и особенно полей концентрации подвижных форм элементов является наиболее прямым и продуктивным направлением прогнозирования и поисков рудных объектов. Перспективным направлением картирования полей концентрации элементов является использование методов фазового анализа проб, отобранных на поверхности. Суть таких анализов – выделение и определение содержаний подвижных форм элементов, позволяющих «просвечивать» геологическую среду на глубину 400–600 м от поверхности (методы МПФ, МДИ, IonicLich и другие).

Важно, что концентрации элементов являются настоящими физическими величинами, допускающими их объективное измерение, формализованное описание в сильных шкалах, определение систематических и случайных отклонений. Сами рудные месторождения представляют собой участки геохимического поля с резко повышенными содержаниями рудных элементов и отсюда ясно, что все геологические процессы связаны

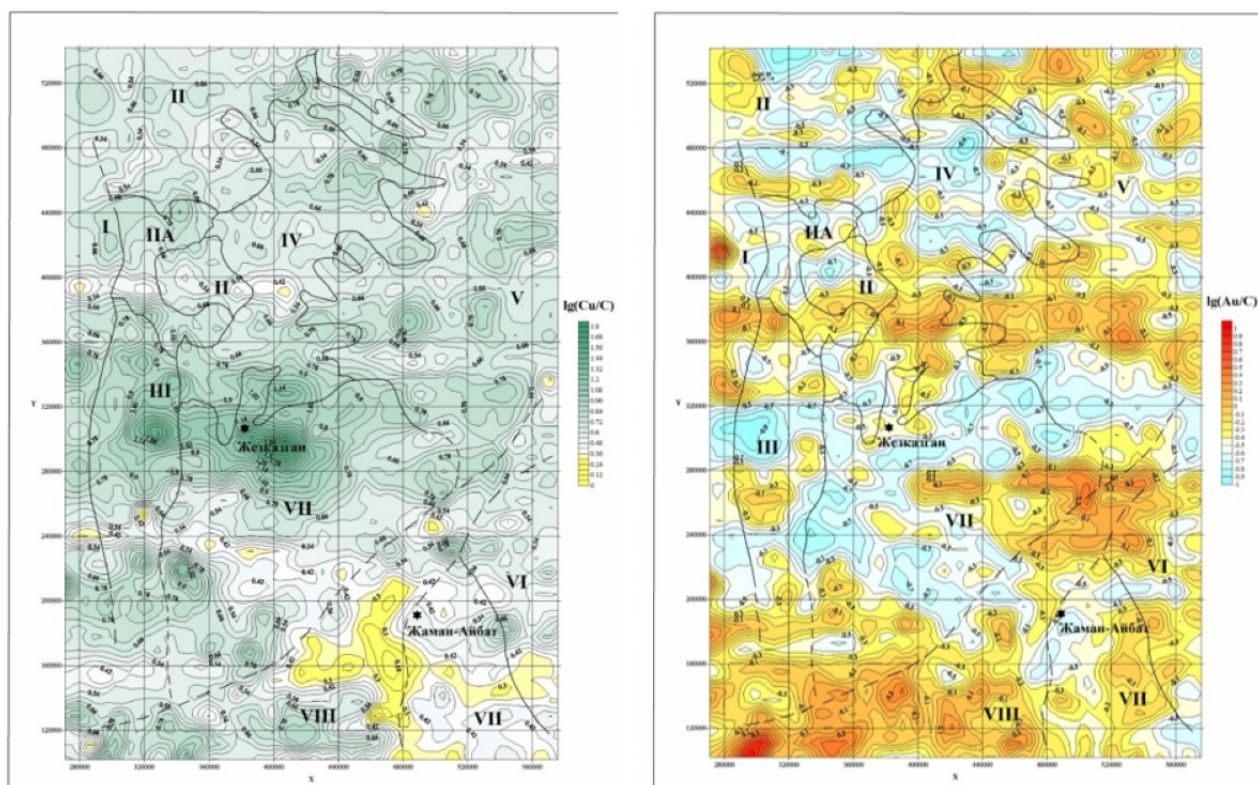


Рисунок 4 – Распределение содержаний подвижных форм Cu и Au в Жезказганском рудном регионе (137 000 кв. км)

с процессами формирования рудных объектов через соответствующие поля концентраций (геохимические поля).

Распределение содержаний подвижных форм Cu и Au в Жезказганском рудном регионе (137 000 кв. км) на рисунке 4.

**3. Технологии,** преобразующие знания и информацию в прогнозную оценку недр, основываются на принципе «корреляция кодирует информацию», то есть на взаимосвязи свойств геологической среды и представляет собой прямую геопризнаковую задачу, заключающуюся в переходе из одного признакового пространства в другое:

$$(x, y, z; \{t\}^n) \xrightarrow{f} (x, y, z; \{T\}^m),$$

где  $x, y, z$  – координаты ( $x, y, z \in V$ );

$\{t\}^n$  – пространство прогнозирующих (косвенных) характеристик;

$\{T\}^m$  – пространство целевых характеристик прогнозирования ( $m \ll n$ );

$f$  – оператор перехода.

Нами использовалась технология «Многомодельный метод прогнозирования» (ММП), общая схема реализации которого, показана на рисунке 5.

При отсутствии эталонных объектов прогнозирования, оно останавливается на кластеризации и районировании изучаемой территории с выделением потенциально перспективных участков (на основе стандартного образа геохимических систем рудных объектов или других представлений). В случае наличия эталонов месторождений-прототипов с известными запасами возможно построение и вычисление целевой функции прогнозирования, позволяющей определить прогнозные ресурсы.

Примеры выделения перспективных площадей в Лениногорском и Зыряновском районах (Рудный Алтай) и Жезказганском рудном регионе на основе классификации районирования информации показаны на рисунке 6. Вычисление целевой функции прогнозирования (плотности Au-Pb-Cu-Zn оруденения) в Лениногорском и Зыряновском районах показаны на рисунке 7.

Технология ММП (многомодельный метод прогнозирования) реализуется с помощью программного комплекса ELAN. Комплекс представляет собой набор профессиональных программных инструментов

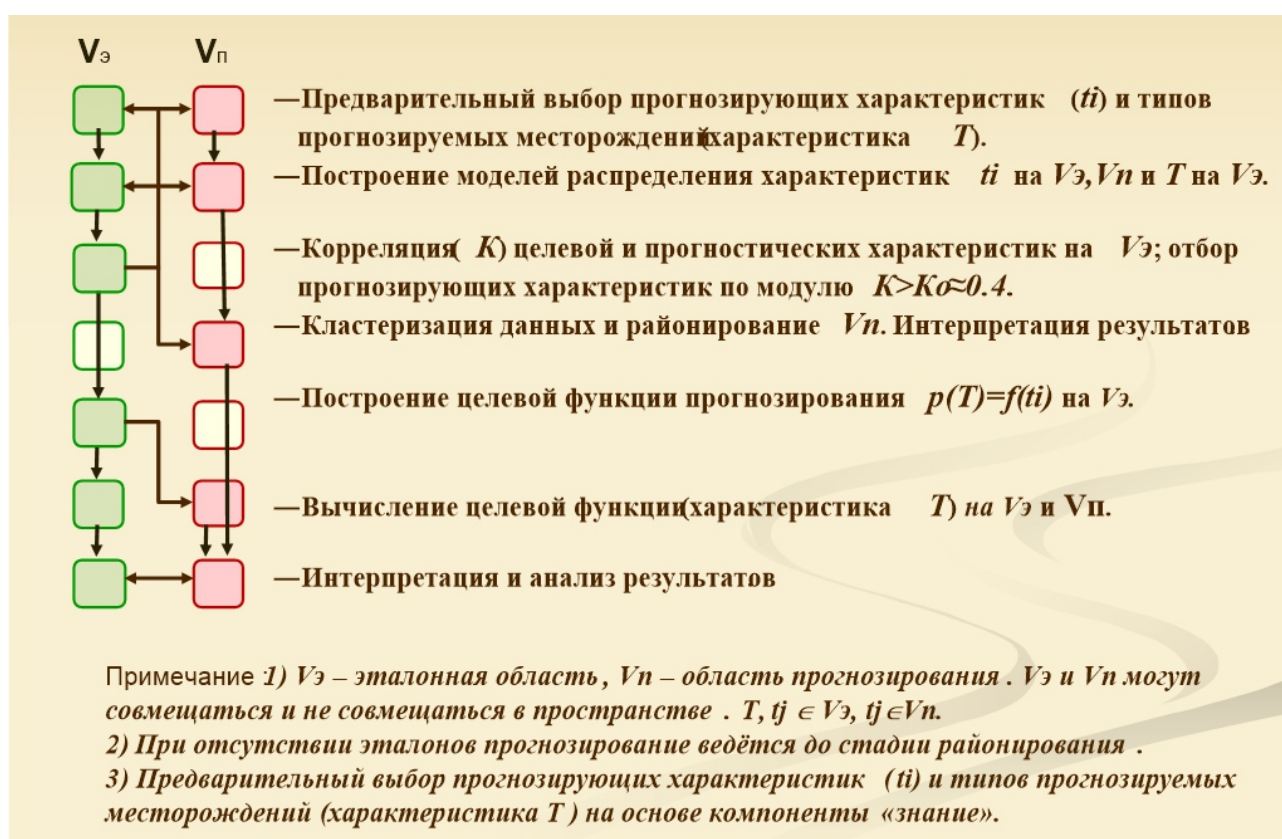
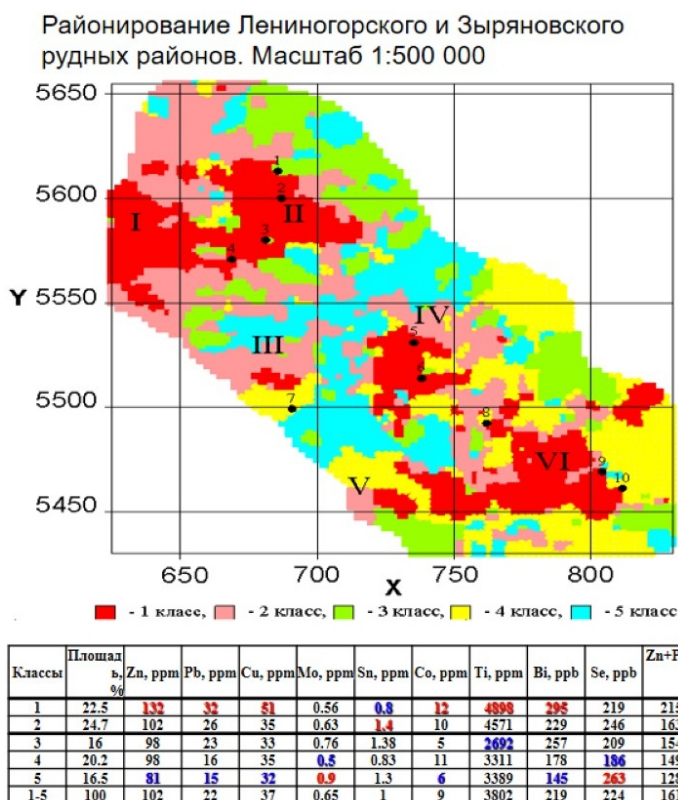


Рисунок 5 – Общая схема многомодельного метода прогнозирования (ММП)



Районирование Жезказганского рудного района. Масштаб 1:1 000 000

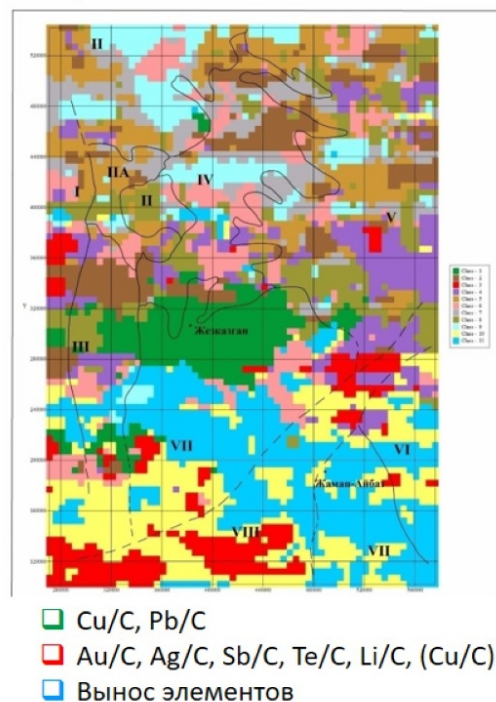
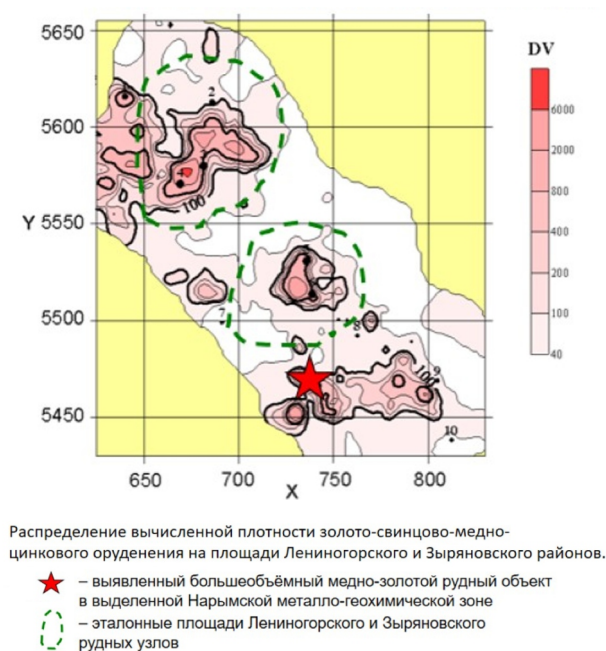


Рисунок 6 – Выделение перспективных площадей в Лениногорском и Зырянском районах (Рудный Алтай) и Жезказганском рудном регионе на основе классификации районирования информации



**Рисунок 7** – Вычисление целевой функции прогнозирования (плотности Au-Pb-Cu-Zn оруденения) в Лениногорском и Зырянском районах

и ориентирован на решение широкого круга геологических задач.

Из этих инструментов можно составлять гибкие технологические цепочки и решать практически любые задачи,

возникающие при прогнозе и поисках полезных ископаемых.

ПК ELAN содержит 5 основных функциональных программ и блок вспомогательных программ (рис. 8).

**Ожидаемые результаты оценки недр на рудные полезные ископаемые на основе фазовой геохимии, технологии и многомодельного метода прогнозирования, комплекса программ ELAN**

1. Уточнены металлогенические представления о механизмах формирования и закономерностях размещения рудных объектов.

2. Развита методика моделирования диффузных систем и изучения природоподобных технологий.

3. Развита цифровая технология прогнозирования рудных объектов с низким статусом открываемости.

4. Развита и выведена на коммерческий уровень отечественные программные продукты для геологоразведки.

5. Значительно снижена стоимость прогнозно-поисковых работ; при полном выполнении программы возможно открытие 30–40 месторождений (по аналогии с Китаем).



**Рисунок 8** – Программный комплекс ELAN

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лось В.Л., Гольдберг И.С. Рудообразование как самоорганизационный процесс перераспределения металлов // Геология и минералогия Казахстана. – Алматы. – 2000. – С. 116–129.
- 2 Goldberg I.S., Abramson G.Ya., Los V.L, Haslam C.O. Depletion and enrichment zones in the Bendigo gold field: a possible source of gold and implications exploration // Economic geology, 2007. – V. 102. – PP. 745–753.
- 3 Лось В.Л., Назаров В.Н., Гольдберг И.С., Абрамсон Г.Я. Региональные геохимические структуры (Рудный Алтай): картирование, интерпретация, прогноз оруденения // Науки о Земле в Казахстане. – Алматы. – 2008. – С. 174–182.
- 4 Лось В. Л., Сайдуакасов М. А. Прогноз, поиски и моделирование рудных объектов. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. – Т.1а. – Алматы. – 2008. – 465 с.
- 5 Лось В.Л., Дегенбаева М.С. Новые представления о металлогении и перспективах Жезказганского рудного региона // Геология и охрана недр. – 2016 – 1(58). – С. 18–36.
- 6 Дегенбаева М.С., Ижанов А.Б., Лось В.Л., Несипбаев Д.А., Саденов Е.М., Шегай О.Г. Применение инновационных методов геохимических поисков при проведении геологоразведочных работ на Спасской меднорудной зоне // Инновации и перспективные технологии геологоразведочных работ в Казахстане. – Алматы. – 2017. – С.58–63.
- 7 Лось В.Л., Ужкенов Б.С. Методология и пути развития научно-технологического обеспечения оценки недр на рудные полезные ископаемые // Отечественная геология. – №1. – 2021. – С. 25–39.

**В.Л. ЛОСЬ**

*Алматы қ., Қазақстан Республикасы*

### **«ЖЕР ҚОЙНАУЫН ФАЗАЛЫҚ ГЕОХИМИЯ, КӨП МОДЕЛЬДІ БОЛЖАУ ӘДІСІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ, ELAN БАҒДАРЛАМАЛАРЫ КЕШЕНІ НЕГІЗІНДЕ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРҒА БАҒАЛАУ» БАЯНДАМАСЫНЫҢ ТЕЗИСТЕРІ**

Жер қойнауын жасырын кен объектілерін бағалау - қазіргі заманғы геологиялық барлаудың негізгі міндеті мен проблемасы. Ол Қазақстан үшін әсіресе өзекті, өйткені оның тау-кен металлургия кешені экономика негіздерінің бірі болып табылады, оның тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігі бірінші кезекте минерал-шикізат базасының (МШБ) жай-күйіне, оның әртүрлілігі мен сапасына байланысты. Кенді пайдалы қазбаларға жер қойнауын бағалаудың толықтығы мен сапасы ғылыми зерттеулердің жалпы деңгейіне байланысты геологиялық-барлау жұмыстарын ғылыми-әдіснамалық және технологиялық қамтамасыз етуімен айқындалады. Бұл, біздің ойымызша, ғылым мен технологияны дамытудың жалпы әлемдік трендіне - пәнаралық, математикаландыру, цифрландыру және жер қойнауын бағалаудың барлық аспектілеріне сәйкес келуі тиіс геологиялық саланы жаңғырту мен дамытудың іргелі негізі мен басты факторы.

**Негізгі сөздер:** жер қойнауын бағалау, көп модельді болжау әдісінің технологиясы, фазалық геохимия.

**V.L. LOS**

*Almaty, The Republic of Kazakhstan*

### **ABSTRACTS OF THE REPORT «ASSESSMENT OF MINERAL RESOURCES FOR ORE MINERALS BASED ON PHASE GEOCHEMISTRY, MULTI-MODEL FORECASTING METHOD TECHNOLOGY, ELAN PROGRAM PACKAGE»**

Evaluating subsoil resources for hidden ore deposits is the primary objective and challenge of modern geological exploration. This is particularly relevant for Kazakhstan, as its mining and metallurgical complex is one of the foundations of the economy, whose efficiency and competitiveness primarily depend on the state of the mineral resource base (MRB), its diversity, and quality. The completeness and quality of subsoil evaluations for ore minerals are determined by the scientific, methodological, and technological support for geological exploration, which depends on the overall level of scientific research. In our opinion, this is the fundamental basis and key factor in the modernization and development of the geological industry, which must align with global trends in scientific and technological development – interdisciplinarity, mathematization, and digitalization – and encompass all aspects of subsoil evaluation.

**Key words:** subsoil assessment, multi-model forecasting method technology, phase geochemistry.



## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОСУШЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЮ, ВЕДЕНИЮ МОНИТОРИНГА И ФОРМИРОВАНИЮ ГОРНОГО ДИЗАЙНА РУДНИКА БАЯН

**М.Б. ЕДИГЕНОВ,**

*доктор геол.-мин. наук,  
член-корреспондент МАМР, действительный член ПОНЭН РК,  
главный гидрогеолог ТОО «Костанайгидрогеология»,  
г. Тобыл, Республика Казахстан*

Организация системного мониторинга пространства недр и окружающей природной среды в процессе промышленной добычи полезных ископаемых является основой безопасного ведения горных работ и сохранения среды обитания человека, флоры и фауны. Эта система должна быть эффективной и оптимальной для своевременного упреждения георисков горнорудного профиля. Эта система уже видна на стадии разведочных работ и опыта отработки месторождений аналогов. В статье рассмотрена концепция мониторинга добычи месторождения Баян.

**Ключевые слова:** мониторинг, геомеханическая деформация, водоотлив, дренажная система, система осушения, уровень грунтовых вод, объекты инфраструктуры рудника.

В настоящее время практически на всех горнорудных предприятиях не только Северо-Казахстанской области, но и многих рудниках республики (это общая «болезнь» для современной горной индустрии) назрела острая необходимость подготовки и реализации программы мониторинга за системами водоотлива, геомеханическими деформациями объектов внутренней инфраструктуры рудников, включающая реставрацию сети наблюдений, лабораторные исследования, режимные наблюдения, написание отчетов и выдача рекомендаций по организации и управлению системами водоотлива и регламентом ведения горных работ. Это является условием крайней необходимости для дальнейшего безопасного развития горных работ и стабильной добычи вообще [1–34].

Существующее состояние систем осушения подавляющего числа действующих рудников страны, и несовершенство программы слежения за параметрами карьерного и шахтного водоотлива, динамикой снижения уровней подземных вод различных водонос-

ных горизонтов на различных участках ведения горных работ детально описано в работах [1, 4–6]. Здесь можно сказать лишь то, что везде нужна организация функциональной дренажной системы и продуманной программы слежения за ее эффективностью. Эта идея сводится к организации такой системы наблюдений, которая существовала в недалеком прошлом и позволяла своевременно реагировать на все техногенные изменения, предотвратить аварийные ситуации, словом позволяла управлять дренажными мероприятиями.

Заключение авторов отчета 1992 г. об опасности близкого расположения озера Баян от контура ведения горных работ на завершающей стадии разведки и в совокупности с опытом автора и здравого смысла определило направления исследований месторождения Баян на стадии проектирования рудника [24]. Прежде всего, следует обратить внимание на тот факт, что под озером довольно высокая разница в водообильности пород скального комплекса (в разы выше) по сравнению с прилегающей территорией



и связь поверхностных вод с подземными, все-таки, проявляется. Вполне вероятно, что разрывная тектоника и участки активного перетекания через разделяющий слой могут играть не последнюю роль в ожидаемых георисках и рекомендовалась автором к исследованию к материалам последнего ТЭО 2020 г. методом георадарного прозвучивания по двум и более профилям [32, рис. 1–2]. Методика и результаты подобных исследований в Казахстане на горнорудных предприятиях успеш-

но апробирована группой исследователей при участии в этом процессе автора [2]. Выполнение таких исследований позволит увидеть насколько могут быть опасны выделенные зоны и где можно заложить наблюдательные пункты за уровнем подземных вод с целью упреждения водных георисков и оценить сплошность разделяющих иловых осадков. В условиях многолетнего осушения разреза Баян, необходимы наблюдения, как за развитием воронки депрессии, так и за дефор-

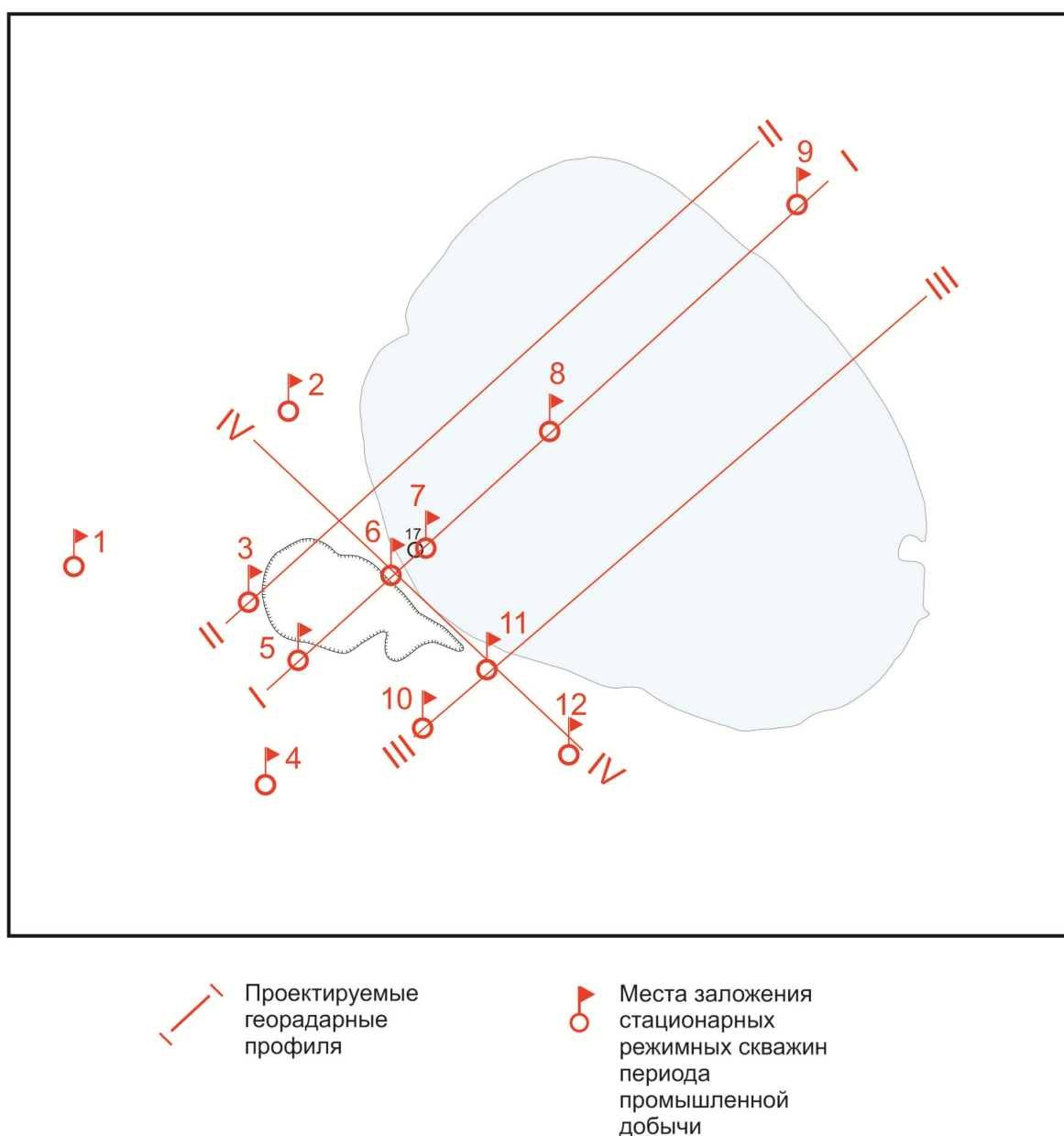


Рисунок 2 – Схема рекомендуемых исследований. Масштаб 1:50 000 (2020 г.)

мациями разделяющего слоя на границе карьера и озера. Автор рекомендовал с использованием трехмерной геомеханической модели оценить устойчивость разделяющего слоя под озером к разрыву и нарушению сплошности в результате горных и буровзрывных работ, а также с учетом в пределах рудного поля разрывных нарушений и «окон» перетекания. Эта работа потребует анализа разведочных данных, а также свежих георадарных исследований. На рисунках 1 и 2 показаны рекомендуемые автором в ТЭО промышленных кондиций 2020 г. профиля георадарного прозвучивания и точки заложения стационарной режимной сети для наблюдений за развитием воронки осушения в процессе промышленной добычи. Вместе с тем, следует иметь в виду, что воронка осушения в породах третьей группы может развиваться совсем не так, как в однородной зернистой (поровой) среде, а по зонам дезинтеграции и разрывным нарушениям открытого типа, что может быть уточнено георадарным профилированием и более тщательным анализом разведочного цикла. В любом случае предлагаемая к реализации система режимных скважин позволит пространственно увидеть деформацию подземной гидросферы и выявить участки, где необходима детализация потока подземных вод. В зависимости от расстояния центра дренажа (борта карьера) глубина режимных скважин может и должна соответствовать глубине водопонижения, то есть на бортах карьера она максимальная – 150–200 м, с удалением от борта она может уменьшаться таким образом, чтобы можно было наблюдать ожидаемое понижение уровня подземных вод (порядка 20–30 м под ожидаемый уровень). Конструкции скважин могут быть приняты таковыми, как при разведке с полным оборудованием устья, согласно правилам сооружения режимных объектов. Во избежание разрушения стволов скважин продуктивная толща скальных пород должна быть перекрыта обсадной колонной перфорированных труб со скважностью не менее 30% на всю вскрытую мощность. В разделяющем слое так называемых илов (или глин коры выветривания) рекомендуется установка датчиков порового давления на

предмет перераспределения напоров и его изменения в процессе развития депрессионной воронки, там же или рядом разумным было бы установить геомеханические датчики для наблюдения опасных деформаций разделяющего слоя в процессе ведения горных работ. Такие датчики рекомендуется установить в местах, показанных на рис. 2, которые соответствуют северному борту карьера и прилегающей акватории озера Баян.

Учитывая особую опасность деформаций разделяющего слоя при проектировании рудника, автор рекомендует взвешенно и осторожно выбирать места складирования вскрышных пород, хвостохранилища и объектов внутренней инфраструктуры, которые могут изменить хрупкое геомеханическое и гидродинамическое равновесие существующей гидрогеосистемы. Весьма избирательно следует размещать объекты внутренней инфраструктуры рудника, особенно вплотную к карьере, где нет возможности разгрузить массив, и нет призмы упора, чтобы погасить опасные деформации глинистых слоев. Компактность размещения объектов внутренней инфраструктуры рудников, уже вошла в нормативные документы страны по организации горного дизайна горнодобывающих предприятий с целью минимального отчуждения земель сельхоз назначения под горные работы с одной стороны, и минимальной платы за аренду этих земель недропользователю с другой стороны. Однако, такая концепция организации горного дизайна рудника требует детальной проработки компетентных научно-исследовательских организаций (НИИ и компетентных лиц), которые на минимальной площади горного отвода просчитывают варианты размещения объектов внутренней инфраструктуры рудника с учетом их воздействия друг на друга таким образом, чтобы, создаваемые ими поля напряжений горного массива пород могли удерживать его в относительно силовом равновесии.

Достижение максимально компактного размещения объектов внутренней инфраструктуры рудника требует, как правило, выполнения горнорудным предприятием жесткого соблюдения правил организации и формирования каждого из объектов, как на стадии строительства, так и эксплуатации.

Особенно часто в последние годы на ряде рудников Казахстана наблюдаются опасные деформации отвалов горных пород, размещаемых максимально близко к карьерам ввиду не выполнения рекомендаций профильных НИИ (Институт горного дела) по формированию ярусов и подготовке подстилающих слоев к возрастающей нагрузке на основание, а также не эффективная организация дренажных мероприятий, как наземных объектов (отвалов подотвальным дренажом, хвостохранилищ и прудов-накопителей обратным придамбовым дренажом), так и подземных (приустьевый дренаж карьеров, зумпфы-водосборники, дренажные мероприятия в шахтах). В результате отклонений от рекомендаций и решений профильных НИИ и компетентных лиц, а также их реализации ряд рудников страны сегодня находятся под жестким контролем служб ЧС, потому что отвалы выдавливают и обрушают первый и второй уступы карьеров, они содержат в себе техногенную верховодку, эффективно осушить которую отдельной канавой у борта карьера не представляется возможным ввиду опасной близости двух объектов. Также не следует размещать вскрышу в самом озере, во всяком случае, в зоне развития активных гидродинамических и геомеханических деформаций поскольку это усугубит и без того хрупкое равновесие создаваемой природно-техногенной гидрогеосистемы. Как вариант решения проблемы развития опасных деформаций под озером ранее рекомендовалось рассмотреть вариант смещения береговой линии с южной стороны озера на север на безопасное расстояние (200-300 м) от карьера путем строительства плотины из вскрышных глинистых и скальных пород, что в значительной степени может позволить решить сразу несколько проблем.

Но этот вопрос требует своей проработки с экологами, а также в соответствии с результатами трехмерного геомеханического моделирования. Но именно таким способом удалось после катастрофы 2008 г. путем перекрытия плотиной ближней половины озера Сорколь от карьера Шаймерден и его перекачки, избежать более серьезных осложнений и завершить с относительно благоприятными условиями промышленную добычу этого уни-

кального усвинцово-цинкового месторождения.

Предлагаемые рекомендации по доизучению георисков при вскрытии и промышленной эксплуатации месторождения вольфрама Баян базируются в значительной степени на большом научном и практическом опыте, как самого автора, так и его предшественников, работавших на рудниках Союза, ведущих профильных институтах, в западных компаниях, в том числе на территории Казахстана.

Автор не имеет цели создать не здоровый ажиотаж, а лишь руководствуется теми фактами и научными наработками, которые исследовал сам и привлек опыт известных ученых с тем, чтобы снизить градус напряженности при освоении месторождения Баян с максимальной его безопасностью. Все приведенные аргументы и взвешенная оценка ожидаемых масштабов и типов георисков при жестком мониторинге параметров окружающей и геологической среды в процессе промышленной добычи позволит недропользователю контролировать горнотехническую ситуацию, быть готовым к любым осложнениям и способным вовремя их упредить и ликвидировать.

Современное видение системы слежения за развитием природно-техногенных процессов при эксплуатации рудника Баян, оптимизированная автором, которая тесно увязана с объектами внутренней инфраструктуры по материалам ТЭО 2020 г., представлена на рис. 3. Пробуренные в 2022 г. ТОО «Барлау Казахстан» гидрогеологические скважины могут быть использованы в программе мониторинга в прибортовых частях карьера (1, 2, 6 и 14), но только часть из них, которая не попадает в контуры открытых горных работ, а те, что в контурах, будут безвозвратно утрачены. Кроме того, программой заложены площадным образом расположенные группы скважин в пределах области воздействия карьерного водоотлива расположенных в направлениях на озеро Баян, а также в его центре для наблюдений за снижением уровня протерозой-палеозоя под глинами озерных отложений. Скважина должна быть пробурена в зимнее время и соответствующим образом оборудована

(полная гидроизоляция ствола выработки), исключая связь поверхностных вод озера с подземными водами по затрубному пространству. Автором разработана программа мониторинга водного толка, которая

предполагает покрыть сеть скважин территорию промплощадки рудника Баян таким образом, чтобы отследить эффект водопонижения во всех направлениях от фронта ведения горных работ на расстояниях порядка



#### Условные обозначения

|  |                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                       |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Проектный контур карьера Баян на конец его отработки                                                                                                                                                                      |  | Обратные придамбовые дренажи фильтрующих объектов (пруд-испаритель и хвостохранилище) |
|  | Проектные объекты внутренней инфраструктуры рудника Баян                                                                                                                                                                  |  | Озеро соленое                                                                         |
|  | Рекомендуемые скважины гидродинамического и гидрохимического мониторинга подземных вод на период промышленной отработки месторождения Баян. Цифра справа – номер скважины ТОО «Барлау Казахстан», пробуренной в 2022 году |  | Контур геологического отвала                                                          |
|  | Гидрологический пост на озере Баян                                                                                                                                                                                        |  | Горизонтالي поверхности земли и их абсолютные отметки                                 |
|  | Гидрохимический пост придамбовых дренажей и нагорных канав                                                                                                                                                                |  | Фактические дороги                                                                    |
|  | Гидрохимический пост зумпфа-водосборника в карьере                                                                                                                                                                        |  | Проектные дороги                                                                      |
|  | Внешние и внутренние нагорные канавы (дренажи) для улавливания и отвода поверхностного стока с промплощадки рудника                                                                                                       |  | Дамба                                                                                 |

**Рисунок 3** – Принципиальная схема гидродинамического и гидрохимического мониторинга промплощадки месторождения Баян, на период его отработки. Масштаб 1: 25 000

2–3 км от него. Поверхностные водные объекты также мониторятся на предмет установления объемов фильтрации через дно и дамбы накопителей и хвостохранилища, а также масштаба купола растекания профильтровавшихся стоков по протяженности и месту разгрузки. Очень важно отслеживание и контроль техногенной верховодки в теле отвалов, где в их подошве под маркшейдерским уклоном должна быть организована дренажная канава с регулярным ее обслуживанием (очистка от шлама и грязи и поддержание в ней постоянного потока, разгружающегося в накопитель). Особое внимание должно быть уделено поверхностным водам озера Баян, где планируется заложение гидрометрического поста за наблюдением уровня и химии воды в течение годового цикла по стандартной программе с детальным расчленением паводка и зимне-осенней межени. Важное, значение для рудника и озера Баян имеет паводок, который с одной стороны имеет высокую степень риска рудника, повышая в разы притоки в питающий внешними водами озеро Баян и, таким образом, поддерживая его положительный водный баланс, сохраняя его заповедный статус. Серьезный пробел в наблюдениях за гидрологическим режимом озера Баян следует восполнить и внимательно изучить, а также организовать на промплощадке внешний поверхностный дренаж нагорными канавами, заложенными по внешнему контуру горного отвода для направления поверхностного стока в обход промплощадки рудника в озеро Баян. На рис. 3 изображена схема мониторинга подземной гидросферы промплощадки рудника Баян, на которой предусматривается бурение одиночных скважин на протерозой-палеозойский горизонт. Отдельно программой предусмотрен объем бурения вокруг наземных водных объектов скважин на первый от поверхности водоносный горизонт (красный кружок с флажком).

Организованная таким образом сеть мониторинга промплощадки Баян позволит увидеть цельную картину деформаций гидродинамического и гидрохимического полей группы пространственно сближенных и взаимодействующих объектов, а также позволит

управлять системой осушения рудника с максимальной эффективностью и упредить развитие негативных техногенных процессов.

Качество сооружения скважин, как показывает опыт, напрямую зависит от квалификации исполнителя буровых и опытно-фильтрационных работ. Это имеет определяющее значение в организации кондиционных режимных наблюдений, которые тесно связаны с правилами оборудования скважин на воду. В первую очередь следует иметь в виду, что бурение на воду принципиально отличается от колонкового бурения по следующим параметрам.

Применяемое буровое оборудование для колонкового бурения не содержит в своем наборе шарошечных долот, необходимых для быстрой проходки ствола выработки с минимальным нагнетанием в него спецрастворов для обеспечения его устойчивости. Мероприятия по разглинизации выработки после ее проходки и оборудования фильтровой колонной (которую тоже нужно квалифицированно подготовить, колонковые специалисты не все это могут) являются основными при оценке качества сооруженного объекта. Подготовка фильтровой колонны производится не после проходки ствола, а в процессе его сооружения на изученных разрезах с тем, чтобы с минимальным простом произвести обсадку ствола в интервале водоносного горизонта с полной его изоляцией от соседних горизонтов. Последнее обстоятельство почти всегда игнорируется бригадами колонкового бурения, и в результате водоносные горизонты связываются по стволу выработки и не могут быть представительными для ведения мониторинга конкретного водоносного горизонта. Именно по этой причине большинство скважин на палеозойский водоносный комплекс, пройденных колонковым способом в качестве разведочных геологических, не пригодны для ведения режимных наблюдений без своевременного их переоборудования и подготовки. Прежде всего, это касается надежной гидроизоляции наблюдаемого горизонта от верховодки и соседних слоев. Для этого должна быть произведена затрубная цементация верхней колонны на разделяющем слое, залегающем на

продуктивном водоносном горизонте. В противном случае велика вероятность гидравлической связи двух и более горизонтов по стволу выработки. После оборудования скважин фильтровой колонной незамедлительно должна быть произведена промывка чистой водой затрубного пространства от глинистого раствора, желонирование и свабиrowание. Эти мероприятия в полной мере позволят обеспечить приточность подземных вод в скважину и сохранить ее реакцию на природные и техногенные воздействия в перспективе при условии проведения регулярных сезонных прокачек.

Технические решения организации безопасного ведения горных работ одна из первоочередных задач проектирующих организаций, занимающихся перспективами развития, не только рудника Баян, но и всех горнорудных предприятий страны.

Мониторинг подземных вод, основанный на использовании режимной сети скважин в современном виде, требует коренной реконструкции с учетом рекомендаций, изложенных выше. Работа в этом направлении должна быть продолжена и программа сооружения сети наблюдений должна быть реализована одновременно с началом горных работ. Особое место в программе мониторинга должны занимать наблюдения за химическим составом рудничных вод не только в элементах дренажных систем, но и в наблюдательных скважинах. Сезонные прокачки и отбор проб из созданных режимных скважин позволит установить не только объективную гидродинамическую обстановку, но и площадную картину гидрохимии участвующих в обводнении рудника подземных вод. Это в итоге позволит контролировать динамику водоотбора не только по количеству извлекаемых дренажных вод, но и их качеству на площади формирования запасов. Особое внимание следует обратить на исследования качества дренажных вод на полный перечень определений, включая группу тяжелых металлов и токсикантов 1 класса опасности, таких как свинец, цинк, бром, мышьяк, селен, марганец и др. Программу исследований этих компонентов следует учесть отдельным проектом и использовать эти данные в разработке проекта

ПДС в накопители.

Важным элементом гидрохимических исследований является отслеживание масштаба образования кислых стоков из хвостохранилища и отвалов, где складываются продукты переработки сульфидных руд и пустой породы. Для этого, в подотвальном дренаже и обратном дренаже хвостохранилища, предусмотрены посты гидрохимического опробования (рис. 3).

Наблюдения за режимом водопонижения, величиной водоотбора, химическим составом дренажных и подземных вод в зоне нарушенного режима, а также в искусственных водонакопителях должны быть организованы с учетом комплексных наблюдений, охватывающих все направления техногенного воздействия на окружающую среду, по программе, согласованной с соответствующими природоохранными и геологическими контрольными службами.

Задаваемые темпы и режим осушения должны быть оптимизированы по условиям своевременной подготовки участков к добыче руды. По мере отработки запасов руды и прекращения функционирования части горного предприятия, потребуются ликвидационные мероприятия.

Как показывают современные исследования, прогнозные оценки исторического периода, незначительные размеры депрессионной воронки, образующейся в результате 15 летнего осушения месторождения Баян, не вызовет существенного истощения ресурсов подземных вод, а также не нанесет заметного ущерба озеру Баян и природной среде в целом.

Существенное влияние на окружающую среду оказывают накопители дренажных вод. Кроме бесполезного испарения воды, они вызывают подтопление прилегающих территорий, способствуют увеличению минерализации грунтовых вод и засолению почв. Поэтому дальнейшее увеличение сброса дренажных вод в накопители нерационально и должно быть направлено на обратное водоснабжение обогатительной фабрики, пылеподавление на дорогах, отвалах и карьерах.

Вместе с тем, сброс слабоминерализованных дренажных вод в усыхающие озера улучшит их водный баланс и способствует

развитию в них флоры и фауны, а также естественной очистке воды. Хозяйственное освоение таких озер придаст им рекреационное значение. Но это не относится к рыбохозяйственному ввиду присвоения этим водным объектам рыбохозяйственного статуса и наложение на недропользователей в этой связи неподъемных платежей за водоотведение рудничных стоков по проектам ПДС [27].

В процессе строительства рудника будет сооружено 14 режимных скважин (кроме 4-х уже пробуренных в 2020 г.), которые можно будет использовать для контроля положения уровней подземных вод в протерозой-палеозойском водоносном комплексе. Положение наблюдательных скважин выбрано таким образом, чтобы они находились вне объектов внутренней инфраструктуры рудника (отвалы, хвостохранилище, обогатительная фабрика и пр.) и их можно было использовать максимально длительное время. Состояние Рабочего проектирования и озабоченность Заказчика сроками его завершения требует скорейшей реализации объемов, рекомендованных отчетом [27]. Без организации сети наблюдений за уровнем и химическим режимом подземных вод на участках его потенциального нарушения вести кондиционный мониторинг водной среды представляется проблематичным. Замер уровней воды в наблюдательных скважинах производится не реже одного раза в месяц. Результаты замеров заносятся в журнал наблюдений.

Скважины расположены в пределах радиуса воздействия карьерного водоотлива и области фильтрации наземных водных объектов (хвостохранилища и накопителя).

Отбор проб на сокращенный химический анализ выполняется три раза в год, на полный химический анализ один раз в год, в результате частота отбора проб получается не реже одного раза в квартал. На специальные виды анализов – по мере необходимости.

Результаты мониторинга приводятся в ежегодном отчете по производственному экологическому мониторингу окружающей среды в течение около года после разработки итогового проекта предусматривается ведение системного мониторинга за динамикой и качеством природных и технических вод по прог-

раммам, согласованным в МД «Севказнедра» и департаменте ООС, в соответствии с инструкциями, чтобы обеспечить полноту и достоверность опережающего изучения недр в процессе разработки месторождения Баян, что позволит собрать необходимый материал для оценки эксплуатационных запасов дренажных вод, разработки и осуществления природоохранных мероприятий.

Мониторинг и возможные геомеханические процессы, предложенные техником-геомехаником сводятся к следующему [28, избирательное цитирование]: «С геотехнической точки зрения наиболее критичным явлением при производстве буровзрывных работ на проектируемом карьере будет сейсмическое влияние на борт карьера. Для минимизирования негативного воздействия сейсмической нагрузки на борт рекомендуется применять предварительное щелеобразование. Для месторождения Баян это является критически важным в долгосрочной перспективе».

Важным моментом в проектировании БВР является сохранение верхних бровок улавливающих берм. В силу того, что на рудниках, повсеместно распространена практика перебуров, верхние бровки карьеров находятся в разрушенном состоянии. Это чревато тем, что разбитая взрывом горная масса создает риски для персонала и техники, находящихся в непосредственной близости от поврежденных взрывом верхних бровок, как на отметке, так и горизонтом ниже.

При постановке в конечное положение северного борта карьера необходимым будет принять за правило не взрывать производственные блоки на расстоянии от северного борта менее чем за 80 метров при отсутствии взорванных щелевых скважин. Процент успешно взорванных щелевых скважин должен составлять более 85%.

Для мониторинга месторождения Баян рекомендуется использовать следующую схему:

- Ежедневный визуальный мониторинг инженером-геотехником либо маркшейдером всех участков, потенциально представляющих опасность, а также всех рабочих забоев экскаваторов.

- Замер трещин отрыва необходимо

осуществлять в зависимости от потребности – слабо смещающиеся участки от нескольких до одного раза в неделю, активно деформирующиеся ежемесячно.

– Комбинированная система мониторинга 24/7 состоящая из георадара и роботизированного тахеометра. Количество рассчитывается на основании аналитики площади покрытия и преломления сигнала для каждого из инструментов. Рекомендуются использовать оба метода по той причине, что георадар фиксирует ВСЕ смещения массива в пределах пикселя (несколько метров), но наиболее точными будут те, что находятся в прямой видимости георадара и те, что смещаются в горизонтальной плоскости. Тахеометр с установленными отражателями фиксирует трехмерные смещения с точностью до миллиметров, но он работает только по отражателям.

– Лазерное сканирование достаточно использовать от одного до нескольких раз в неделю, определяется потребностью.

Настоящие рекомендации даны в значительной степени концептуально без жесткой привязки к объектам внутренней инфраструктуры рудника Баян, поскольку базировались на материалах банковского ТЭО 2020 г., претерпевшие впоследствии более, предметные очертания в последних материалах, исполненных ТОО «КазТехПроект инжиниринг» в 2023 г.

В этом документе (План горных работ «Отработка открытым способом вольфрамовых руд месторождения Баян, расположенного в Айыртауском районе Северо-Казахстанской области») исполнен вариант отработки только западной части рудной залежи, находящейся на территории геологического отвода и доступной для горной добычи в связи с существующими законодательными ограничениями ведения хозяйственной деятельности на территориях заповедных зон Казахстана. Отработка восточной части рудной залежи выделена в проекте, как не активная часть запасов и проектом обозначены соответствующие запасы полезного ископаемого, подлежащие отработке после выведения земель, под которыми находятся не активные запасы, из списка земель заповед-

ного фонда. Эта часть запасов по своему объему превосходит восточную более чем на половину и, несомненно, найдет свое положительное решение в связи с высоким рейтингом полезного ископаемого на мировом рынке цветных и редких металлов.

Таким образом, поэтапная отработка рудного поля Баян значительно упростит геолого-технические условия эксплуатации объекта, но не отменяет изложенных в отчете рекомендаций, относящиеся к полному одномоментному вскрытию и добычи металла на всем карьерном поле. Автором исполнен вариант мониторинга промплощадки рудника Баян и территории воздействия его промышленной добычи применительно к территориальному размещению объектов внутренней инфраструктуры рудника, приведенного в Плане горных работ 2023 г.

При этом следует понимать, что алгоритм наблюдений остается неизменным, просто изменяются места заложения некоторых скважин и постов наблюдений открытых дренажей и поверхностных вод применительно к объектам внутренней инфраструктуры рудника. Не активная часть запасов по понятным причинам будет охвачена мониторингом после получения разрешения на промышленную добычу компетентных органов страны, но остается на схеме без изменений и является частью общего мониторинга рудника Баян. Просто исполняться программа мониторинга будет поэтапно и в соответствии с имеющимися на каждый отрезок времени достигнутыми соглашениями с государственными органами. Поэтому на схеме мониторинга показаны все пункты наблюдений на единое рудное поле Баян, но следует понимать, что реализация программы мониторинга будет выполняться поэтапно по мере решения юридических вопросов допуска к отработке не активных запасов территории природного парка Кокшетау. Первоначально должны быть реализованы объекты мониторинга в пределах геологического отвода и далее при получении соответствующих разрешений – можно будет реализовать наблюдения на оставшейся части рудного поля Баян.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Весёлов В.В., Махмутов Т.Т., Едигенов М.Б. и другие. Гидрогеология и охрана окружающей среды горнорудных районов Северного Казахстана. – М.: Недра. – 1992.
- 2 Гахария Н.С., Едигенов М.Б., Михно А.Н., Мальченко С.Е., Фрейман Г.Г. Опыт применения георадиолокации при изучении обводненности месторождения олова Сырымбет. – Геология и охрана недр. – № 2 (67). – 2018. – С.30-37.
- 3 ГКЗ РК. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических, минеральных, промышленных и теплоэнергетических подземных вод. – Астана, 2010.
- 4 Едигенов М.Б. Типизация георисков на месторождениях Казахстана. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Бишкек, 2021. – 337 с.
- 5 Едигенов М.Б. Гидрогеология рудных месторождений Северного Казахстана. – Костанай, 2013. – 308 с.
- 6 Едигенов М.Б. Горнорудничная гидрогеология и геориски на месторождениях Северного Казахстана. Монография. – Бишкек: ИЦ «Техник» КГТУ. – 2014. – 378 с.
- 7 Жапарханов С.Ж., Кунанбаев С.Б. и др. Гидрогеология горнорудных объектов Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1980.
- 8 Инструкция по подсчету запасов твердых полезных ископаемых. Приказ и.о. Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 71. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 4 февраля 2023 года № 31839.
- 9 Инструкция по подсчету эксплуатационных запасов подземных вод. Приказ и.о. Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 71. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 4 февраля 2023 года № 31839.
- 10 Кодекс Республики Казахстан о недрах и недропользовании, 2018.
- 11 Методическое руководство по содержанию, оформлению и порядку представления на государственную экспертизу недр материалов технико-экономического обоснования кондиций на твердые полезные ископаемые». Утверждено приказом № 20-к Министра энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан от 21 января 2008 года.
- 12 Методическое руководство по изучению инженерно-геологических условий рудных месторождений при разведке и геолого-экономической оценке. –Астана, 2011.
- 13 Методика классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов. Приказ и.о. Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 71. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 4 февраля 2023 года № 31839.
- 14 Мироненко В.А., Норватов Ю.А., Сердюков Л.И. Гидрогеологические исследования в горном деле. – М.: Недра. – 1976. – 352 с.
- 15 Норватов Ю.А. Изучение и прогноз техногенного режима подземных вод (при освоении месторождений полезных ископаемых). –Л.: Недра, 1988. – 263 с.
- 16 Ожигин С.Г. и др. Мониторинг состояния откосов уступов и бортов карьеров. Чешская Республика. – 2015. – 352 с.
- 17 Плотников Н.И., Рогинцев И.И. Гидрогеология рудных месторождений. –М.:Недра, 1987.
- 18 Руководство по геомеханическому документированию керна. Отчет подготовлен для Компании «Золото Евразии». – Москва, 2011.
- 19 Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов». Утверждены приказом министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209.

20 Скабалланович И.А., Седенко М.В. Гидрогеология, инженерная геология и осушение месторождений. – М.: Недра, 1973.

21 Экологический Кодекс Республики Казахстан Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.

22 Адамьян Н.Х. и др. Отчет о результатах предварительной разведки Баянского месторождения вольфрама в Кокчетавской области за 1980–87 гг. Прогнозная оценка вольфрамоносности Кокчетавского срединного массива и его восточного геосинклинального обрамления. – Кокчетав, 1987.

23 Адамьян Н.Х. и др. Отчет о результатах детальной разведки с подсчетом запасов по состоянию на 1 октября 1989 года (31 книга) – Кокчетав, 1989.

24 Адамьян Н.Х. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на вольфрам на западном фланге Баянского рудного поля за 1989–1992 гг. – Кокчетав, 1992.

25 Беимбетов Н.А. Биологическое обоснование создание озерно-товарного рыбноводного хозяйства на базе озера Баян Айыртауского района Северо-Казахстанской области. – Петропавловск, 2022.

26 Дисюкеева Р.З. Технический отчет по итогам проведения топографических работ на участке озера Баян в Айыртауском районе Северо-Казахстанской области. – Астана, 2023.

27 Едигенов М.Б. Гидрогеологический отчет-обобщение разведочных работ, проведенных на месторождении вольфрама Баян в Северо-Казахстанской области за период 1980–2023 гг с оценкой георисков при вскрытии и эксплуатации объекта. – Костанай, 2023. – 177 с.

28 Левченко А.В. Пояснительная записка к расчету устойчивости бортов карьера Баян. 2023. – 13 с.

29 Макишев Д.М. Отчет по объекту «Геофизические исследования на месторождении вольфрама Баян в Северо-Казахстанской области». – Астана, 2022.

30 Протокол ГКЗ СССР № 108080 от 07 марта 1990 года. Рассмотрение материалов по подсчету запасов Баянского месторождения вольфрама. – М.: ГКЗ СССР. – 1990. – 17 с.

31 Сальманов Г.С. Отчет о результатах поисково-съёмочных работ масштаба 1:50 000, проведенных Константиновской ПСП в 1972–1975 гг. – 1975.

32 Фрейман Г.Г. и др. Отчет «Технико-экономическое обоснование промышленных кондиций с подсчетом запасов месторождения вольфрама по состоянию на 01.01.2020. – Алматы, 2020.

33 Шарипова А.Б. «Проект на производство гидрогеологических и инженерно-геологических работ на месторождении вольфрама Баян Айыртауского района Северо-Казахстанской области». – Астана, 2022.

34 Шеянов А.К. и др. Отчет о результатах детальных поисковых работах на вольфрам в районе Баянского редкометального месторождения, проведенных Рузаевской поисково-съёмочной партией в 1976–1982 гг. (В 9 томах) – Кустанай, 1982.

**М.Б. ЕДИГЕНОВ**

*Тобыл қ., Қазақстан Республикасы*

## **БАЯН КЕНІШІНІҢ КЕН ОРНЫН ҚҰРҒАТУ ЖҮЙЕСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ, СУ ТАРТУ, МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ДИЗАЙНЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЖӨНІНДЕГІ ҰСЫНЫМДАР**

Пайдалы қазбаларды өнеркәсіптік өндіру процесінде жер қойнауы кеңістігінің және қоршаған табиғи ортаның жүйелі мониторингін ұйымдастыру тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізудің және адамның, флора мен фаунаның тіршілік ету ортасын сақтаудың негізі болып табылады. Бұл жүйе тау-кен бейініндегі георискілерді уақтылы алдын алу үшін тиімді және оңтайлы болуы тиіс. Бұл жүйе барлау жұмыстары мен ұқсас кен орындарын игеру тәжірибесінде көрініп тұр. Мақалада Баян кен орнын өндіру мониторингінің тұжырымдамасы қаралды.

**Негізгі сөздер:** мониторинг, геомеханикалық деформация, су төкпе, дренаж жүйесі, құрғату жүйесі, жер асты суларының деңгейі, кеніштің инфрақұрылым объектілері.

**M.B. EDIGENOV**

*Tobyl, The Republic of Kazakhstan*

## **RECOMMENDATIONS ON THE ORGANIZATION OF THE DEPOSIT DRAINAGE SYSTEM, WATER DRAIN ,MONITORING AND FORMATION OF THE MINING DESIGN OF THE BAYAN MINE**

The organization of systematic monitoring of the subsurface space and the natural environment in the process of industrial mining is the basis for safe mining operations and the preservation of human habitat, flora and fauna. This system should be effective and optimal for timely anticipating the georisks of the mining profile. This system is already visible at the stage of exploration and experience of mining analogs. The article discusses the concept of monitoring the production of the Bayan deposit.

**Key words:** monitoring, geomechanical deformation, drainage, drainage system, drainage system, dewatering system, groundwater level, mine infrastructure facilities.

УДК 552.1  
МРНТИ 38.61.91; 38.01.94

## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО РАЙОНА**



**Б.Г. КАЛАНДАРОВ<sup>1</sup>,**  
<sup>1</sup>доктор геолого-  
минералогических наук,  
профессор,



**А.А. МИРЗОЕВ<sup>2</sup>,**  
<sup>2</sup>преподаватель,



**Г.Н. ГУСЕЙНОВА<sup>3</sup>,**  
<sup>3</sup>преподаватель,

<sup>1-3</sup>Бакинский государственный университет,  
<sup>1-3</sup>г. Баку, Азербайджанская Республика

В статье изучаются геологические, гидрогеологические и экологические условия Восточно-Зангезурского экономического района, являющегося территорией исследования, рассматриваются проблемы и предлагаются меры по борьбе с ними. Подземные воды, расположенные близко к поверхности земли, наиболее подвержены загрязнению. Под влиянием техногенных воздействий наблюдаются изменения качественных показателей

подземных вод, а также гидродинамических, гидрогеохимических и гидрогеоэкологических условий. Большое значение в формировании гидрогеоэкологических условий подземных вод имеет и их источник питания.

**Ключевые слова:** геологические условия, подземные воды, минеральные и термальные воды, загрязнение, химический состав, породы.

**Объект исследований, проблемы и методика исследования.** Восточно-Зангезурский экономический район охватывает пять районов площадью 7748 км<sup>2</sup>. К этим районам относятся Кельбаджарский, Лачинский, Губадлинский, Зангиланский и Джебраильский районы. До 2021 г. определенная часть исследуемой территории относилась к Кельбаджар-Лачинскому экономическому району. Восточно-Зангезурский экономический район был создан 07.07.2021 г. в соответствии с Указом Президента Ильхама Алиева «О новом разделении экономических районов в Азербайджанской Республике».

Если рассмотреть географическое положение и исторические памятники Восточно-Зангезурского экономического района, являющегося районом исследования, то можно определить, что этот район считается весьма благоприятным с туристической значимости. Наличие минеральных источников Истису, Минкенд, Ахмедлы, Тутгунчай, климатические и бальнеологические условия, горные леса подходят для курортно-рекреационных целей. С точки зрения историко-архитектурных памятников, монастыри Гянджасар и Агоглан, гробницы Гурджулу и Мамедбейли, мост Худаферин и др. способствует развитию туризма.

Река Араз и ее левобережные притоки Хачинчай, Окчучай, Вейналичай и Хекаричай играют важную роль в пополнении подземных вод в Губадлинском, Зангиланском и Джебраильском районах исследуемой территории. Подземные воды формируются на выносе пород этих рек. Древние юрские, меловые и палеогеновые породы в этом районе покрыты отложениями верхнего плиоцена IV периода. Генезис пород разнообразен: аллювиальный, аллювиально-пролювиальный и делювиально-пролювиальный. Здесь выделяются два горизонта водоносных комплексов:

- 1) горизонт грунтовых вод;
- 2) горизонт напорных вод.

Качество подземных вод во всех описанных горизонтах (общая минерализация

воды  $M=1$  г/л) хорошее, количество макрокомпонентов и микроэлементов в воде находится в пределах действующих норм. Эти подземные воды являются основным источником водоснабжения населения. Поэтому с древних времен ими пользовались с помощью ручных колодцев, каптажов ручей и кяхризов.

Кяхризы – это подземные сооружения, созданные в аридных зонах для сбора грунтовых вод, а в некоторых случаях и межпластовой воды, а также для выведения их на поверхность земли собственным потоком. На протяжении тысячелетий кяхриз имел огромное значение в быту и сельском хозяйстве как источник воды. Колодцы, снабжавшие население питьевой водой, использовались для работы мельниц, орошения посевов, садов и бахчей, а также в качестве холодильников, так как летом в них хранили виноград, орехи, арбузы, мясные и молочные продукты и т. д.

Тот факт, что исследуемая территория находился под оккупацией более 30 лет, конечно же, изменения, произошедшие в подземной гидросфере, требуют переоценки ресурсов подземных вод этого района.

В 2021–2023 гг. проведены инспекционные и оценочные работы по обследованию ресурсов подземных пресных и минерально-термальных вод в Восточно-Зангезурском экономическом районе.

Анализ и обсуждение. Всего было отобрано 739 проб из (1547) скважин, (86) колодцев и (409) родников в Карабахском и Восточно-Зангезурском экономических районах и проведены химические анализы. В результате определены места расположения скважин, кяхризов и родников, которые могут сыграть важную роль в удовлетворении потребностей населения, возвращающегося в свои поселения и обосновывающегося в городе и близлежащих селах, в воде, пригодной как для питьевых, так и для технических и поливных целей, а также направления их использования.

Одной из наиболее значимых экологических проблем региона является загрязнение

Арменией трансграничной реки Окчучай. За последнее десятилетие река Окчучай стала источником загрязнения из-за утечек тяжелых металлов с армянских заводов. Постоянное сильное загрязнение реки Окчучай на территории Армении крайне негативно влияет на орошение сельскохозяйственных угодий и снабжение региона питьевой водой.

После освобождения Восточного Зангезура Министерство экологии и природных ресурсов Азербайджанской Республики провело анализ речной воды и определило, что уровень загрязнения Окчучая выше, чем у других приграничных рек. По данным мониторинга, содержание соединений меди и молибдена в реке было в 2 раза выше нормы, железа – в 4 раза, никеля – в 7 раз выше нормы, а цвет реки периодически из-за загрязнения менялся [1, 2, 3].

Река Окчучай, берущая начало в Зангезурском хребте, протекает через Зангиланский район и впадает в реку Араз. В Окчучай без очистки сбрасываются отходы Качаранского медно-молибденового очистительного завода и Гафанского завода по переработке медной руды, которые расположены у истока этой реки, а также хозяйственно-бытовые сточные воды. Это, в свою очередь, приводит к загрязнению и изменению химического состава подземных вод, образующихся с речного выноса пород. Необходимо определить научно обоснованные меры по предотвращению загрязнения реки Окчучай.

В Кельбаджарском и Лачинском районах исследуемой территории широко распространены интрузивные и эффузивные породы магматических комплексов. В районах распространения лав IV периода температура минеральных вод высокая, они теплые и горячие. Горячие минеральные воды выходят на поверхность земли в основном в зонах тектонических разломов. Здесь выделяются Минкенд-Ахмедлинская и Истису-Кельбаджарская гидрогеохимические зоны. Минеральные воды Минкенд-Ахмедлинской зоны складчатости по температуре как горячие (19,0–39,2°C), так и холодные (9,0–15,0°C), углекислые, с относительно высокой минерализацией (5 г/л, а в холодных водах, наоборот (0,5–1,5 г/л), а их химический состав относится к типу  $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Na} - \text{Mg}$ .

Месторождения минеральных вод Истису-Кельбаджарской гидрогеохимической зоны расположены в тектонических разломных структурах, простирающихся в линейном направлении. Наиболее высокие температуры наблюдаются в месторождениях, расположенных над линиями тектонических разломов. Температура воды понижается по мере удаления от этих основных линий разломов. Истису-Кельбаджарская гидрогеохимическая зона охватывает весьма обширную территорию в районе истока реки Тертер, включая курортный район Истису. В эту территорию также входит Тутгунская гидро-геохимическая подзона [1, 2].

С юга на север выделяются группы минеральных вод Юхары Истису, Ашагы Истису и Кельбаджарского участка. Поскольку минеральные воды бассейна реки Тутхун слабо насыщены углекислым газом, даже на самых малых глубинах они имеют высокую температуру. Большое геологическое значение имеют также минеральные источники Гарасу, Мозчай, Зульфугарлы, Оруджлу и Готурлу, расположенные на большой территории в долине реки Тутхун.

Завод минеральной воды «Истису» спустя 30 лет вновь предлагает потребителям одноименную воду из месторождения минеральных вод Кельбаджар, известную своим исключительным качеством и пользой для здоровья.

Работы на заводе минеральной воды «Истису», фундамент которого заложил господин Президент Ильхам Алиев 26 июня 2022 года, полностью завершились в 2024 году.

Завод минеральной воды «Истису» вносит свой вклад в защиту окружающей среды. Основные усилия в производстве минеральной воды сосредоточены на продолжительном использовании ресурсов, экологически чистых производственных процессах и охране природы, которые являются основой долгосрочного успеха и процветания. Сегодня главная цель завода – выпуск высококачественной продукции без нанесения вреда окружающей среде. Для этого на заводе применяются современные технологии, позволяющие минимизировать количество отходов и эффективно использовать ресурсы электроэнергии.

Температура воды в курортной зоне «Истису» составляет 58,8°C, степень минерализация  $M=6,7$  г/л, она богата элементами – литием, бромом, бором, йодом, серебром, фосфором, цинком, медью, никелем и магнием. Следует отметить, что в 1928–1990 гг. на территории Кельбаджара действовал санаторий международного класса «Истису». По результатам поисково-разведочных и прогнозно-оценочных работ на данном участке с целью восстановления заново ведется строительство оздоровительно-лечебного комплекса «Истису», отвечающего современным требованиям [3, 4].

Расчеты показали, что на многих территориях Кельбаджарского региона в пределах линии тектонических разломов широко распространены палеогеновые, неогеновые и лавовые отложения IV эпохи, и по данным разведочных скважин существует высокая вероятность обнаружения на этих территориях месторождений высокотемпературных термальных вод.

В последние годы Азербайджан, как независимое государство, призывает как к экономии ценного топлива, так и к защите окружающей среды путем расширения использования альтернативных источников энергии, используя опыт зарубежных стран. По этой причине целесообразно использовать в качестве альтернативного источника энергии термальные воды с высокой температурой.

На основании полученных результатов предлагается план мероприятий, которые необходимо реализовать в дальнейшем для обеспечения защиты подземных вод от загрязнения на исследуемой территории:

1. Создание закрытых систем промышленного водоснабжения и канализации.
2. Применение без проточной технологии или производства с минимальными сточными водами.
3. Улучшение очистки сточных вод.
4. Изоляция коммуникаций сточных вод.
5. Устранение или очистка газовых и дымовых выбросов на предприятиях.
6. Контролируемое и ограниченное использование удобрений и токсичных химикатов на сельскохозяйственных полях.
7. Безопасное захоронение особо опасных сточных вод, для которых не существует

экономически выгодных методов очистки и ликвидации.

8. Установление водоохранных зон со строгим режимом хозяйственной и строительной деятельности в районах распространения грунтовых вод.

#### Заключение

1. Восточно-Зангезурский экономический район занимает площадь 7748 км<sup>2</sup>, включая Кельбаджарский, Лачинский, Губадлинский, Зангиланский и Джебраильский районы.

2. За счет роли реки Араз и ее левобережных притоков Хачинчай, Окчучай, Вейналичай и Хакаричай в питании подземных вод на территории Губадлинского, Зангиланского и Джебраильского районов исследуемой территории, подземные воды распределены в породах выноса этих рек.

3. Всего было отобрано 739 проб воды из 1547 скважин, 86 кяхризов и 409 родников из водных объектов в Карабахском и Восточно-Зангезурском экономических районах для проведения химического анализа.

4. Температура минеральных вод, образовавшихся в интрузивных и эффузивных породах магматических комплексов, распространенных в Кельбаджарском и Лачинском районах исследуемой территории, высокая, теплая и горячая из-за присутствия лав IV периода. Горячие минеральные воды выходят на поверхность земли в основном в зонах тектонических разломов. Здесь наблюдаются Минкенд-Ахмедлы и Истису-Кельбаджарские гидрогеохимические зоны.

5. Одной из наиболее значимых экологических проблем региона является загрязнение трансграничной реки Окчучай со стороны Армении. Постоянное сильное загрязнение реки Окчучай из-за утечки тяжелых металлов с армянских заводов за последнее десятилетие также оказало крайне негативное влияние на орошение сельскохозяйственных угодий и снабжение региона питьевой водой.

6. В последние годы Азербайджан, как независимое государство, расширяет использование альтернативных источников энергии, используя опыт зарубежных стран, и рассматривает использование термальных вод с высокой температурой в качестве альтернативного источника энергии для экономии ценного топлива и защиты окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Алиев Ф.Ш. Подземные воды Азербайджанской Республики, использование их ресурсов и геоэкологические проблемы. Баку: Чашыоглу. – 2000. – 302 с.
- 2 Алекперов А.Б. Оценка ресурсов разведки и эксплуатации подземных вод. – Баку. – 2014. – 179 с.
- 3 Иманов Ф.А., Алекперов А.Б. Современные изменения и интегрированное управление водными ресурсами Азербайджана. – Баку: Мютереджим. – 2017. – 297 с.
- 4 Гюлмаммедов Ч.Дж., Тагиев И.И., Каримов В.М., Тагиев А.Ш. Теоретические основы поисков и разведки месторождений подземных вод. – Баку: АГУНП. – 2021. – 302 с.
- 5 Алекперов А.Б., Алиев Ф.Ш., Ибрафимов Р.Г. и др. Геология Азербайджана. – Т. VIII. Гидрогеология и инженерная геология. – Баку: Nafta Press. – 2008. – 380 с.

**Б.Г. КАЛАНДАРОВ<sup>1</sup>, А.А. МИРЗОЕВ<sup>2</sup>, Г.Н. ГУСЕЙНОВА<sup>3</sup>**

<sup>1-3</sup>Баку қ., Әзірбайжан Республикасы

### **ШЫҒЫС ЗАНГЕЗУР АУДАНЫНЫҢ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ**

Мақалада зерттеу аумағы болып табылатын Шығыс Зангезур экономикалық ауданының геологиялық, гидрогеологиялық және экологиялық жағдайлары зерттеленеді, мәселер қараланады және оларға қарсы күрес жөніндегі шаралар ұсынылады. Жер бетіне жақын орналасқан жер асты сулары ластануға неғұрлым бейім. Техногендік әсерлердің ықпал етуінен жерасты суларының сапалық көрсеткіштерінің, сондай-ақ гидродинамикалық, гидрогеохимиялық және гидрогеоэкологиялық жағдайлардың өзгеруі байқалады. Жерасты суларының гидрогеоэкологиялық жағдайларын қалыптастыруда олардың коректену көздерінің де маңызы зор.

**Негізгі сөздер:** геологиялық жағдайлар, жерасты сулары, минералды және термалды сулар, ластану, химиялық құрамы, жыныстар.

**B.H. KALANDAROV<sup>1</sup>, A.A. MIRZOEV<sup>2</sup>, G.N. HUSEYNOVA<sup>3</sup>**

<sup>1-3</sup>City of Baku, The Republic of Azerbaijan

### **HYDROGEOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF GROUNDWATER IN THE EAST ZANGEZUR DISTRICT**

This article examines the geological, hydrogeological, and environmental conditions of the East Zangezur Economic Region, the study area, discusses problems, and proposes measures to combat them. Groundwater located close to the surface is particularly susceptible to pollution. Under the influence of anthropogenic impacts, changes in groundwater quality, as well as hydrodynamic, hydrogeochemical, and hydrogeoecological conditions, are observed. The source of groundwater also plays a significant role in shaping the hydrogeoecological conditions of groundwater.

**Key words:** geological conditions, underground waters, mineral and thermal waters, pollution, chemical composition, rocks.

## ОСВОЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН



**О.А. АЛИЕВА<sup>1</sup>,**  
<sup>1</sup>преподаватель,



**А.С. АЛИЕВ<sup>2</sup>,**  
<sup>2</sup>инженер,

<sup>1</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,

<sup>2</sup>НИИ Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии,

<sup>1-2</sup>г. Баку, Азербайджанская Республика

В статье приведено подробное описание освоения глубоко-наклонных газоконденсатных скважин с применением нового технологического метода. Одновременно обоснована неэффективность и ограниченность существующих способов освоения подобных скважин. Рассмотрены основные преимущества предложенного метода, включая повышение эффективности, снижение затрат и улучшение показателей добычи при разработке трудноизвлекаемых запасов.

**Ключевые слова:** лифтовые трубы, газлифтные клапаны, пенная система, технологический способ, наклонная газлифтная скважина, линейные лифтовые трубы, газлифтная скважина.

Для освоения добывающих скважин в ствол скважины спускают однорядную лифтовую колонну до забойного фильтра. После герметизации устья с помощью фонтанной арматуры производится замещение жидкости с высокой плотностью на жидкость с меньшей плотностью, а затем – на газ [1, 2].

А при спуске в скважину двухрядных лифтовых труб, после герметизации устья скважины посредством фонтанной арматуры, заменяя жидкость большей плотности с жидкостью малой плотности, осуществляется способ освоения скважины подачей газа в кольцевое пространство. Важным моментом при спуске лифтовых труб, является правильное расположение клапанов в ней, глубину газлифтных клапанов определяют расчетным путем.

Эти расчеты применимы для вертикальных скважин [3, 4]. По механизму действия, при подаче газа в кольцевое пространство скважины уровень жидкости там

падает вниз сверху до первого газлифтного клапана.

Сначала столб жидкости там вытесняется вовнутрь газлифтной трубы, и напором газа выходит из скважины. В это время первый клапан закрывается, и столб жидкости находящийся в за трубном пространстве через второй газлифтный клапан вытесняется во внутрь труб и выходит из скважины. Этот процесс повторяется в третьем, четвертом и последующих клапанах до тех пор, когда начинается приток из пласта к скважине и освоение скважины доводится до конца [5, 6]. Этот технологический процесс можно применять в вертикальных скважинах. Потому что, в вертикальных скважинах в лифтовых трубах вытеснение жидкости газом и вывод со скважины протекает поршнеобразно.

В связи с этим, при движении вверх, газ, односторонне скользя, выходит со скважины с большей скоростью и не может с собой поднять жидкость. Поэтому,

осуществление освоения скважины несколько осложняется [7, 8].

С этой целью в условиях низкого пластового давления для повышения эффективности освоения газовых скважин использование пенной системы более выгодно, с помощью новой технологической схемы [9, 10].

Ее можно осуществить следующим способом.

Вместе с однорядными лифтовыми трубами (1) в скважину спускаются жидкостно-газовые смесители. После герметизации устья скважины фонтанной арматурой при открытом положении задвижек (3, 4), в за трубное пространство скважины закачивается газ (5) и пенообразующий реагент (6). При проходе через жидкостно-газовые смесители из них образуется пенная система, сначала заполняет лифт и затем, проходя через башмак, входит за трубное пространство [11, 12]. Пенная система, проникающая за трубное пространство постепенно вытесняет жидкость, оттуда выводит со скважины и, заполняя скважину, создает циркуляцию (7) пенной системы. В этом случае посредством регулирования, забойное давление снижается ниже пластового давления и начинается приток (8) из пласта к скважине. После установления разработки пласта, прекращается подача газа и реагента в лифт и направление циркуляции в скважине изменяется, газ подается за трубное пространство, а скважина эксплуатируется через лифт. После доведения освоения скважины до конца, ее включают в эксплуатацию (см. рисунок).

Ниже представлены примеры освоения скважин газлифтным способом на морских месторождениях Азербайджана, предложенным методом [13, 14].

При проведении освоения этих скважин существующими способами, возникает ряд проблем, приводящих к потере эффективности (например, при спуске башмака колонны лифтовых труб ниже динамического уровня необходимо несколько раз осуществить добавку лифты труб) это с одной стороны опасно, с другой стороны приводит к большим потерям времени [15, 16].

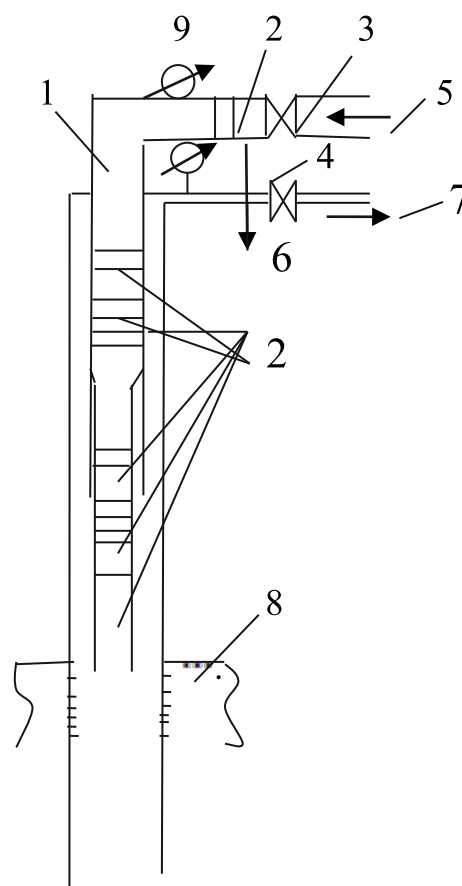


Рисунок – Новая технологическая схема освоения и эксплуатации добывающих скважин

Рассмотрим освоение скважин новым технологическим способом на примерах:

Пример 1. На основе нижеследующих параметров газлифтной скважины № 188, используя предложенный способ, включить в план освоения скважины: интервал фильтра 4740–4707 м, пластовое давление 19,0 МПа; угол наклона ствола скважины от вертикали 13°; проницаемость пласта – 0,035 мкм<sup>2</sup>; глубина спуска колонны НКТ – 2900 м, в том числе 2,5" НКТ – 1600 м, 4" НКТ – 1300 м, давление газовой сети – 7,0 МПа (см. таблицу). Освоение скважины проводится по технологии, показанной в примере и в это время жидкостно-газовые смеси, распределяются таким образом: № 1 на устье скважины; № 2 – на глубине 500 м; № 3 – на глубине 1100 м; № 4 – на глубине 2000 м; № 5 – 3090 м. Расход времени при освоении скважины составляет 11 часов [17, 18].

Пример 2. На основе нижеследующих параметров газлифтной скважины № 189 для осуществления его освоения предложенным способом были учтены эти параметры: эксплуатационный горизонт VIII, фильтр 4116-4083 м; пластовое давление – 17,0 МПа, угол наклона ствола скважины – 6,5°; проницаемость пласта – 0,03 мкм<sup>2</sup>; давление газа в сети – 7,0 МПа (см. таблицу).

В соответствии с новой технологической схемой однорядная колонна лифтовых труб спускается на глубину 3700 м, в этом случае 2,5" НКТ-2620 м, и 4" НКТ-1080 м соответственно, а жидкостно-газовые смесители размещаются с такой последовательностью: № 1 – на устье скважины; № 2 – на глубине 400 м; № 3 – 1080 м; № 4 – 2200 м; № 5 – 3690 м. После сбора устьевого оборудования в необходимом порядке,

лифтовые трубы соединяются с газовой линией и с линией реагента. На основе расчета начинается подача газа и раствора реагента в лифт. Образованная пена, сначала проходя в лифт, а затем – за трубное пространство, заполняя скважину, создает циркуляцию. В это время, регулируя количество закачиваемого газа и раствора реагента, создается приток из пласта к скважине [19, 20]. После этого, изменяя направление потока, подаваемого в скважину и, выходящего со скважины доводится до конца процесс освоения с кважины, и она вводится в эксплуатацию. По расчету освоение скважины доводится до конца в течение 10 часов. Отчеты освоения показанных скважин существующим и предложенным новым способами приведены в форме сравнения в таблице.

**Таблица** – Новая технологическая схема освоения и эксплуатации добывающих скважин

| Показатели освоения скважины             | Существующим способом | Новым способом    |
|------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1                                        | 2                     | 3                 |
| <b>Скважина №188</b>                     |                       |                   |
| 1. Эксплуатационный горизонт             | ФЛД                   | ФЛД               |
| 2. Фильтр, м                             | 4740–4707             | 4740–4707         |
| 3. Наклонность скважины, градус          | 13                    | 13                |
| 4. Пластовое давление, МПа               | 19                    | 19                |
| 5. Длина однорядно, НКТ (2,5"х4" НКТ), м | 2200+400=2600         | 2200+900=3100     |
| после первого добавления                 | 2200+550=2750         |                   |
| после второго добавления                 | 2200+700=2900         |                   |
| после третьего добавления                | 2200+850=3050         |                   |
| после четвертого добавления              | 2200+850=3050         |                   |
| 6. Пусковое давление, МПа                | 7                     | 7                 |
| 7. Жидкостно-газовых смесителей          | -                     | -                 |
| Глубина размещения, м:                   |                       |                   |
| № 1                                      | -                     | На устье скважины |
| № 2                                      | -                     | 500               |
| № 3                                      | -                     | 1100              |
| № 4                                      | -                     | 2000              |
| № 5                                      | -                     | 3090              |
| 8. Время освоения скважин, час           | 216                   | 11                |

| 1                                          | 2             | 3                 |
|--------------------------------------------|---------------|-------------------|
| <b>Скважина № 189</b>                      |               |                   |
| 1. Эксплуатационный горизонт               | VIII          | VIII              |
| 2. Фильтр, м,                              | 4116-4083     | 4116-4083         |
| 3. Наклонность скважины, градус            | 6,5           | 6,5               |
| 4. Пластовое давление, МПа                 | 17            | 17                |
| 5. Длина однорядно, НКТ<br>(2,5"х4"НКТ), м | 2620+440=3060 | 2620+1080=3700    |
| после первого добавления                   | 2620+590=3210 |                   |
| после второго добавления                   | 2620+740=3360 |                   |
| после третьего добавления                  | 2620+890=3510 |                   |
| после четвертого добавления                | 2620+890=3510 |                   |
| 6. Пусковое давление, МПа                  | 7             | 7                 |
| Глубина размещения, м:                     |               |                   |
| № 1                                        | -             | На устье скважины |
| № 2                                        | -             | 400               |
| № 3                                        | -             | 1080              |
| № 4                                        | -             | 2200              |
| № 5                                        | -             | 3690              |
| 8. Время освоения скважин, час             | 240           | 10                |

Заключение

Таким образом, в условиях низкого пластового давления для повышения эффективности освоения газовых скважин использование пенной системы более выгодно с помощью новой технологической схемы.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Салаватов Т.Ш., Исмаилов Ф.С., Османов Б.А. Технология скважинной добычи нефти, учебник. – Баку, 2012. – 538 с.
- 2 Мираламов Г.Ф., Исмаилов Г.Г. Трубопроводный транспорт нефти и газа, учебник. – Баку, 2010. – 506 с.
- 3 Мамед-заде А.М. Влияние электрокинетических процессов на фильтрацию жидкостей и газа в пористой среде //Азербайджанский журнал «Нефтяное Хозяйство». – №2. – 2021. – С. 16–21.
- 4 Салаватов Т.Ш., Ибрагимов Ю.А. Сравнительный анализ бурильных труб со стандартом API и труб с двух упорными замковыми соединениями // Азербайджанский журнал «Нефтяное Хозяйство». – № 06–07.– 2021. – С. 28–38.
- 5 Нуриев Н.Б. Борьба с осложнениями при газлифтной добычи нефти, учебник. – Баку, 2006. – 192 с.
- 6 Akhundova N.R, Aliyeva O.A.//Determination of the exact daily gas intake volume of an unfinished flatbed gas injection well according to the degree of opening of the formation in the underground gas Today we finally received the third review for your article. storage (GAS)//, The review is positive so the article will be published NAFTA- GAZ, 2023. – no 9. – Pp. 592–595,10.18668/NG.2023.09.04.
- 7 Ахмедов И.З., Тагиева С.Э. Исследование влияния глубины спуска СШН на коэффициент подачи// Азербайджанский журнал «Нефтяное Хозяйство». – №06–07. – 2021. – С. 23–27.

8 Алиева О.А., Алиев А.С. Закачка и добыча газа при создании подземных хранилищ газа и эксплуатации горнодобывающей промышленности// Новости Азербайджанской Инженерной Академии. – 2021. – Т. 13. – № 3. – С. 61–66.

9 Aliyeva O.A. // Determination of technological indicators of underground gas storage facilities (UGS)// PROCEEDINGS OF AZERBAIJAN HIGHER TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS, AZƏRBAYCAN ALİ TEXNİKİ MƏKTƏBLƏRİNİN XƏBƏRLƏRİ. – 2024. – BAKI. – с. 262 (148) Səh. 22–28. [www.adnsu.edu.az](http://www.adnsu.edu.az).

10 Вержбицкий В.В., Щекин А.И. и др. Проблемы повышения производительности скважин на подземные хранилища газа// Булатовские чтения. Сборник статей. – Т. 2. – Разработка. Нефтяных и газовых месторождений. – 2020. – С. 98–102.

11 Алиева О.А., Алиев А.С. Изменение во времени коэффициента продуктивности скважин при разработке газоконденсатных месторождений на истощение//12 ноября 2020 года Сборник V Международных научно-практических конференций, Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли. – Том 1 материалов Государственный бюджет учебное заведение высшего образования «Альметьевский Государственный Нефтяной Институт». – 2020. – С. 9–13.

12 Akhundova N.R., Rzazade S.A., Bahshaliyeva S.O., Aliyeva O.A.// Compression of liquids from the operating wells to the surface applying the sequential approximation//Today we finally received the third review for your article. The review is positive, so the article will be published NAFTA-GAZ. 10.18668/NG. – 2023.03.04. – no. 3. – PP. 184–189.

13 Алиева О.А., Алиев А.С. Основные технологические показатели пиковых и резервных типов подземных хранилищ газа (ПХГ) //Булатовские чтения. Прогноз, поиск и разведка месторождений нефти и газа. Разработка нефтяных и газовых месторождений //Материалы VII Международнойнаучно-практической конференции. – Краснодар. – 2024. – Т. 1. – С. 113–117.

14 Ахмедов И.З., Тагиева С.Э. Исследование влияния глубины спуска СШН на коэффициент подачи// Азербайджанский журнал «Нефтяное Хозяйство». – № 06–07. – 021. – С. 23–27.

15 Aliyeva O.A. //NEQUALITY OF GAS CONSUMPTION AND METHODS OF THEIR REGULATION// 8th International ICONTECH CONGRESS on Innovative Surveys in Positive Sciences Azerbaijan Cooperation University, mart16-18, CONGRESS PROGRAM. – 2024. – PP. 222–225, <https://www.icontechsurveys.org/books>.

16 Джафаров Р.Р., Гаджиев С.С., Гусейнова С.М. Определение порового объема коллекторов в связи с расширением Карадагского подземного газохранилища //Азербайджанское Нефтяное Хозяйство. – №6. – 2013. – С. 10–15.

17 Эминов А. Ш., Годжаев А. Г. Увеличение объема активного газа путем повышения эффективности разработки подземных газохранилищ Калмаз и Карадаг// Азербайджанское нефтяное хозяйство. – №12. – 2014. – С. 25–29.

18 Hung Vo Thanh «Integrated Halo Model and Hydrodynamic simulation for optimization oil production in crystalline fractured reservoirs». – 2021.

**О.А. АЛИЕВА<sup>1</sup>, А.С. АЛИЕВ<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Баку қ., Әзірбайжан Республикасы

## **ӨНДІРУ ҰҢҒЫМАЛАРЫН ИГЕРУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАҢУ**

Мақалада жаңа технологиялық әдісті қолдана отырып, терең көлбеу газ конденсатты ұңғымаларды игерудің егжей-тегжейлі сипаттамасы келтірілген. Сонымен бір мезгілде осындай ұңғымаларды игерудің қазіргі

тәсілдерінің тиімсіздігі мен шектеулілігі негізделген. Ұсынылған әдістің негізгі артықшылықтары, оның ішінде тиімділікті арттыру, шығындарды азайту және қиын өндірілетін қорларды игеру кезінде өндіру көрсеткіштерін жақсарту қарастырылды.

**Негізгі сөздер:** лифт құбырлары, газлифт клапандары, көбік жүйесі, технологиялық тәсіл, көлбеу газлифт ұңғымасы, желілік лифт құбырлары, газлифт ұңғымасы.

O.A. ALIEVA<sup>1</sup>, A.S. ALIEV<sup>2</sup>,

<sup>1-2</sup>*City of Baku, The Republic of Azerbaijan*

## DEVELOPMENT AND OPERATION OF PRODUCTION WELLS

This article provides a detailed description of the development of deep-deviated gas condensate wells using a new technological method. It also examines the inefficiencies and limitations of existing methods for developing such wells. The key advantages of the proposed method are discussed, including increased efficiency, reduced costs, and improved production performance when developing hard-to-recover reserves.

**Key words:** lift pipes, gas lift valves, foam system, technological method, inclined gas lift well, line lift pipes, gas lift well.

УДК 621.039  
МРНТИ 38. 01.94



## ТРЕВОЖНЫЕ ВЕХИ УНИКАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ (рецензия на монографию)

**В.Н. КОМЛЕВ,**  
*инженер-физик, пенсионер,  
г. Апатиты, Российская Федерация*

Приведены цитаты из давно обещанной авторами и ожидаемой российскими и зарубежными специалистами монографии «Захоронение РАО на участке Енисейский в Красноярском крае: история выбора площадки и современное состояние исследований» (М.: Наука, 2024, 368 с., ответственные редакторы доктор геолого-минералогических наук Б.Т. Кочкин и доктор технических наук И.И. Линге, <https://www.ibrae.ac.ru/pubtext>

/268/), комментарии к ним и обобщения без прямого цитирования. Книга, безусловно, заслуживает внимания с разных точек зрения.

1. Реферат. «В монографии системно изложена последовательность выбора участка Енисейский. Показано, что выбор участка Енисейский обусловлен не только широкой совокупностью свойств геологической среды, определяющей его приемлемость для размещения ПГЗРО (пункта глубинного захороне-

ния радиоактивных отходов), но также социальными и экономическими факторами. В завершение очерчены остающиеся неопределенности и пути их устранения в ходе дальнейших исследований в контексте оценки долговременной безопасности захоронения РАО в соответствии с действующими законами и нормативными документами».

КОММЕНТАРИЙ. Захоронение/ПГЗРО представлено как данность. Подземная исследовательская лаборатория (ПИЛ) не упоминается. «Последовательность выбора участка Енисейский», «Выбор участка Енисейский», «Очерчены остающиеся неопределенности» и «Оценка долговременной безопасности захоронения РАО в соответствии с действующими законами и нормативными документами» – трудно обнаружить их соответствие действительности.

2. В названии монографии в контексте настоящего времени и в понимании авторов применены термины «захоронение», «история» и «состояние исследований». Термины, естественно, в тексте адаптированы к проблеме федерального ПГЗРО. Некоторые оттенки ситуации в связи с как бы объективно и полно раскрытой и как бы оптимальной данностью изложены публично, письменно и во многих документах другими ранее. Они в явном виде не отражены в монографии, как и ответы на многочисленные вопросы (заданные, в основном, на базе норм Закона «О недрах»), хотя в тексте следы корректировки прежних отдельных откровенно ошибочных утверждений участников Енисейского проекта чувствуются. Интересующиеся другую информацию найдут самостоятельно или с помощью, например, <https://proza.ru/2017/06/29/1002>; <https://proza.ru/2023/11/20/1131>.

3. «Комплексно ранняя история геологических исследований в России с целью выбора района размещения геологического объекта захоронения РАО, объединяющая в полном объеме все изученные ранее территории вместе, представлена впервые именно в данной монографии» (с. 357).

КОММЕНТАРИЙ. Важное свидетельство. Впервые! Просто вспомнили. Однако, ни к моменту появления участка «Енисейский» в качестве основного (2002-2008 гг.), ни в монографии не было и нет прямого, с учетом

возможности отдельного захоронения РАО категорий 1 и 2, на базе других обстоятельств того или нынешнего времени (законодательство, объем РАО, геология, логистика, безопасность и прочее), сравнения районов и участков для выбора приоритетного.

4. «В начале 2000-х гг. финансирование проектов на Кольском полуострове было прекращено в связи с изменениями в политике и планах Минатома России в отношении обращения с ОЯТ (отработавшее ядерное топливо) и РАО» (с. 80).

КОММЕНТАРИЙ. Примерно такими же формулировками заканчиваются в монографии и другие разделы по истории «выбора» приоритетного российского района и участка.

5. Блок исследований «Вода» – исходные материалы:

Участок «Форсмарк», Швеция. Концептуальная гидрогеологическая модель массива без связи с ПГЗРО имеется.

Участок «Олкилуото», Финляндия. Концептуальная гидрогеологическая модель массива без связи с ПГЗРО имеется.

Участок «Синьчан», Китай. Плоскогорье в пустыне Гоби. Гидравлическая проводимость пород ниже, чем на площадках Швеции и Финляндии. УСЛОВИЕ (В.К., сравните с участком «Енисейский»!): вне участков существующих подземных инженерных сооружений, которые могли бы обеспечить каналы для миграции радионуклидов.

Участок «Енисейский», Россия. Концептуальная гидрогеологическая модель массива без связи с ПГЗРО и выработками ГХК (Горно-химический комбинат, Железногорск, Красноярский край) имеется.

ГХК, Россия. Комплексные исследования по установлению взаимосвязи поверхностных и подземных вод (эксперимент № 3.2). Влияние эксплуатации подземных сооружений на изменение гидродинамических условий массива дальней зоны выработок (эксперимент № 3.3). Гидродинамический режим массива на пунктах замеров водопритоков (архивные документы, эксперимент № 3.4). Разовые радиационные эксперименты с поступающей в выработки водой (эксперимент № 4).

КОММЕНТАРИЙ. Научных моделей гидросферы массивов много. Научные модели

гидросферы СОВОКУПНОЙ СИСТЕМЫ «МАССИВ-ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ» отсутствуют. Текущие локальные экспериментальные оценки (для ГХК) гидросферы законтурного массива/ближней зоны выработок, а также их дальней зоны имеются. Практически важные долговременные прогнозы объемов и динамики поступления воды в ПГЗРО после его закрытия с учетом деградации крепи выработок во всех случаях отсутствуют.

Да, в монографии много научных международных моделей и обобщений. Но, все же, ни слова нет о реальной серьезной угрозе, которая может обнулить полезность оценок безопасности. Недостающая информация для ключевых прогнозов изложена не здесь и не участниками Енисейского проекта, а российскими специалистами-практиками ГХК в связи с конкретной производственной необходимостью комбината (2023 г. и 2024 г., <https://proza.ru/2024/10/04/28>).

6. В монографии оставлены без должного внимания российские предложения по захоронению РАО ядерно-взрывной технологией, а также с использованием для создания ПГЗРО готовых подземных комплексов ПАО «ППГХО» (Краснокаменск), ПАО «Норильский никель» или прилегающих к ним участков. Геологическая обстановка этих вариантов изучена и может быть доизученакратно лучше участка «Енисейский». При этом монография изобилует справедливыми утверждениями о недостаточном знании недр на разных уровнях и по разным отраслям ГИН (геологическое изучение недр) для рекомендуемого участка, пожеланиями и обещаниями эту ситуацию для корректной оценки безопасности исправить (лишь отдельные примеры: страницы 177, 220, 230, 242, 244, 245, 249, 254, 258, 260, 271, 275, 288, 297, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 336, 339, 342, 343, 346, 348, 350, 359, 360, 361). Хотелось бы, конечно, наряду с фото страницы 60 и статьи [atomic-energy.ru/photo/139371](http://atomic-energy.ru/photo/139371) поближе увидеть аналогично представленный и российский керн хорошего качества.

Применительно к Норильскому промышленному району (или шире – по Таймыру) ситуация может быть оперативно поправлена.

Участники Енисейского проекта от Красноярскгеологии, Железногорских филиалов ИБРАЭ РАН и ФГУП «НО РАО» должны первоначально для этого внимательно ознакомиться с соответствующими геологическими материалами разной степени детальности Красноярского филиала ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу». Прежде всего, с материалами по вмещающим/безрудным породам, изученным попутно при разведке и эксплуатации медно-никелевых месторождений.

Есть надежда продуктивно поискать хорошие блоки пород, ориентируясь на глубокие горизонты рудников. «В целом, мощность подмерзлотного водоносного комплекса не превышает 300-500 м, ниже по разрезу подземные воды практически отсутствуют. Это подтверждено бурением многочисленных скважин и, особенно, проходкой горных выработок на медно-никелевых месторождениях Норильска и Талнаха». Цитата из «Географо-геологического очерка по Норильскому промрайону: физико-географические, климатические, геоморфологические, геологические, гидрогеологические и геокриологические условия» (<https://yakovlevao.narod.ru/Science.htm>). Первоисточник: А.О. Яковлев и др. Отчет «Гидрогеологические исследования на Талнахском и Ергалахском месторождениях подземных вод с переоценкой запасов на участках действующих водозаборов (по состоянию на 01.01.97)», Норильск, АО «Норильский комбинат», 1997 г.

Новый район находится в том же административном образовании – Красноярском крае, что и участок «Енисейский». Севмор-путь и реки Тобол, Иртыш, Томь, Обь, Енисей, а также водные пути Европейской части России с выходом в Белое море обеспечат надежную транспортную связь с основными ядерными регионами страны. И с другими странами при необходимости. Важным при этом является также исключение необходимости опасных перевозок РАО 1 класса по Транссибу через Красноярск. Наличие многолетней мерзлоты идейно/методологически свяжет Таймыр с самым первым и не имеющим зарубежных национальных аналогов российским проектом ПГЗРО (Новая Земля). Перечисленные

Перечисленные обстоятельства будут способствовать не только логически понятной, с высокой преемственностью деталей/наработанного опыта и менее болезненной корректировке планов, но и повышению безопасности ПГЗРО.

7. Сообщается (с. 7, рис. 1), что есть совместно с правом размещать и сооружать ПГЗРО некое право пользования недрами от 2016 г. Согласно Закону «О недрах» абстрактного права пользования недрами вне норм законодательства не бывает. Иное неконкретное утверждение в первый раз может быть ошибкой. На нее многократно участникам Енисейского проекта было указано. После этого много лет продолжать публично, без указания конкретной лицензии, утверждать про право на недропользование и выстраивать от него всю дальнейшую последовательность документов, наземных и подземных работ – это уже не ошибка. Нельзя признать просто ошибкой и отсутствие в Истории проекта создания ПГЗРО (рис. 1) Декларации о намерениях от 2002 г. (ДОН-2002) – важного документа, завершившего отдельный самостоятельный этап начала работ в Красноярском крае.

8. Стр. 23. «В России требования к выбору места для будущего хранилища впервые были официально закреплены в 2004 г. и актуализированы в 2014 г.». Ссылки на нормы и правила Росатома/Ростехнадзора.

КОММЕНТАРИЙ. Цитата не соответствует действительности. Впервые – Закон «О недрах» (1992) и Методические указания по лицензированию пользования недрами для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых от 1998 года.

9. Стр. 38. «Совокупность геологических критериев при выборе площадок для окончательной изоляции РАО утверждена в нормативных документах Российской Федерации». Ссылки на нормы и правила Росатома/Ростехнадзора и Закон «Об использовании атомной энергии».

КОММЕНТАРИЙ. Цитата не соответствует действительности. В первую очередь – Закон «О недрах» (1992), Методические указания по лицензированию пользования недрами для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых

от 1998 года и Методические рекомендации по обоснованию выбора участков недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых от 2007 года.

Игнорирование приоритета этого закона и его подзаконных актов – причина многих принципиальных ошибок лицензирования ПГЗРО.

10. В монографии по делу изложено много правильных методических вариантов выбора площадки. И разных международных обстоятельств этого. И, да, авторы обошлись без необоснованных и неумеренных «восхищенных впечатлений» в части одномоментно ставшего приоритетным участка. Но для российского ПГЗРО, к сожалению, выбора, по моему мнению, не было. По крайней мере, процесс и его профессиональные, важные для будущего бытия страны, детали не обозначались публично. Реального влияния этот поздний обзор на Енисейский проект не оказал. Не было сравнения впервые размещенных в монографии всего лишь для ознакомления альтернатив «ДО», а не формальных и выхолощенных попыток «ПОСЛЕ». Практически отсутствовала/была слаба ориентация на Закон «О недрах». Не возникали варианты решения проблемы при той же цели – ликвидировать «ядерное наследие» и обеспечить ЗЯТЦ (замкнутый ядерный топливный цикл) недостающим звеном. Долго пришлось уговаривать на разведку участка «Енисейский». До сих пор не удалось уговорить на геохимическую съемку (аналогично работам И.С. Копылова и М.В. Чусова, Енисейнефтегаз, по гранитоидам Нижнеканского массива еще в прошлом веке) и трассерные исследования. Полновесно не учитывали горно-геологический опыт ГХК. Прежде всего, гидрогеологический. Потеряли время и деньги. Рисуем потерять качество и безопасность.

11. Сообщается (с. 7, рис. 1): «Уточнение «Декларации о намерениях» (2008 г.).

КОММЕНТАРИЙ. Вряд ли переход от ДОН-2002 к ДОН-2008 можно назвать уточнением.

Было выполнено принципиальное изменение. Перешли на новый геологический объект: с Нижнеканского магматического массива гранитов на гнейсы Енисейского

метаморфического комплекса (с. 99-101 и 112 монографии). С участков в относительной глуши на участок производственной территории оборонного ЗАТО. Гораздо ближе к Енисею. В переходную зону к юрским отложениям Западной Сибири. Однако, обоснованность резкого перехода в период 2002-2003 гг. на другой геологический объект вряд ли надежно доказана. Тем более, перехода на фактически неисследованный к 2002 г. бурением участок «Енисейский» от прошедшего накануне необходимый этап предварительного утверждения участка по ДОН-2002.

Напомним. В конце 2002 г. была утверждена «Декларация о намерениях» (ДОН-2002) относительно строительства первой очереди ПГЗРО вне промышленной территории Железногорска и участка «Енисейский» как результат серьезной пионерной для Красноярского края длительной открытой работы ряда организаций во главе с Радиевым институтом (с. 47, Труды-РИ, том-11.pdf; ис-тория РИ, 2001 год; см. также Юрий Чувашев, интервью генерального директора ГХК Василия Жидкова, Независимая газета от 30.10.2001) по отдельной госпрограмме.

Каким именно от 2002-2003 г. официальным документом при сравнении с материалами Радиевого института применительно к готовившемуся с зарубежной помощью и в дальнейшие годы активно обсуждаемому на международном уровне гражданскому объекту – федеральному ПГЗРО был разрешен и какими причинами был обусловлен резкий переход к работам на участке «Енисейский»?

На рубеже 2002-2003 г. произошли также разительные организационные изменения применительно к ПГЗРО: повышен статус объекта до федерального, заменены руководитель и основные исполнители, возникший из небытия участок «Енисейский» стал первым и единственным в перечне потенциальных российских площадок. Хотя на карте района работ от 2001 г. (История Радиевого института, 2001 год) участок «Енисейский» не обозначен.

Одновременно, похоже, возникли и продолжают разговоры о возможном будущем международном статусе Красноярского ПГЗРО. Лишь несколько примеров: конфе-

ренции МАГАТЭ в Москве «Обращение с облученным ядерным топливом: новые инициативы России – 2002» и «Многосторонние технические и организационные подходы к ядерному топливному циклу для укрепления режима нераспространения - 2005»; разделы 1.1, 1.4, 1.5 <https://www.osti.gov/servlets/purl/877906-STrTSU/>; [atomic-energy.ru/news/2021/07/01/115145](http://atomic-energy.ru/news/2021/07/01/115145); [atomic-energy.ru/news/2021/06/08/114625](http://atomic-energy.ru/news/2021/06/08/114625); [atomic-energy.ru/news/2021/06/01/114399](http://atomic-energy.ru/news/2021/06/01/114399); [bezrao.ru/n/4437](http://bezrao.ru/n/4437); [atomic-energy.ru/news/2021/04/22/113523](http://atomic-energy.ru/news/2021/04/22/113523); [atomic-energy.ru/interviews/2017/01/16/71717](http://atomic-energy.ru/interviews/2017/01/16/71717); [atomic-energy.ru/interviews/2018/03/15/84085](http://atomic-energy.ru/interviews/2018/03/15/84085); [bezrao.ru/n/4807](http://bezrao.ru/n/4807); «конкурентные преимущества» (Стратегия-2018 создания пункта глубинного захоронения радиоактивных отходов); «реализация различных компромиссных решений с зарубежными партнерами с целью исключения необходимости создания геологических объектов захоронения отходов в этих странах» (Линге И.И. О рационализации систем обращения с РАО и обеспечения радиационной безопасности // Радиоактивные отходы. 2023. № 2).

При спокойной обстановке в мире идея международного могильника РАО-1, 2 где-нибудь на периферии России могла бы рассматриваться. Но такой могильник в центре страны и в пределах оборонного ЗАТО не имеет права на существование при любых международных условиях.

12. «1980 г. – официально заявлено о необходимости ПГЗРО рядом с новым заводом по переработке ОЯТ» (с. 7, рис. 1).

КОММЕНТАРИЙ. Важное свидетельство.

Известно, что переработку ОЯТ в военных или гражданских целях выполняли, выполняют или планируют выполнять не только в России. Но в монографии для поддержки позиции 1980 г. вряд ли найдутся указания на то, что за рубежом важнейший критерий выбора площадки национального ПГЗРО – место расположения объекта по переработке ОЯТ.

Каковы практические необходимость и ценность для российских специалистов полновесного методологического обзора, а также международных и региональных отечественных разнообразных примеров

(главы 2 и 3), применительно к выбору площадки от «широкой географии исследований» (с. 6)? Если история со страниц монографии гласит, что главный выбор был предначертан, реально участники работ в Красноярском крае (особенно Енисейского проекта) имели официальное конкретное целеполагание аж от 1980 г.?

Учитывая ориентир работ от 1980 г., может возникнуть, видимо, мысль признать едва ли не вредоносность в определенном смысле глав 2 и 3, поскольку они, распыляя сознание, настойчиво разъясняя существующие в мире иные мотивы (не хуже или лучше, а иные без сравнения с российским) выбора площадки, не способствуют достижению поставленной цели?

13. Монография претендует на своевременное, всестороннее и качественное обоснование Енисейского проекта. Но нельзя обосновать по правилам обоснования площадку ПГЗРО, если она назначена по другим правилам. Тем более, нельзя при особой «философии» от градостроительства (см. Введение, хотя места для городов миллионы раз выбирали, чтобы жить, а место для ПГЗРО надо выбрать один раз, чтобы не создать где-либо летальные дозы), при часто спорных доводах, игнорировании альтернативных мнений по участку «Енисейский», избирательном применении профильного зарубежного и российского опыта, а также технических норм и законодательства. В итоге, похоже, претензия трансформировалась в миссию оправдания допущенных ошибок и соучастия в одобрении вряд ли обеспеченных лицензиями не только строительной стадии работ для ПГЗРО, но и стадии ГИН в ПИЛ (Заключение).

14. Стр. 188. «Комплекс подземных сооружений ГХК по степени техногенного воздействия на вмещающий массив представляет собой уникальный аналог будущего объекта захоронения».

#### КОММЕНТАРИЙ.

Сразу отметим, что стадия уникальной эксплуатации уникального объекта не является единственным источником важных аналогий, оставленных без внимания как в монографии-2024, так и в Енисейском проекте в целом.

Не выявлены полностью все процессы-аналоги. В частности, процесс обводнения

зоны захоронения РАО водой разных горизонтов разреза, включая наиболее обводненный приповерхностный, не через массив, а напрямую за счет эффекта «водосточных труб» – дренирования массива с помощью техногенных каналов в закрепном пространстве стволов.

Кроме того, проектируемое соседство действующих подземных комплексов ГХК и НО РАО, а также наличие вблизи ПГЗРО в будущем огромных объемов пустого пространства/полостей после вывода подземного комплекса ГХК из эксплуатации требуют (Закон «О недрах»: ст. 8 и ст. 27 в части первичной/интерпретированной геологической информации и учета техногенных пустот как особенностей структуры массива) отдельного внимания.

Приведем цитаты из воспоминаний Е.И. Микерина, одного из создателей ГХК (Владимир Губарев, фонд исторической перспективы, интернет-газета «Столетие». 28 ноября 2014 г., [http://www.stoletie.ru/sozidateli/jevgenij\\_mikerin...](http://www.stoletie.ru/sozidateli/jevgenij_mikerin...)).

«Спустились с директором комбината Мешковым впервые в шахту. Вода, вагонетки с породой снуют туда-сюда, провода свисают. Был декабрь. Рабочие идут под землю в сапогах. Холодно, сыро, мрачно... В общем, привычная картина шахты для того времени... Вот и начали мы постепенно превращать шахту в уникальное сооружение, равного которому в мире не было... В атомной промышленности всегда существует проблема: а что потом, когда объект прекращает работу? В Железногорске – это проблема «Горы», как позже начали называть шахту. По своим масштабам «Гора» была больше, чем московское метро в то время. Она требует постоянного обслуживания – откачки воды, вентиляции. Необходимо освещение. И так далее... Горные выработки имеют одну особенность... Выработка «сжимается». Порода старается ликвидировать свою рану. Обрушение следует предотвращать».

Не геолог и не горняк вспоминал. А как точно схвачена сложная проблема «постепенного превращения шахты в уникальное сооружение» в целом.

Поэтому наряду с начертанием выра-

боток ПГЗРО на бумаге и математическим моделированием процессов в исходном (без выработок) массиве не менее важно проанализировать опыт строительства подземного комплекса ГХК и сформировать также/дополнительно на этой основе прогнозы на сотни тысяч лет после закрытия ПГЗРО. Какие были осложнения, как они ликвидировались, какие негативные условия были обусловлены горой, а какие – технологией строительства? Архивные материалы (богатейший источник) для научного анализа должны быть, так как в подземном строительстве оперативно возникающие факторы, определяющие безопасность горных работ и дополнительные затраты, как правило фиксируются в корректировках проекта.

Как природа будет адаптироваться к новым условиям, когда люди навсегда уйдут из выработок ГХК и ПГЗРО? Как она запустит процесс, обратный «постепенному превращению шахты в уникальное сооружение»? Прогнозирование должно быть параллельным, как по данным моделирования условий участка «Енисейский» (на базе сценариев, обязательно учитывающих соседство подземных комплексов ГХК и ПГЗРО), так и реальной практики стадии строительства ГХК. Для взаимной проверки и усиления возможности каждого из способов прогнозирования.

Некоторые примеры поступления воды из расположенных выше техногенных и природного водоемов как предостережение: алмазный рудник «Мир», Якутия, 2017 г.; рудник «Пионер», Амурская область, 2024 г.; рудники №№ 4 и 8, Краснокаменск, 2025 г.

15. В разделах монографии 3.4 и 4.1–4.3 отсутствуют важные результаты ГИН. Это может иметь неприятные последствия.

Исследования И.С. Копылова и М.В. Чусова (Енисейнефтегаз) по гранитоидам Нижнеканского массива дважды (летом и зимой) выполнены еще в прошлом веке (во времена работы там Радиевого института и других организаций). Их результаты должны были быть на момент подготовки ДОН-2002, ДОН-2008 и монографии-2024 известны, в том числе участникам Енисейского проекта (прежде всего, геологам). В списках источников к главам 3 и 4 упоминания работ этих авторов нет. Комплексная геохимическая съемка, выполненная профильными специалистами и выве-

ренными в нефтегазовой отрасли методами, показала устойчивые аномалии, в частности, углеводородов и гелия. Откуда и как? И почему их не может быть на непосредственно контактирующих с Западно-Сибирской плитой гнейсах участка «Енисейский»?

16. Стр. 145. «Ввиду того, что практически с 1993 г. начались изыскания в пределах Нижнеканского гранитоидного массива, название «Нижнеканский» первоначально закрепилось именно за изверженными гранитными породами».

КОММЕНТАРИЙ. «Ввиду того» и «первоначально закрепилось» не соответствуют действительности. Название «Нижнеканский» – давнее и самостоятельное. Например, Даценко В. М. Нижнеканский массив – эталон нижнеканского гранитоидного комплекса (Енисейский кряж) / В. М. Даценко. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1995. Кроме того, участники Енисейского проекта не уполномочены устанавливать, менять и трактовать в своих нуждах государственные географо-геологические названия и соответствующие понятия. Слава богу, «закреплять» по-своему названия еще и в картах (с. 99-101 и 112 монографии) они не решились.

17. Стр. 354. «Несмотря на то, что данная монография ориентирована в большей степени на геологические (т. е. естественные) барьеры безопасности, здесь очень важно отметить их принципиальную взаимосвязь с инженерными барьерами».

Стр. 36. «На этапе выбора места безопасность объекта окончательной изоляции РАО определяется исключительно геологическими факторами, поскольку инженерные защитные барьеры существуют только в воображении проектировщиков, в чертежах или образцах».

КОММЕНТАРИЙ. Уже стройка идет, а инженерные барьеры и ныне там. Но в монографии отсутствует фиксация научно-технической реальности.

Испытания реальных промышленных образцов остеклованных ВАО начаты лишь в 2023 г. ([en.ibrae.ac.ru/newstext/1476/](http://en.ibrae.ac.ru/newstext/1476/); [norao.ru/press/news/5243/](http://norao.ru/press/news/5243/); [bezrao.ru/n/6819](http://bezrao.ru/n/6819)).

Стабильность барьера из бентонит-глины при доминирующих в условиях ПГЗРО воздействиях из общих соображений сомни-

тельна и напрямую для российских условий не доказана. Эксперименты по тепловому воздействию еще лишь как-то рекомендуются, стенды для этого еще лишь намечают создать. Радиационные воздействия экспериментами не предусмотрены совсем, хотя по радиационной стойкости глины далеко не лучшие среди природных материалов. Ну и, естественно, не предусмотрены эксперименты по совместному воздействию основных трех, как минимум, факторов (дренирующая вода, прогрев и радиация).

В ИГЕМ РАН в 2023 г. (!) открыт Научный центр по разработке и оценке долговременной безопасности инженерных барьеров при изоляции РАО (НЦ «Инженерные барьеры». Хорошо, что в Томске начали изучать барьерные материалы. И начали, наконец-то, с радиационной устойчивости глин ([bezrao.ru/n/6894](http://bezrao.ru/n/6894)).

18. Реферат. «Выбор участка Енисейский обусловлен... широкой совокупностью свойств геологической среды, определяющей его приемлемость для размещения ПГЗРО».

КОММЕНТАРИЙ. Про приемлемость еще не узнано/ не доказано.

19. «Определен Научный Руководитель исследовательских программ в обеспечение стратегии» (с. 7, рис. 1).

КОММЕНТАРИЙ. Положение о научном руководителе работ по проекту создания ПГЗРО (ИБРАЭ РАН, утверждено приказом Госкорпорации «Росатом» № 1/1161-П от 05.10.2020) предполагает, видимо, несколько иную трактовку. Хотелось бы увидеть в монографии краткое представление Научного руководителя: права и обязанности, по состоянию на 2020 г. опыт руководства созданием (хотя бы и только в научной части) крупных подземных сооружений научного или иного специального назначения, обеспеченность кадрами опытных геологов и горняков среднего звена.

20. Сообщается о Протоколе ГКЗ от 2012 г. (с. 7, рис. 1). «Заключение ГКЗ о пригодности участка для создания ПИЛ».

КОММЕНТАРИЙ. Формулировка сообщения не соответствует предмету рассмотрений в 2012 г. Протокол общественных слушаний ОВОС по теме «Строительство первоочередных объектов окончательной изоляции

радиоактивных отходов, включая проектно-изыскательские работы (Красноярский край)» от 30.07.2012, Приложение № 1 к постановлению Администрации ЗАТО г. Железногорск от 17.08.2012 № 1346. И решение ГКЗ Роснедра в апреле 2012 г. – участок «Енисейский» был признан пригодным для захоронения РАО, по воспоминаниям В.П. Бейгула ([https://memory.biblioatom.ru/persons/beygul\\_v\\_p/bio/](https://memory.biblioatom.ru/persons/beygul_v_p/bio/)).

Не указан Протокол ГКЗ Роснедр № 4523-пс от 03-02-2016, наиболее полное на сегодня рассмотрение ГКЗ геологических данных поисковой, оценочной стадий ГРП и проектно-изыскательских работ для стадии «Проектная документация» – утверждение заключения государственной геологической экспертизы (рекомендованная деятельность – геологоразведка и опытно-промышленное захоронение РАО, не выполнено).

21. Сообщается о проведении общественных обсуждений ПИЛ от 2015 г. (с. 7, рис. 1).

КОММЕНТАРИЙ. Известен ПРОТОКОЛ ОБЩЕСТВЕННЫХ СЛУШАНИЙ НА ТЕМУ: «Материалы обоснования лицензии на размещение и сооружение не относящегося к ядерным установкам пункта хранения РАО, создаваемого в соответствии с проектной документацией на строительство объектов окончательной изоляции РАО (Красноярский край, Нижне-Канский массив) в составе подземной исследовательской лаборатории (включая материалы оценки воздействия на окружающую среду)». Приложение к постановлению Администрации ЗАТО г. Железногорск от 10.08.2015 № 1228.

ПИЛ, пункт хранения РАО, объект окончательной изоляции РАО – разве это одно и то же?

22. Сообщается (с. 7, рис. 1, 2016 г.). «Выдана лицензия Ростехнадзора на размещение и строительство ПГЗРО».

КОММЕНТАРИЙ. Известна лицензия Ростехнадзора ГН-01,02-304-3318 от 27-12-2016 (заявление ФГУП «НО РАО» от 25.12.2015), лицензируемая деятельность: «Размещение и сооружение не относящегося к ядерным установкам пункта хранения РАО, создаваемого в соответствии с проектной документацией на строительство объекта окончательной изоляции РАО (Красноярский

край, Нижне-Канский массив) в составе подземной исследовательской лаборатории».

ПГЗРО, ПИЛ, пункт хранения РАО, объект окончательной изоляции РАО – разве это одно и то же?

23. В монографии-2024 относительно участка «Енисейский» и сопряженных территорий более-менее, раскрыты история и суть геологических исследований непосредственно. История и особенности регулировавших процесс документов большей частью оставлены за кадром (лишь отдельные документы и лишь упомянуты на с. 7 Введения). Кроме того, краткий курс истории на с. 7 очень даже специфичен относительно филологии и других обстоятельств. В основном тексте монографии история документов к тому же странно/знаково искажена.

Следует напомнить, что другой вариант истории документов представлен на обсуждение неоднократно и ранее (<https://proza.ru/2020/09/20/903>; <https://proza.ru/2022/05/08/256>; <https://proza.ru/2023/11/20/1131>). Однако, он как бы не замечен авторами монографии-2024.

24. Особенности Красноярского ПГЗРО без заметной пользы для дела (судя по монографии-2024) начали обсуждаться дистанционно с участниками Енисейского проекта с 2017 г. (<https://proza.ru/2017/06/28/1457>; <https://proza.ru/2017/06/29/1002>).

25. Среди авторов монографии дирекцию (согласно <https://www.ibrae.ac.ru/contents/29/> от 22.02.2025) ИБРАЭ РАН представляют лишь советник и заместитель директора по информационно-аналитической поддержке комп-

лексных проблем ядерной и радиационной безопасности (заметим: по поддержке проблем, а не по поддержке решения проблем). И они не являются людьми наук о Земле. Директор, научный руководитель Института и заместитель директора по научной работе и координации перспективных разработок ни среди авторов, ни среди участвовавших в работах в разные годы специалистов (с. 8) не обозначены.

Как это понимать? Они вообще не имели какого-либо заметного персонального вклада в работу Института как коллективного «Научного руководителя работ по проекту создания ПГЗРО» / «Научного Руководителя исследовательских программ в обеспечение стратегии» (см. п. 19 настоящей статьи)? Представители внутренней высшего уровня науки ИБРАЭ дистанцированы/дистанцировались от монографии по решению крупной государственной проблемы и выполнению ФЦП ЯРБ? Они и еще семь членов дирекции не по профилю недропользования? Тогда каким составом обеспечивалось выполнение ответственных функций коллективного Научного руководителя работ по проекту создания ПГЗРО?

26. В монографии, вероятно, имеет место, по меньшей мере, вольная трактовка некоторых ключевых (включая правовые) понятий темы, а также названий документов и их содержания (пункты 1, 3, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 19, 20, 21, 22 и 25 настоящей рецензии).

27. В будущем, возможно, возникнет необходимость расследовать ситуацию в связи с Красноярским ПГЗРО. И тогда взятое за отправную позицию историческое повествование монографии будет полезно.

**В.Н. КОМЛЕВ,**

*Апатиттер қ., Ресей Федерациясы*

**БІРЕГЕЙ ЖЕР ҚОЙНАУЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ҚАУІПТІ КЕЗЕҢДЕРІ**  
(монографияға шолу)

**V.N. KOMLEV,**

*Apatity town, Russian Federation*

**ALARMING MILESTONES OF UNIQUE SUBSOIL USE**  
(review of a monograph)

## НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ

### **Установлено, что Венера никогда не была пригодна для жизни**

Предполагается, что ранее Венера была близка по условиям к Земле, несмотря на текущую экстремальную обстановку, обусловленную кислотной атмосферой и средней температурой около 500°C. Данная гипотеза исходит из схожести планет по размеру и внешнему строению. Считается, что в какой-то момент произошла радикальная трансформация ввиду парникового эффекта, инициированного интенсивной вулканической активностью. С другой стороны, существует гипотеза, предполагающая, что условия на Венере были постоянными с момента ее образования 4,6 млрд лет назад. Обе теории основаны на климатическом моделировании.

Новое исследование Кембриджского университета было нацелено на реконструкцию условий прошлого на Венере с использованием другого подхода, предполагающего изучение химического состава ее атмосферы. Исходя из закономерностей круговорота веществ, ученые рассчитали скорость разрушения молекул воды, углекислого газа и карбонилсульфида в современной атмосфере. Для поддержания стабильности эти вещества должны восполняться вулканическими газами. В то время как на Земле газы из недр насыщены водой, на Венере, исходя из отмеченных закономерностей, ее содержание составляет до 6%.

На основе этого исследователи сделали вывод, что на Венере никогда не было океанов и, следовательно, жизни, по крайней мере, подобной земной. Однако для однозначного суждения об этом необходимы прямые исследования планеты, которые начнутся в конце десятилетия миссией NASA DAVINCI. Их результаты позволят судить о потенциальной обитаемости похожих планет.

Таким образом, Венера и Земля представляют собой сходные соседние объекты в обитаемой зоне, пошедшие разными путями развития.

Полученные результаты актуальны для поиска обитаемых планет, т. к. указывают на то, что объекты рассмотрения следует сузить до тех, что наиболее похожи на Землю. Ключевым индикатором ученые считают температуры, обеспечивающие возможность существования жидкой воды. Таким образом, Венера может отражать границу обитаемой зоны.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_ustanovleno\\_chto\\_venera\\_nikogda\\_ne\\_byla\\_prigodna.html](https://catalogmineralov.ru/news_ustanovleno_chto_venera_nikogda_ne_byla_prigodna.html)

### **Установлен источник расплавов, в которых формируются алмазы в мантии**

Существуют 2 способа образования алмаза из графита. Первый предполагает прямое преобразование. Для этого требуются температура свыше 1500°C и давление более 15 ГПа. Данный процесс происходит в нижней мантии. Чаще образование алмазов из графита осуществляется посредством плавления последнего в магматических расплавах, выполняющих роль катализаторов. В результате этого образуются комплексы углерода, из которых кристаллизуется алмаз. Данный процесс происходит на глубинах 150–200 км при давлении 5–7 ГПа.

Ранее предполагалось, что алмаз образуется в расплавах переходных металлов, таких как железо, никель, марганец, кобальт. Их же используют в искусственном синтезе минерала. Позже было установлено, что это характерно только для разностей глубинного происхождения. Минералы ближе к поверхности приурочены к высокощелочным карбонатным и силикатным расплавам, о чем свидетельствуют их включения.

Однако щелочные компоненты, прежде всего калий, не характерны для глубин формирования алмазов. Предполагается, что они попадают туда с поверхности вследствие тектоники. Так, континентальная кора насыщена щелочами за счет гранита – высококалийевой

породы. Суть данного процесса состоит в субдукции океанических плит с накопленным терригенным материалом с континентов. К тому же возможно погружение и воздымание континентов, что видно на примере Кокчетавского массива и комплекса Эрцгебирге. Данные структуры сложены переработанным континентальным материалом.

Новое исследование Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН было посвящено проверке данной гипотезы. Для этого ученые воссоздали средний состав континентальной коры, добавили карбонаты и поместили его в условия алмазообразования. Давление в 6 ГПа, соответствующее глубинам 200 км, создали прессовым аппаратом Discoverer 1500, температуры поддерживали на уровне 1000–1500°C. Полученные образцы изучили на срезе методами электронной микроскопии и рамановской спектроскопии.

По результатам установлено, что по составу они близки к включениям алмазов, образовавшихся в аналогичных условиях. Он соответствует эколгитам – породам силикатного состава. В пробах обнаружено 2 типа высококалийевого расплава: карбонатный и силикатный.

Таким образом, впервые экспериментально подтверждена возможность образования таких расплавов путем плавления материала континентальной коры при погружении.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_ustanovlen\\_istochnik\\_rasplavov\\_v\\_kotoryih.html](https://catalogmineralov.ru/news_ustanovlen_istochnik_rasplavov_v_kotoryih.html)

### **Предполагается полная деградация морского ледяного покрова Арктики с 2027 г.**

В прогнозах деградации ледяного покрова Арктики за точку отсчета обычно принимают 30 дней его отсутствия на площади от 1 млн км<sup>2</sup>. Результаты свидетельствуют о том, что это произойдет к началу нового десятилетия.

В новом исследовании был использован период в сутки. По словам авторов, это не особо значимо с точки зрения климатических закономерностей, но отражает масштабы антропогенного влияния. Методика состояла в компьютерном моделировании полного таяния морского арктического льда в летний период. Всего было создано 300 симуляций.

Большинство из них отражает наступление первых суток без морского ледяного покрова Арктики в 2032–2043 гг. Однако 9 сценариев предполагают, что это произойдет в ближайшие 3–6 лет.

На основе их анализа ученые выяснили, что данные симуляции связаны с экстремальными погодными условиями. Так, они предполагают интенсивное таяние льда жаркой осенью и малое его образование теплой зимой и весной на протяжении 3 лет подряд. Такая обстановка может вызвать деградацию около 2 млн км<sup>2</sup> ледяного покрова к концу лета 2027 г.

Ученые отмечают, что это не приведет к существенному повышению уровня Мирового океана, т. к. речь идет о морских льдах, однако вызовет значительные климатические изменения. Так, они ожидают экстремальных погодных явлений вроде лесных пожаров в Скандинавии и периодов похолодания до -20°C в Южной Европе. К тому же в этот день произойдет значительно большее поглощение тепла океаном, что затруднит повторное образование морского льда.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_predpolagaetsya\\_polnaya\\_degradatsiya\\_morskogo.html](https://catalogmineralov.ru/news_predpolagaetsya_polnaya_degradatsiya_morskogo.html)

### **Подведена статистика по геологоразведке в Казахстане за прошлый год**

На заседании правительства Казахстана в начале декабря вице-министр энергетики подвел статистику по геологоразведке за прошлый год.

По его словам, на 2 электронных аукционах было реализовано 15 участков. Окончательный размер подписного бонуса составил около 62 млн \$.

Заключено 3 контракта по сложным нефтегазовым проектам: по участку Каражар с КазМунайГазом и по участкам Малдыбай и Шалкар с QazaqGaz. В первом проекте компания

передала права Казахтуркмунай для проведения геологоразведки, в рамках второго предполагается расконсервирование 2 скважин и бурение 1.

Для ускорения вовлечения месторождений в разработку 1 контракт геологоразведки переведен на оценку и 10 на добычу.

Проведена 2D-сейсморазведка территорий совокупной площадью 5923 пог. км, 3D-сейсморазведка – 1247 км<sup>2</sup>. Пробурено 50 скважин.

Инвестиции в геологоразведку составили 82,5 млн \$. За 9 месяцев недропользователи инвестировали в проекты около 7,6 млрд \$, из которых около 240 млн пришлось на геологоразведку.

Вице-министр отметил, что достичь роста инвестиций в геологоразведку удалось в 2023 г. благодаря введению поправок, увеличивающих сроки геологоразведки в обмен на дополнительные инвестиции. Это стимулировало разработку зрелых месторождений, где достаточно сейсморазведки, и не требуется бурение.

По его словам, власти планируют либерализовать реализацию инвесторам участков, не востребованных национальными компаниями. Для этого разработаны поправки, предполагающие ограничение для национальных компаний на срок подачи заявления на участок в 3 года с даты, его включения в программу управления государственным фондом недр. По его истечении участок выставляется на аукцион для предоставления прав осуществления геологоразведки инвесторам за счет своих средств.

Кроме того, правительство рассматривает законопроект, предполагающий ограничить сроки отчуждения права недропользования по вновь заключенным контрактам на геологоразведку до 3 лет с момента их заключения. Он нацелен на исключение спекулятивных действий.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_podvedena\\_statistika\\_po\\_geologorazvedke\\_v.html](https://catalogmineralov.ru/news_podvedena_statistika_po_geologorazvedke_v.html)

### **Крупнейшее зафиксированное вулканическое извержение**

Стратовулкан Тамбора, расположенный на острове Сумбава индонезийского архипелага Малых Зондских островов, принадлежит к Тихоокеанскому огненному кольцу – одной из наиболее вулканически активных областей. До 1815 г. он достигал высоты 4,3 км.

5 апреля серией небольших взрывов началось его пробуждение. 10 апреля произошло извержение магнитудой 7 по VEI.

В результате было выброшено около 100 км<sup>3</sup> вулканического материала, что вызвало полное разрушение вершины вулканической постройки с образованием кальдеры диаметром 6-7 км и глубиной более 600 м. Взрывы были слышны за 2,6 тыс. км от вулкана, пепел распространился на сотни км по воздуху. Взрывы вызвали цунами, затронувшие побережья близлежащих островов. Затем началось распространение пирокластических потоков и масштабное излияние лавы.

В результате извержения была уничтожена экосистема Сумбавы: вместо густых лесов с богатой фауной склоны вулкана покрылись пирокластическими отложениями. В дальнейшем в течение десятилетий происходило медленное восстановление биогеоценозов, отслеживаемое учеными, включая Г. Цоллингера.

Извержение имело также глобальный эффект: выбросы 120 млн т диоксида серы создали в атмосфере отражающий слой аэрозолей, который привел к тому, что 1816 стал «Годом без лета», когда глобальная температура снизилась на 0,4–0,7°C. Это вызвало несезонные погодные явления, такие как заморозки, проливные дожди и снегопады в Северной Америке и Европе, снежные бури в Новой Англии и муссоны в Азии, приведшие к наводнениям в Индии и Китае. В результате был уничтожен урожай, и возник один из крупнейших продовольственных кризисов XIX в. Ирландия, Германия и Швейцария пострадали от массового голода, а в Индии и Китае начались эпидемии.

Общее число жертв извержения оценивается примерно в 71 тыс. человек. Большая их часть связана с пирокластическими потоками и возникшими впоследствии голодом и болезнями. Так, было уничтожено несколько деревень, включая Тамбору на полуострове Санггар. На Сумбаве исчезла большая часть растительного покрова, загрязнились источники питьевой воды, что усугубило гуманитарную ситуацию. Также значительные последствия испытали соседние острова, включая Ломбок и Бали, где сократился доступ к продовольствию и питьевой воде.

В 2004 г. археологами под пепловыми отложениями на склонах Тамборы были обнаружены остатки погребенной цивилизации в виде бронзовой и керамической посуды и остатков жилищ. Ученые предполагают, что это было процветающее сообщество, специализировавшееся на торговле с другими культурами Юго-Восточной Азии. Эти люди говорили на утраченном языке, не принадлежавшем к австронезийской семье. Данное место было названо Восточными Помпеями.

Частицы вулканического пепла в атмосфере привели к проявлению ярко окрашенных закатов, запечатленных в произведениях художников и писателей того времени, таких как С.У. Тернер.

Вулкан Тамбора по-прежнему активен. Для предотвращения столь масштабных социально-экономических последствий потенциальных извержений в будущем он отслеживается постоянными мониторинговыми наблюдениями.

Изучение последствий извержения 1815 г. продолжается для оценки пределов стихийных бедствий и выработки стратегий приспособления к ним.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_krupneyshee\\_zafiksirovannoe\\_vulkanicheskoe.html](https://catalogmineralov.ru/news_krupneyshee_zafiksirovannoe_vulkanicheskoe.html)

### **О ювелирном значении физических свойств алмаза**

Алмаз является наиболее твердым минералом, за счет чего используется в качестве абразивного материала в различных отраслях. Далее проанализировано значение его физических свойств в ювелирной промышленности.

Твердость определяется кристаллической структурой и прочностью связей между атомами. Атомы углерода алмаза, формирующегося в мантии при высокой температуре и давлении, объединяются в плотные кубические ячейки наиболее прочной ковалентной связью. Физически твердость характеризуется, как способность противостоять царапанию и сжатию. Алмаз – единственный минерал, соответствующий 10 значению минералогической шкалы Мооса. Причем значение данной характеристики может отличаться между образцами, но в любом случае соответствует высшему значению шкалы. Благодаря этому алмазы очень устойчивы к царапанию и истиранию. К тому же твердость минерала зависит от технологии обработки, а именно от направления резки. Обычно алмазы режут в направлении снижения показателя, так как это позволяет получить наиболее проявленный блеск при незначительном сокращении твердости.

При этом алмазы раскалываются при ударных воздействиях, что отражает их хрупкость, или вязкость. Это свойство используется при обработке минерала и обуславливает осторожность при эксплуатации.

Причем раскол происходит по четко выраженным плоскостям спайности – алмаз характеризуется совершенной спайностью. За счет этого крупные образцы легко разделять на более мелкие.

Таким образом, любой алмаз очень устойчив в качестве ювелирного изделия при повседневной эксплуатации, за исключением ударных воздействий.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_o\\_yuvelirnom\\_znachenii\\_fizicheskikh\\_svoystv\\_almaza.html](https://catalogmineralov.ru/news_o_yuvelirnom_znachenii_fizicheskikh_svoystv_almaza.html)

### **Планируется начало добычи сланцевой нефти в Казахстане**

По словам премьер-министра Казахстана на расширенном заседании правительства, в этом году планируется начало добычи сланцевой нефти.

Президент считает, что это является необходимой мерой, учитывая значительные запасы сланцевых залежей, наряду с вовлечением в разработку технологически сложных месторождений. Для повышения коммерческой привлекательности данных проектов правительству следует обеспечить их государственную поддержку.

Премьер-министр считает, что разработка сланцевой нефти создаст дополнительные стимулы для привлечения инвестиций в нефтегазовую отрасль.

Планирование освоения месторождений сланцевой нефти началось в 2018 г. Первая скважина в таких залежах была успешно пробурена САУТС-ОЙЛ в Кызылординской области. Затем началось создание законодательной основы.

По данным ЕИА, объемы технически извлекаемых запасов сланцевой нефти и конденсата Казахстана составляют 10,6 млрд барр., или около 1,4 млрд т. Потенциальные запасы сланцевого газа оцениваются в 7 трлн м<sup>3</sup>, из которых извлекаемые составляют 764 млрд. Основные залежи сланцевых углеводородов сосредоточены в Южно-Торгайском бассейне, расположенном на территории Кызылординской и Улытауской областей. Его запасы, по данным Комитета геологии Министерства промышленности и строительства, составляют 56,4 млн т.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_planiruyetsya\\_nachalo\\_dobyichi\\_slantsevoy\\_nefti\\_v.html](https://catalogmineralov.ru/news_planiruyetsya_nachalo_dobyichi_slantsevoy_nefti_v.html)

### **Обнародованы данные по запасам нефти Каспийского региона**

ЕИА министерства энергетики США обнародовало данные по запасам нефти Каспийского региона на начало 2025 г.

Согласно данной информации, доказанные запасы нефти Казахстана достигли 30 млрд барр. Для Туркменистана показатель составляет 600 млн барр., для Узбекистана – 594 млн барр.

ЕИА отметило значительные запасы углеводородов Каспийского региона, приуроченные как к морским, так и к сухопутным месторождениям. Данные страны в последние годы активно развивают добычу газа, хотя имеют традиционный нефтедобывающий профиль. На 3 упомянутые страны вместе с Азербайджаном в 2023 г. пришлось 3% от глобального производства энергии и 1% от потребления. Казахстан обеспечил около половины этих показателей.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_obnarodovanyi\\_dannyye\\_po\\_zapasam\\_nefti.html](https://catalogmineralov.ru/news_obnarodovanyi_dannyye_po_zapasam_nefti.html)

### **Значительно снизилась стоимость цветных алмазов в прошлом году**

По сообщению IDEX Online, FCRF зафиксировал в прошлом году наибольшее снижение стоимости цветных бриллиантов за период существования индекса отслеживания. Он был запущен в 2014 г. и распространяется на желтые, розовые и голубые алмазы.

По итогам 2024 г. индекс сократился на 2,2%. В то же время цены на белые бриллианты упали на 13,3%.

Из этих данных FCRF сделал вывод о стабильности рынка алмазов фантазийных цветов как специализированного класса активов в условиях обширной экономической неопределенности.

Среди цветных алмазов наибольшее снижение цены зафиксировано для желтых – 5,6%. Синие подешевели на 1,8%, розовые – на 0,8%.

До 2024 г. наибольшее снижение индекса отмечено в 2019 г.: 1,4%. В 2023 и 2022 гг. он наоборот возрос на 2,2% и 3,9% соответственно.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_znachitelno\\_snizilas\\_stoimost\\_tsvetnyih\\_almazov\\_v.htm](https://catalogmineralov.ru/news_znachitelno_snizilas_stoimost_tsvetnyih_almazov_v.htm)

### **Интенсивно растет скорость нагрева океана**

По результатам нового исследования, проведенного под координацией Университета Рединга, установлено, что скорость нагрева океана сильно возросла относительно 80 гг. прошлого века.

Так, в те времена она составляла 0,06°C в 10 лет, а теперь достигла 0,27°C. Так в 2023–2024 гг. зафиксирована рекордная температура Мирового океана на протяжении 450 сут. подряд. Было выяснено, что в значительной степени ее вызвало Эль-Ниньо, что проявилось при сопоставлении с явлением 2015–2016 гг. Однако оставшиеся 44% были принесены ускоренным нагревом океана.

Ученые объясняют это энергетическим дисбалансом, возросшим вдвое в 2010 г. вследствие увеличения концентрации парниковых газов и снижения альбедо. Он выражается в повышении поглощения солнечной энергии поверхностью планеты за счет снижения ее отражения.

Пока нет прогнозов, однако ученые не исключают, что следующие 20 лет могут превзойти по скорости нагрева Мирового океана прошедшие 40.

Данный процесс вносит значительный вклад в глобальное потепление.

Решение исследователи видят в сокращении парникового эффекта путем снижения глобальных выбросов углекислого газа.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_intensivno\\_rastet\\_skorost\\_nagreva\\_okeana.html](https://catalogmineralov.ru/news_intensivno_rastet_skorost_nagreva_okeana.html)

### **Установлена связь климатических циклов с изменениями орбиты Земли**

Изменение климата является одной из ключевых глобальных проблем. Поэтому актуальны исследования его механизма. К тому же нет единого мнения относительно степени участия в данном процессе антропогенной деятельности.

В новом исследовании, проведенном под координацией Калифорнийского университета в Санта-Барбаре, климатические изменения за последний 1 млн лет были соотнесены с изменениями орбиты Земли.

По результатам установлена связь циклов оледенений и межледниковий с орбитальными изменениями, включая колебания формы, наклона оси и прецессии.

К тому же ученые спрогнозировали, что следующее оледенение должно наступить примерно через 10 тыс. лет. Однако антропогенное вмешательство, выраженное через парниковый эффект, по их мнению, может отсрочить или предотвратить его.

Полученные результаты способствуют пониманию долгосрочных климатических циклов и создают основу для прогнозирования изменений. Это позволит оценить последствия антропогенного воздействия и скорректировать управляющие меры в соответствии с естественными климатическими циклами.

В дальнейшем ученые планируют откалибровать на основе полученных результатов климатические модели. Это повысит точность прогнозирования на следующее 10–20 тыс. лет.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_ustanovlena\\_svyaz\\_klimaticheskikh\\_tsiklov\\_s.html](https://catalogmineralov.ru/news_ustanovlena_svyaz_klimaticheskikh_tsiklov_s.html)

### **Зафиксирована трансформация внутреннего ядра Земли**

Твердое внутреннее ядро Земли сферической формы, состоящее из железоникелевого сплава, окружено жидким внешним. Граница между ними находится на глубине около 5 тыс. км.

Новое исследование USC было нацелено на раскрытие природы и изучение текущего состояния внутреннего ядра (предполагается, что оно постепенно замедляется). Ученые проанализировали сейсмограммы за несколько десятилетий: данные за 1991–2024 гг. собраны станциями с приемными решетками у Фэрбенкса и Йеллоунайфа.

По результатам выявлено 121 землетрясение. Они сосредоточены более чем в 40 точках у Южных Сандвичевых островов, на юге Атлантического океана.

Была отмечена уникальная специфика сейсмических волн станции в Йеллоунайфе. Путем уточнения разрешения ученые установили, что это свидетельствует о физической активности вдоль поверхности внутреннего ядра. Они предполагают, что она проявляется в виде вязкой деформации. Таким образом, внутреннее ядро периодически меняет форму. Исследователи объясняют механизм данного процесса взаимодействием с внешним ядром: турбулентность последнего нарушает внутренне.

Полученные результаты меняют понимание свойств внутреннего ядра и внутренней динамики Земли. Они, могут быть, связаны с магнитным и тепловым полем. К тому же установлено влияние топографической активности на вращательные явления внутри планеты.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_zafiksirovana\\_transformatsiya\\_vnutrennego\\_yadra.html](https://catalogmineralov.ru/news_zafiksirovana_transformatsiya_vnutrennego_yadra.html)

### **Разработана новая технология извлечения титана из промышленных отходов**

Сотрудники Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачёва (КузГТУ) разработали технологию извлечения титана из промышленных отходов.

Она рассчитана на отходы обогащения угля.

Технология включает несколько операций. Сначала шахтные породы и хвосты смешивают с серной кислотой и помещают в печь при температуре до 250°C. Полученное сырье фильтруют, доводят до кипения и повторно фильтруют. Затем осуществляют промывку дистиллированной водой. После этого извлекают титан.

Новая технология позволяет извлекать свыше 99% титана из отходов угольной промышленности. Металл получается чистым ввиду отсутствия образования соединений железа.

К тому же из сырья можно извлекать прочие компоненты: цирконий, гафний, тантал, ниобий.

К достоинствам технологии относят экономичность за счет использования недорогих реагентов.

По результатам создана модульная установка производительностью до 150 кг отходов за цикл.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_razrabotana\\_novaya\\_tehnologiya\\_izvlecheniya1.html](https://catalogmineralov.ru/news_razrabotana_novaya_tehnologiya_izvlecheniya1.html)

### **Древний Мировой океан имел другой цвет**

Цианобактерии считаются одними из древнейших форм жизни на Земле: обнаружены их свидетельства в виде строматолитов возрастом более 3,5 млрд лет.

Это фотосинтезирующие организмы, поэтому они имеют хлорофилл – пигмент,

поглощающий свет в синей и красной областях спектра и отражающий в зеленой. Он придает листьям и стеблям зеленую окраску.

К тому же некоторые виды включают фикоэритробилин из группы фикобилинов – дополнительных водорастворимых пигментов. Он поглощает свет в зеленой и желтой области спектра, длиной волны 495–570 нм. Было установлено, что этот пигмент имел общий предок цианобактерий.

Новое исследование Нагойского университета было посвящено выяснению роли дополнительных пигментов цианобактерий и связи их со средой обитания. В качестве методов ученые использовали моделирование, лабораторные эксперименты и натурные наблюдения.

Моделирование использовалось для воссоздания архейских условий мирового океана. Это касалось, прежде всего, концентрации гидроксида железа, которым, как предполагается, в то время были насыщены воды. Эти данные нужны для определения области спектра, необходимой фотосинтезирующим организмам.

По результатам установлено, что концентрация гидроксида железа в океане была относительно невысокой. Он поглощал свет в синей области спектра, а вода – в красной, как и сейчас. Зеленый свет, поглощаемый в настоящее время дополнительными водорастворимыми пигментами цианобактерий в виде фикобилинов, оставался и проникал в глубины.

Для подтверждения полученных выводов был проведен лабораторный эксперимент, состоявший в выращивании различных видов цианобактерий (с и без фикоэритробилина) под разным светом.

Оказалось, что в зеленом свете цианобактерии с фикоэритробилином росли многократно быстрее видов без него.

Затем исследователи изучили видовой состав цианобактерий у вулканического острова Ио архипелага Кадзан. Здесь вода насыщается горячими источниками железом на глубине 5,5 м, вследствие чего имеет зеленый оттенок.

Установлено, что у горячих источников преобладают цианобактерии с фикоэритробилином, а у поверхности – виды без него.

Таким образом, ученые сделали вывод, что древний океан имел зеленый оттенок за счет развития цианобактерий с дополнительными пигментами, повышающими их приспособляемость к насыщенной гидроксидом железа воде за счет поглощения света в спектрах, не доступных для хлорофилла. Такая обстановка длилась до конца протерозоя, когда гидроксид железа полностью окислился выделяемым фотосинтетиками кислородом, осадившись на дно. Тогда вода стала прозрачной и обрела синий оттенок. В настоящее время его усиливает Рэлеевское рассеяние, под которым понимают повышенное рассеивание синего цвета в атмосфере, окрашивающее небо в голубой, смешивающийся при виде из космоса с синим оттенком океанов. Однако цветущие водоемы и сегодня имеют зеленую окраску ввиду поглощения органикой синего спектра.

По мнению ученых, зеленый цвет является индикатором для анализа экзопланет, потенциально свидетельствующим о наличии организмов в океане.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_drevniy\\_mirovoy\\_ocean\\_imel\\_drugoy\\_tsvet.html](https://catalogmineralov.ru/news_drevniy_mirovoy_ocean_imel_drugoy_tsvet.html)

### **Разработана новая технология извлечения золота из отвалов**

Сотрудниками Забайкальского государственного университета (ЗабГУ) разработана новая технология извлечения золота из отвалов.

По словам профессора кафедры инженерной экологии, она основана на фотоэлектрохимических воздействиях. Это позволило снизить расход цианида натрия относительно аналогичных методов.

Производительность составляет 0,35 г/м<sup>3</sup>.

Технология рассчитана на гале-эфельные отвалы, характерные для россыпей, разрабатываемых драгами и мобильными промывочными комплексами. В стране зафиксировано 11,9 млрд м<sup>3</sup> таких отвалов. Их ресурсный потенциал оценивается в более чем 1,9 тыс. т.

Новая технология отнесена к критически важным. Она отличается от аналогов простотой и меньшим негативным воздействием на природную среду.

Технология прошла предварительные тесты. Теперь требуются инвестиции в более чем 100 млн руб. для создания опытно-промышленной установки.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_razrabotana\\_novaya\\_tehnologiya\\_izvlecheniya2.html](https://catalogmineralov.ru/news_razrabotana_novaya_tehnologiya_izvlecheniya2.html)

### **Синтезирован углеродный минерал тверже алмаза**

Междисциплинарной группой, объединившей физиков, материаловедов и инженеров из Китая и Швеции, разработана технология синтеза особого твердого углеродного минерала.

Ее суть состоит в нагревании и сжатии графита, а именно его двумерной разности в виде графена. Продукт наследует гексагональную кристаллическую решетку исходного минерала, в отличие от характерной для алмаза кубической. Подобный подход уже пытались использовать, однако полученные образцы были мелкими и загрязненными примесями.

Данный минерал известен как лонсдейлит. Он формируется, предположительно, импактным путем в естественных условиях. Так, первый образец был обнаружен в метеорите Каньон Дьябло в Аризоне в 1967 г.

Новая технология позволила получить образец диаметром 1 мм. Он выдерживает давление до 155 ГПа и температуру до 1100°C против 70–100 ГПа и до 700°C для алмаза. Таким образом, разница в твердости составляет от 40%. К тому же, по словам ученых, лонсдейлит значительно долговечнее.

Продукт нацелен на промышленное использование в качестве абразивного материала и в сверхпроводниках. Он может значительно расширить применение углеродных минералов в высокотехнологичных отраслях и способствовать развитию последних.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_sintezirovan\\_uglerodnyiy\\_mineral\\_tverje\\_almaza.html](https://catalogmineralov.ru/news_sintezirovan_uglerodnyiy_mineral_tverje_almaza.html)

### **История технологий синтеза рубина**

Первые попытки искусственного создания рубина были предприняты в начале XIX в. Это было связано с его нехваткой, особенно в производствах абразивов, подшипников и украшении часов. Рубины относительно редки и обычно составляют в размерах до 3 карат.

Первая технология была разработана во Франции Э. Фреми. Ее суть состояла в выдерживании в тиглях из огнеупорной глины при температуре каления, на протяжении 20 суток смеси квасцов, свинцового сурика, кремния и дихромата калия. Таким образом, был получен синтетический рубин, аналогичный по свойствам натуральному. Однако образцы были мелкими: автору технологии удалось довести их размеры до нескольких мм. Такое сырье могло использоваться в ювелирной промышленности ограниченно.

Около 1885 г. на рынок попала крупная партия рубинов, которые, как выяснилось, были получены путем сплавления мелких фрагментов минерала. Это привело к обвалу рынка. В дальнейшем французским синдикатом алмазов и драгоценных камней данные образцы были признаны искусственными и запрещены к продаже. Совершенные сделки

были аннулированы. Источник этих камней не был установлен.

При разработке новой технологии синтеза рубинов эти образцы изучал О.-В.-Л. Верней. Суть его методики состояла в нагреве подаваемой через паяльную лампу смеси водорода или газа с кислородом сырья из оксида алюминия. Технология доводилась автором на протяжении 15 лет и была представлена в 1902 г. За это время он создал средства управления потоком газовых смесей и удаления тепла. Данная технология позволяла получать продукты, аналогичные по составу и оптическим свойствам рубину. Единственное отличие состояло в отсутствии характерных для естественных образцов включений. К тому же новая технология отличалась очень высокой производительностью: за 2 ч выращивался 15-каратный камень, который подлежал разрезанию на несколько кристаллов. Она по сей день является основной для производства рубина.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_istoriya\\_tehnologiy\\_sinteza\\_rubina.html](https://catalogmineralov.ru/news_istoriya_tehnologiy_sinteza_rubina.html)

### **Зафиксирован случай неизвестного использования киновари**

Киноварь – минерал, представленный сульфидом ртути. Издревле она использовалась в различных культурах в медицине, шаманизме и погребальных обрядах.

Новое исследование Цзилиньского и Техасского университетов было посвящено изучению останков, обнаруженных в захоронении на кладбище Шэнцзиндянь в Турфане, возрастом около 2200 лет. Данный объект культуры Субэйси содержит 31 могилу, относящуюся к периоду с 100 г. до н. э. по 1000 г. н.э. В захоронении M11 обнаружены останки 4 человек и ряд артефактов, среди которых керамика, костяные гребни, золотые украшения, деревянные и кожаные изделия и ценные вещи. На основе этого был сделан вывод о высоком статусе погребенных людей. У женщины возрастом 20–25 лет отмечены окрашенные зубы. Пигмент был проанализирован методами рамановской спектроскопии, рентгенофлуоресцентного анализа и инфракрасной спектроскопии.

По результатам установлено, что зубы были окрашены киноварью. К тому же были определены белковые соединения, свидетельствующие об использовании органического материала для ее нанесения.

Это первый зафиксированный случай такого использования данного минерала. Ученые полагают, что это могло быть ритуалом, т.к. в шаманизме красный цвет символизировал защиту, бессмертие или духовную связь. Также они рассматривают варианты лечебного или косметического применения киновари.

Источник киновари неизвестен, т.к. в Турфанском бассейне нет ее месторождений. Исходя из этого, исследователи предполагают, что минерал был импортирован по Шелковому пути. На кладбище обнаружены находки вроде шелковых тканей, лакированных изделий и бусин из искусственного бирюзового стекла, свидетельствующие о международных торговых связях.

Полученные результаты расширяют понимание культуры древних обществ.

В дальнейшем планируется генетический анализ обнаруженных останков с целью определения культурной принадлежности и социального статуса.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_zafiksirovan\\_sluchay\\_neizvestnogo\\_ispolzovaniya.htm](https://catalogmineralov.ru/news_zafiksirovan_sluchay_neizvestnogo_ispolzovaniya.htm)

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

**ИВАНОВ СЕРГЕЙ ЛЬВОВИЧ**

2 апреля 2025 г. на 49-ом году скоропостижно ушел из жизни Иванов Сергей Львович – известный казахстанский эколог, лауреат 12-ой ежегодной церемонии награждения народным знаком качества «БЕЗУПРЕЧНО» лучших компаний-производителей на рынке товаров и услуг Казахстана (г. Алматы, 2011 г.), член попечительского совета Костанайского Государственного Университета им. А. Байтурсынова (г. Костанай).

Сергей Львович продолжатель традиций геологической семьи. Отец известный в стране геолог Иванов Лев Анатольевич, Почетный разведчик недр, крупный специалист по драгоценным металлам и камням, мать также всю жизнь отдала геологической отрасли.

Первоначально Сергей Львович получил образование ботаника-агронома, а затем на эколога и в процессе трудовой деятельности эколога, достиг значительных успехов и высоких результатов.

В 2003 г. Сергей Львович организовал свое предприятие ТОО «Экогеоцентр», создал достойный коллектив специалистов, где вместе с ними с годами напряженной творческой работы компания приобрела высокий рейтинг в отрасли.

Сергей Львович формировался не только как специалист-эколог, но и как руководитель-менеджер, то есть организатор производственного процесса. Для него не существовало препятствий к выполнению заданий любой сложности, он легко находил связи с наукой, привлекал к работе видных ученых, поднимал квалификацию своих работников и рос вместе с ними и сам. В условиях рыночной экономики и с учетом широкой географии выполнения заданий по любому объекту в стране, показали, что Сергей Львович умело адаптировался к этим условиям, и поднял на высокий уровень технологию оценки современного состояния природной среды любого объекта от сельскохозяйственного до горнорудного предприятия с полным комплексом добычи и переработки руды. И в этом его предприятие достигло высочайшего уровня, высокие технологии производства работ, цифровая обработка данных полевых и камеральных исследований.

Под руководством Сергея Львовича выполнены научно-исследовательские работы для «АО Полиметалл» на Варваринском руднике и большая работа по государственному бюджету: «Проведение мониторинга воздействия на окружающую среду техногенного минерального образования «Иловая гора», г. Житикара», 2022–2023 гг.

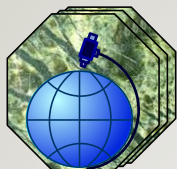
Эти работы высоко оценили государственные природоохранные службы области и сами недропользователи (природопользователи), результаты этих исследований опубликованы в отраслевом рейтинговом журнале и местной прессе, одобрены местной общественностью.

Сергей Львович был отличным семьянином, отцом и сыном, замечательным руководителем и другом.

*Выражаем глубокое, искреннее соболезнование родным и близким в связи с тяжелой утратой! Светлая память о замечательном человеке, талантливом специалисте навсегда останется в наших сердцах!*



*Коллеги, друзья  
и редакция «Горно-геологического журнала»*



# ТОО «АСБЕСТОВОЕ ГРП»

- *Изучение геологического строения и горно-геологических и инженерно-геологических условий, гидрогеологических характеристик месторождений*
- *Проектирование геологоразведочных работ, прогноз, оценка запасов, разработка ТЭО, подготовка месторождений к промышленному освоению, отчеты по стандартам KAZRC*
- *Бурение скважин на все виды полезных ископаемых*
- *Геолого-маркшейдерское обслуживание при пользовании недрами*
- *Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания*
- *Проектные и строительно-монтажные работы*
- *Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-35-60; 2-22-72*
- *E-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru); [agrpgeol@mail.ru](mailto:agrpgeol@mail.ru)*

## Адрес редакции:

110700 г. Житикара Костанайской обл., 4 микр., д. 5а  
ТОО «Асбестовое ГРП»

E-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru)

Наш сайт в интернете: [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.ru)

Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-22-72; сот.+7 775 361 0634

На лицевой стороне обложки журнала размещена фотография погрузки асбестовой руды в карьере Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста, расположенного в Житикаринском районе Костанайской области Республики Казахстан. Фото из архива газеты «Хризотил КМ»

Журнал  
распространяется  
в Республике Казахстан,  
Российской Федерации

Ответственность  
за достоверность  
фактов и сведений,  
содержащихся  
в публикациях, несут  
авторы

Ответственность  
за содержание рекламы  
несут рекламодатели

При перепечатке  
материалов ссылка  
на «Горно-геологический  
журнал» обязательна



**ТОО «АГРП»**  
**110700, г. Житикара, Республика Казахстан**  
**тел.: 8 (71435) 2-22-72; 2-35-60**  
**e-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru)**