

ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES

OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

3 (411)

МАМЫР – МАУСЫМ 2015 ж.

МАЙ – ИЮНЬ 2015 г.

MAY – JUNE 2015

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

Ж. М. Әділов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бейсенова А.С.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғалиев Г.Х.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қожахметов С.М.**; геол.-мин. ғ. докторы, академик НАН РК **Курскеев А.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., академик НАН РК **Оздоев С.М.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рақышев Б.Р.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүктүков Н.С.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.** (бас редактордың орынбасары); геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сейітмұратова Э.Ю.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәткеева Г.Г.**; техн. ғ. докторы **Абаканов Т.Д.**; геол.-мин. ғ. докторы **Абсаметов М.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Байбатша Ә.Б.**; геол.-мин. ғ. докторы **Беспаев Х.А.**; геол.-мин. ғ. докторы, ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Ж.С.**; геол.-мин. ғ. кандидаты, проф. **Жуков Н.М.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і:

Әзірбайжан ҰҒА академигі **Алиев Т.** (Әзірбайжан); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Бакиров А.Б.** (Қырғызстан); Украинаның ҰҒА академигі **Булат А.Ф.** (Украина); Тәжікстан ҰҒА академигі **Ганиев И.Н.** (Тәжікстан); доктор Ph.D., проф. **Грэвис Р.М.** (США); Ресей ҰҒА академигі РАН **Конторович А.Э.** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Курчавов А.М.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Постолатий В.** (Молдова); жаратылыстану ғ. докторы, проф. **Степанец В.Г.** (Германия); Ph.D. докторы, проф. **Хамфери Дж.Д.** (АҚШ); доктор, проф. **Штейнер М.** (Германия)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. М. Адилов

Редакционная коллегия:

доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Бейсенова**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Кожаметов**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **А.К. Курскеев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Оздоев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.С. Буктуков**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Р. Медеу**; докт. геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омисериков** (заместитель главного редактора); доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Э.Ю. Сейтмуратова**; докт. техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор техн. наук **Т.Д. Абаканов**; доктор геол.-мин. наук **М.К. Абсаметов**; докт. геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Байбатша**; доктор геол.-мин. наук **Х.А. Беспнаев**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **Ж.С. Сыдыков**; кандидат геол.-мин. наук, проф. **Н.М. Жуков**

Редакционный совет

академик НАН Азербайджанской Республики **Т. Алиев** (Азербайджан); доктор геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Бакиров** (Кыргызстан); академик НАН Украины **А.Ф. Булат** (Украина); академик НАН Республики Таджикистан **И.Н. Ганиев** (Таджикистан); доктор Ph.D., проф. **Р.М. Грэвис** (США); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчатов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **В. Постолатий** (Молдова); доктор естественных наук, проф. **В.Г. Степанец** (Германия); доктор Ph.D., проф. **Дж.Д. Хамфери** (США); доктор, проф. **М. Штейнер** (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук». ISSN 2224-5278

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

Zh. M. Adilov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.S. Beisenova, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **G.Kh. Yergaliev**, dr. geol.-min. sc., prof., academician of NAS RK; **S.M. Kozhakhmetov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.K. Kurskeev**, dr.geol.-min.sc., academician of NAS RK; **S.M. Ozdoyev**, dr. geol.-min. sc., prof., academician of NAS RK; **B.R. Rakishev**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **I.V. Severskiy**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.S. Buktukov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.R. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, dr. geol.-min. sc., corr. member of NAS RK (deputy editor); **E.Yu. Seytmuratova**, dr. geol.-min. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.D. Abakanov**, dr.eng.sc., academician of KazNANS; **M.K. Absametov**, dr.geol.-min.sc., academician of KazNANS; **A.B. Baibatsha**, dr. geol.-min. sc., prof.; **Kh.A. Bespayev**, dr.geol.-min.sc., academician of IAMR; **Zh.S. Sydykov**, dr.geol.-min.sc., academician of NAS RK; **N.M. Zhukov**, cand.geol.-min.sc., prof.

Editorial staff:

T. Aliyev, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **A.B. Bakirov**, dr.geol.-min.sc., prof. (Kyrgyzstan); **A.F. Bulat**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.N. Ganiev**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **R.M. Gravis**, Ph.D., prof. (USA); **A.E. Kontorovich**, RAS academician (Russia); **A.M. Kurchavov**, dr.geol.-min.sc. (Russia); **V. Postolatiy**, NAS Moldova academician (Moldova); **V.G. Stepanets**, dr.nat.sc., prof. (Germany); **J.D. Hamferi**, Ph.D, prof. (USA); **M. Steiner**, dr., prof. (Germany).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. ISSN 2224-5278

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 3, Number 411 (2015), 79 – 85

RESULTS OF ECOLOGICAL-RADIOMETRIC RESEARCHES IN LIQUIDATION OF MINES OF THE NORTH-EASTERN DONBASS

I. V. Udalov

Kharkiv National University named after V. N. Karazin, Ukraine

Keywords: liquidation of mines, radon, pollution, radioactivity, groundwater, balneology.

Abstract. The article analyzes the factors influencing safety in connection with Ukraine's ongoing restructuring of the coal industry. Presents the results of integrated environmental-radiometric and geochemical research carried out on the territory of the abandoned mines of the North-Eastern Donbass. Describes the features of the geological conditions of liquidated mines. In the process of ongoing research: dose rate of gamma radiation, the flux density of beta - and alpha - particles was determined, the total specific activity of rocks and the presence of radon in the air. The complex geologic and radiometric research have identified sources of radioactive contamination of the areas of the mine fields with abandoned mines. Revealed that the total specific activity breeds more than 90% due to the presence of ^{226}Ra . The presence of radioactive waste requiring disposal. It is determined that the rise of groundwater containing radionuclides and high salinity, is a danger for sources of centralised water supply (Svetlichansky intake), and also wells and springs located on the territory of research. The research conducted at the mine "Lugansk" has allowed to identify groundwater radon content sufficient to establish spas. Given the concentration of radon water used in different countries for balneological purposes. Recommendations on the use identified in the study area different groups of radon water.

УДК 556.388:553.76

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ШАХТ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

И. В. Удалов

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

Ключевые слова: ликвидация шахт, радон, загрязнение, радиоактивность, подземные воды, бальнеология.

Аннотация. Представлены результаты комплексных эколого-радиометрических исследований территорий ликвидированных шахт Северо-Восточного Донбасса. Изучались: мощность дозы гамма-излучения, плотность потока бета- и альфа-частиц, определялась суммарная удельная активность пород и наличие радона в воздухе. Проведенный комплекс геологических и радиометрических исследований позволил выявить источники радиоактивного загрязнения на территориях шахтных полей ликвидированных шахт. Установлено наличие радиоактивных отходов нуждающихся в захоронении. Даны рекомендации по применению выявленных в районе исследований различных групп радоновых вод.

Реструктуризация угольной промышленности Украины, проводившаяся с 1996 г. на территории Донбасса привела к нарушению равновесия в системе «вода – горные породы». Наибольшую угрозу для безопасной жизнедеятельности представляет затопление горных выработок и подъем

уровня подземных вод за пределами горных отводов при консервации горнодобывающих предприятий «мокрым» способом. Следствием этих процессов является: усиление восходящей миграции высоко минерализованных вод глубоких горизонтов, и как следствие, смешение водоносных горизонтов между зонами активного и замедленного водообмена, проседание дневной поверхности, существенная активизация газовой миграции [6-8]. Практическим следствием этого может быть возрастание риска возникновения опасных ситуаций: неконтролируемое ухудшение качества поверхностных и подземных систем питьевого водоснабжения, подтопление и разрушение жилищного и промышленного фонда, а также коммуникаций (в том числе экологически опасных – нефте-газо-продуктопроводы, химические предприятия и пр.), усложнение условий ведения сельского хозяйства на подтопленных территориях. Неуправляемое развитие этих процессов, которые в большинстве случаев носят необратимый характер, может привести к экологической катастрофе, последствия которой могут иметь чрезвычайно длительный и масштабный характер.

В статье описан комплекс радиометрических исследований, проведенных на территории шахтных полей ликвидированных шахт Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района (ГПР) Северо-Восточного Донбасса. На протяжении нескольких лет Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем (УкрНИИЭП) выполнял специальные исследования по изучению содержания радона (^{222}Rn) на территории промплощадок ликвидированных шахт Алмазно-Марьевского ГПР. Автор принимал непосредственное участие в этих исследованиях. В процессе исследований проводилось изучение содержания радона: в приземном слое атмосферного воздуха рабочей зоны закрывающихся шахт; в приземном слое атмосферы вблизи терриконов; в скважинах, родниковых выходах подземных вод и поверхностных водотоках. Кроме того, почвы, грунты, породные отвалы и суглинисто-илистые отложения в отстойниках шахтных вод всех ликвидированных шахт изучены по таким показателям, как мощность дозы гамма-излучения, плотность потока бета- и альфа-частиц, и наличие эманаций ^{226}Ra с поверхности пород. Результаты изучения Алмазно-Марьевского ГПР приводятся на примере Брянковской и Стахановской территориально-промышленных агломераций (ТПА). Территория Брянковской и Стахановской ТПА достаточно показательна для Донбасса, т.к. практически одновременно были ликвидированы 8 шахт: «Замковская», «Брянковская», «имени Ильича», «имени И. В. Чеснокова», «Максимовская», «Центральная Ирмино», «Бежановская» и «Луганская».

Отмечено, что все шахты описываемой территории разрабатывали угольные пласты в весьма сложных горно-геологических условиях: складчатое залегание пород с большим количеством дизъюнктивных нарушений, большое число отрабатываемых пластов (шахты отрабатывали от 5 до 17 пластов) [1, 2]. В структурно-тектоническом плане район исследований приурочен к зоне Северной мелкой складчатости Донбасса, со сложным геологическим строением. Тектоническое строение района исследований характеризуется многочисленными зонами тектонических нарушений, представленных интенсивно трещиноватыми породами, кроме того, все шахты имели сбойки друг с другом. Это говорит о наличии гидравлических связей между водоносными горизонтами и между шахтами в целом [3]. Глубина разработки угольных пластов колебалась от 380 м (шахта «Замковская») до 960 м (шахта «имени Ильича»), остальные шахты имели глубины в диапазоне 680–770 м. Отмечено, что все шахты исследуемой территории являлись сверхкатегорийными по метану [5].

Целью исследования являлась оценка эколого-радиационного состояния окружающей среды на территории ликвидированных шахт Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района.

Анализ имеющихся данных показывает, что радиометрическое изучение шахтных полей ликвидированных шахт проводилось Луганской ГРЭ в комплексе с геохимическим опробованием почв по сети 500x500 м. В точках отбора проб измерялась мощность гамма-излучения у поверхности земли радиометром СРП-88Н. Между точками опробования велось сплошное прослушивание гамма-фона. С территории промплощадок, терриконов и шахтных полей отбирались точечные пробы горных пород на определение суммарной (радий (^{226}Ra), торий (^{232}Th), и калий (^{40}K)) удельной активности. Гамма спектрометрические анализы выполнены на гамма-спектрометре АИ-1024-95, при этом количество проб на определение удельной активности с одного породного отвала составляло 20. На каждом шахтном поле опробовано 1-3 террикона, что является

достаточным для общей оценки класса радиационной опасности пород. Породные отвалы (терриконы) шахт представлены в основной своей массе углистыми сланцами, горельниками, углистыми отходами.

Кроме того, породные отвалы по всем закрывающимся шахтам изучены по таким показателям, как мощность дозы гамма-излучения, плотность потока бета- и альфа-частиц, эманаций ^{226}Ra с поверхности пород (УкрНИИЭП). Гамма-излучение измерялось радиометром СРП-68-01, бета- и альфа-излучение – радиометром РУП-1. Концентрация ^{222}Rn измерялась при помощи эманометра «Радон». Приборы аттестованы и отградуированы в Харьковском НИИ Метрологии и Стандартизации. Пробы воздуха отбирались и анализировались непосредственно у породных отвалов (в 5-10 м с подветренной стороны от терриконов).

Установлено, что содержание ^{222}Rn в приземном слое атмосферы вблизи терриконов, как правило не горящих, изменяется в диапазоне от 0,3 до 6,0 Бк/м³ и не выходят за пределы обычных фоновых значений для атмосферного воздуха. По справочной и специальной литературе средние концентрации ^{222}Rn и продуктов его распада в воздухе составляют 0,03-11,0 Бк/м³. Описано, что удельная эффективная активность горных пород в отвалах шахт исследуемого района составляет 125-285 Бк/кг, т.е. суммарное содержание ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K не превышает 370 Бк/кг. По степени радиоактивности горные породы отвалов шахт относятся к первому классу, и могут быть использованы для всех видов строительства без ограничений (НРБУ-97/Д-2000).

Отмечаются несколько повышенные – до 27,0 Бк/м³ эксхалации ^{222}Rn на территории шахты «имени Ильича», а также у породного отвала №4 шахты «Брянковская» – 17,7 Бк/м³. Опробование воздуха дегазационной скважины №2 (шахта «имени Ильича»), показали высокое содержание ^{222}Rn на выходе из скважины – 90,2 Бк/м³. Опробование воздуха в районе обогатительной фабрики шахты «Центральная Ирмино» показывает повышенное значение концентрации ^{222}Rn в 31,7 Бк/м³.

Повышенные поступления ^{222}Rn в воздух зафиксированы в районе шламоотстойников шахты «Брянковская» (точек опробования 12) и шахты «Луганская» (точек опробования 30). Концентрации ^{222}Rn в приземном слое над углистыми иловатыми и супесчаными отложениями составляют 22-35 Бк/м³, а в подпочвенном горизонте шламонакопителя шахты «Луганская» (на глубине 0,3 м) ^{222}Rn содержится в концентрациях 160-180 Бк/м³. По шламонакопителю шахты Луганская также наблюдается высокая радиоактивность углистых осадков, мощность дозы гамма-излучения (180-400 Бк/м³), плотности бета- и альфа-излучения (соответственно 80 и 5 имп./мин.см²). Аномально высокие концентрации ^{222}Rn выявлены и в подземных водах в районе шахты «Луганская» (до 180,0- 900,0 Бк/м³).

В результате проведенных радиометрических исследований установлено, что мощность дозы гамма-излучения у поверхности земли на территории шахтных полей составляет 13,0-24,0 мкР/ч, у породных отвалов – 19,0-27,0 мкР/ч; максимальные значения отмечаются на территории шахтных полей шахт «Максимовская» и «Бежановская» 32,0 и 42,0 мкР/ч соответственно. Выявленная максимальная плотность бета-излучения горных пород у породных отвалов – 8,0-12,0 имп./мин.см², при обычных средних значениях 0,5-4,0 имп./мин.см². Плотность альфа-излучения составляет 0,5-2,5 имп./мин.см², т.е. не выходит за пределы фоновых значений. Концентрация ^{222}Rn в воздухе у породных отвалов обычно не превышает первых единиц Бк/м³. Максимальное значение зафиксировано на шахте «имени Ильича», где содержание ^{222}Rn составило 27,0 Бк/м³.

Остановимся более подробно на изучении промплощадки шахты «Луганская». Высокая радиоактивность зафиксирована в суглинисто-иловых отложениях отстойников шахтных вод шахты «Луганская». Здесь мощность дозы гамма-излучения с поверхности составляет 150,0-520,0 мкР/ч, в шпурах на глубине 0,5 м до 700,0 мкР/ч. Плотность бета-излучения с поверхности – 80,0 имп./мин.см², а альфа-излучения 4,0 имп./мин.см². На других отстойниках шахтных вод (шахты «Брянковская», «Центральное Ирмино») мощность гамма-излучения не превышает обычных для данной местности значений – 21,0-25,0 мкР/ч.

По данным гамма-спектрометрического определения в суглинисто-иловых отложениях отстойников шахты «Луганская» содержится ^{226}Ra в количестве нескольких тысяч Бк/кг. Выявлено, что суммарная удельная активность на более чем 90% обусловлена присутствием ^{226}Ra и составляет 3490–13000 Бк/кг. По нормам радиационной безопасности Украины (НРБУ-97/Д-2000) отложения прудов-отстойников относятся к твердым радиоактивным отходам и нуждаются в

захоронении. Радиоактивные осадки являются донными отложениями прудов-отстойников шахтных вод, расположенных каскадом в мелковрезанной балке в непосредственной близости от шахтерского поселка Донецкий. Литологически осадки представлены суглинками черного цвета, мощность которых, по данным буровых работ составляет 1,8-2,0 м. Поверхность отстойника открыта для ветровой эрозии, сухая, что не исключает пылеперенос радионуклидов на площадь жилого массива поселка, а в период снеготаяния – миграцию с поверхностными водами в реку Лугань. На площади горного отвода шахты «Луганская» в 2-3 км от основной промплощадки, по данным исследований Луганской ГРЭ установлены еще два участка с высоким гамма-излучением, приуроченные к местам складирования радиоактивных осадков прудов-отстойников.

В результате рекогносцировочного обследования водопунктов района исследований были выявлены воды с содержанием ^{222}Rn от 67 до 702 эман (240,0–2528,0 Бк/дм³). Высокие содержания ^{222}Rn в подземных водах установлены в районах шахт «Луганская» и «Максимовская». В соответствии с принятой классификацией радоновых вод («Минеральные лечебные воды СССР», 1991 г.) по концентрации ^{222}Rn они делятся на группы:

- 1) очень слабо радоновые воды – 50-200 эман (185,0-750,0 Бк/дм³);
- 2) слабо радоновые – 200-400 эман (750,0-1500,0 Бк/дм³);
- 3) радоновые воды средней концентрации – 400-2000 эман (1500,0-7500,0 Бк/дм³);
- 4) высокорадоновые воды – более 2000 эман (более 7500,0 Бк/дм³).

Обосновано, что концентрации ^{222}Rn в опробованных источниках позволяют отнести подземные воды района к группе очень слабо радоновых вод (водозаборный колодец шахты «Луганская» т.27), слабо радоновых вод (родники на шахте «Луганская», т.22, 25) и радоновым водам средней концентрации (родник на шахте «Максимовская», т.16 и родник на шахте «Луганская», т.23). Концентрации ^{222}Rn приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры водопунктов содержащих ^{222}Rn в Брянковской и Стахановской ТПА

Участок Отборапроб	Номер точки опроб.	Тип водопункта	Дебит дм ³ /с м ³ /сут	Содержание радона		ПДК, Бк/дм ³	Превышение ПДК (кол-во раз)
				C_{Rn} эман/дм ³	C_{Rn} Бк/дм ³		
Шахта "Максимовская"	16	Родникнисходящий	$\frac{0,1}{8,6}$	642,5	2313	100	23.1
	17	Ручей	$\frac{4}{345,6}$	41,7	150,0	100	1.5
Шахта "Луганская"	22	Родник	$\frac{0,1}{8,6}$	322,2	1160	100	11.6
	23	Родниквосходящий, капирован	$\frac{0,6}{51,8}$	702,1	2527,6	100	25.2
	25	Родник	$\frac{1}{86,4}$	230,4	829,4	100	8.9
	27	Колодец	$\frac{4}{345,6}$	173,6	625,0	100	6.2

Отмечено, что родниковые выходы радоновых вод на шахте «Луганская» приурочены к тальвегу глубоко врезанной балки на северной окраине жилого поселка. Здесь наблюдаются довольно частые выходы подземных вод, преимущественно в виде сосредоточенных нисходящих родников, с дебитами 0,1-0,5 дм³/с. Родник в точке 23 – восходящий, с дебитом 0,6-0,8 дм³/с (50-70 м³/сут.). Балкой вскрываются мергели и песчаники меловых отложений. Вода хорошего качества, приятная на вкус и имеет температуру 12-14 °С.

На шахте «Максимовской» родниковые выходы радоновых вод средней концентрации приурочены к подножью породного отвала (террикон №1). Разгрузка осуществляется в виде мочажин и малодебитных родников (менее 0,1 дм³/сут.) с образованием низового болота размером 50x70 м. Концентрация ^{222}Rn в воде родника (т.16) – 640 эман (2300Бк/ дм³); в ручье, который вытекает из заболоченного участка с расходом 350-430 м³/сут. – 42 эмана (150 Бк/ дм³).

Очень слабо радоновые воды (67 эман; 240 Бк/ дм³) обнаружены в водопроводной сети автохозяйства на шахте «Максимовская», расположенного у террикона. Здесь используется вода из скважины, пробуренной на территории предприятия.

Согласно нормам радиационной безопасности (НРБУ-97/Д-2000) предельные концентрации ²²²Rn в воде хозяйственного назначения не должны превышать 100 Бк/ дм³. Часть родников и водозаборный колодец шахты «Луганская» каптированы и активно используются местными жителями для питьевых целей, в связи с хорошими физическими свойствами воды. Однако по содержанию ²²²Rn, наиболее опасного альфа- излучающего радионуклида, в этих источниках установлено превышение ПДК в 6–25 раз.

Источником поступления ²²²Rn в подземные воды, скорее всего, являются угольные горизонты района, в особенности на участках шахтных выработок, где окислительная среда способствует интенсивному переходу урана и радия, а вместе с ними и радона, из угольных пластов в подземные воды. В частности, это подтверждается высокой радиоактивностью иловых отложений в отстойниках шахтных вод на шахте «Луганская». Здесь мощность гамма- излучения с поверхности достигает 380–400 мкР/ч, а на глубине 0,3 м – 700 мкР/ч. Плотность альфа- и бета- излучения с поверхности отстойников составляет соответственно 5 и 80 имп/мин·см², что в 40–50 раз превышает обычные фоновые значения.

В связи с закрытием шахт района и реабилитационным подъемом уровня подземных вод в области сформировавшихся воронок депрессии, возникает проблема возможного радиоактивного загрязнения подземных вод – источников водоснабжения поселков и городов. В пользу этого предположения говорит и наличие ²²²Rn в водозаборных скважинах Светличанского водозабора. Значительная часть населения, которая использует в настоящее время местные источники в питьевых целях (колодцы, скважины, родники), потенциально находится в области риска. Особенно быстро прогнозируется подъем загрязненных радионуклидами подземных вод, в зонах со сложным тектоническим строением, в частности на территории шахт «Луганская» и «Максимовская», где серия секущих надвигов (Южный, Чехировский, Ирминский, Диагональный и др.) сопровождается разрывными нарушениями и зонами дробления, облегчающих условия миграции радионуклидов.

Положительным аспектом обнаружения радоновых вод является возможность их использования в бальнеологических целях. Известно, что радоновые воды – одно из самых эффективных лечебных средств от многих заболеваний (сердечно-сосудистых заболеваний, болезней нервной системы, обмена веществ, кровеносных органов, щитовидной железы, кожи и др.) Наиболее известные радоновые курорты- Пятигорск, Цхалтубо, Белокуриха, Ульвиды (Свердловская обл.), ряд холодных минеральных источников Забайкалья, Тувы – используют холодные и подогретые (до 37С°) радоновые воды, с концентрацией радона менее 200 эман, т.е. очень слабо радоновые воды (чаще всего 50–120 эман). В ряде стран приняты нижние границы концентрации радона в воде, рекомендуемой для применения в лечебных целях, примеры приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Нижние границы концентрации радона в воде, рекомендуемой для применения в лечебных целях

Страна	Использование в питьевых целях	Для ваннных процедур
Австрия	1000 эман (3700 Бк/дм ³)	100 эман (370 Бк/дм ³)
Болгария	–	100 эман (370 Бк/дм ³)
Польша	–	10-20 эман (37-74 Бк/дм ³)
ФРГ	2900 эман (10 800 Бк/дм ³)	180 эман (675 Бк/дм ³)
Италия	–	15 эман (50 Бк/дм ³)
США	1000 эман (3700 Бк/дм ³)	100 эман (370 Бк/дм ³)
Франция	–	100 эман (370 Бк/дм ³)
Чехословакия	–	360 эман (1330 Бк/дм ³)

Таким образом, нижней приемлемой концентрацией радона в воде, является концентрация в 100 эман (370 Бк/ дм³) для большинства стран, где организуются водолечебницы радоновых вод. Для Стахановского района возможна организация санаториев и водолечебниц радоновых вод на базе естественных выходов подземных вод в районах шахт «Максимовская» и «Луганская» (точки опробования 16,23,25,27). Естественные ресурсы радоновых вод здесь оцениваются от 100 до 400 м³/сут., что вполне достаточно для функционирования крупной водолечебницы. Имеется инфраструктура позволяющая провести комплекс подготовительных работ и строительство в короткие сроки.

Выводы. Проведенный на территории ликвидированных шахт Алмазно-Марьевского ГПР комплекс эколого-радиометрических исследований позволил установить, что:

- содержание ²²²Rn в приземном слое атмосферы вблизи терриконов изменяется в диапазоне от 0,3 до 6,0 Бк/м³ и не выходят за пределы обычных фоновых значений для атмосферного воздуха;
- повышенные концентрации ²²²Rn в приземном слое зафиксированы в районе шламоотстойников шахты «Брянковская» и шахты «Луганская». Обнаружена высокая радиоактивность в суглинисто-иловых отложениях отстойников шахтных вод шахты «Луганская», где мощность дозы гамма-излучения с поверхности составляет до 520,0 мкР/ч, а на глубине 0,5 м до 700,0 мкР/ч. Плотность бета- излучения с поверхности – 80,0 имп./мин.см², а альфа- излучения 4,0 имп./мин.см²;
- выявлено, что суммарная удельная активность пород более чем на 90% обусловлена присутствием ²²⁶Ra и составляет 3490–13000 Бк/кг. По нормам радиационной безопасности Украины (НРБУ-97/Д-2000) отложения прудов- отстойников относятся к твердым радиоактивным отходам и нуждаются в захоронении.

На территории Стахановского региона обнаружены радоновые воды с концентрацией радона до 640–700 эман в естественных выходах подземных вод в районе шахт «Луганская» и «Максимовская». В водопунктах, используемых местными жителями для водоснабжения, содержание радона превышает ПДК в 12-25 раз, что является недопустимым ввиду крайне опасного воздействия альфа- излучающего радионуклида – ²²²Rn.

В связи с консервацией шахт и подъемом уровня подземных вод, обогащенных радионуклидами, ожидается ухудшение качества питьевых вод местных источников водоснабжения; требуется постоянный контроль за содержанием радионуклидов в воде.

Радоновые воды могут найти применение в бальнеологии при лечении ряда заболеваний; по концентрации радона в воде они отвечают принятым нормам (более 100 эман); естественные ресурсы воды достаточны для организации крупной водолечебницы не только для местных нужд, но и Украины в целом. Для этого необходимо изучить химический, газовый, бактериологический состав перспективных радоновых источников; выполнить радиохимические и др. анализы воды; получить заключение по бальнеологическим свойствам выявленных радоновых вод.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н. и др. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины: Монография / Под ред. Ю. Н. Гавриленко, В. Н. Ермакова. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 631 с.
- [2] Газоносность угольных месторождений Донбасса / А.В. Анциферов, М.Г.Тиркель, М.Т.Хохлов, В.А.Привалов, А.А.Голубев, А.А. Майборода, В.А. Анциферов / Под ред. чл.-кор. НАН Украины Н. Я. Азарова. – К.: Наукова думка, 2004. – 231 с.
- [3] Иванкин Е.С. Опыт ликвидации шахт в Республике Казахстан // Сб. докладов международных семинаров по реструктуризации угольной промышленности «Опыт ликвидации неперспективных угольных предприятий в Украине, Российской Федерации, Республике Казахстан». – Донецк, 2002. – С. 31-38
- [4] Нормы радиационной безопасности Украины НРБУ-97/Д-2000. – Киев, 2000.
- [5] Розломні зони підвищеної проникності гірських порід та їх значення для виявлення екологонебезпечних ділянок / І.І. Чебаненко, В.М. Шестопапов, І.Д. Багрій, В.М. Палій // Доп. НАН України. – 2000. – № 10. – С. 136-139.
- [6] Удалов И.В. Особенности техногенного загрязнения подземных вод (на примере Светличанского водозабора Луганской области). – НТУ ХПИ. – Х., 2005. – С. 115-121.
- [7] Robinson R. Mine gas hazards in the surface environment // Mining Technology, Section A. – 2000. – Vol. 109. – P. A228-236.
- [8] Tauziede C., Pokryszka Z., Barriere J.-P. Risk assessment of surface emission of gas from abandoned coal mines in France and techniques of prevention // Mining Technology, Section A. – 2002. – Vol. 111. – P. A192-196.

REFERENCES

- [1] Gavrilenko Yu.N., Yermakov V.N., et al. Technogenic consequences of closing of coal mines of Ukraine: The monograph. Ed. Yu.N. Gavrilenko, V.N. Yermakov. Donetsk: Nord-Press, 2004. 631 p. (in Russ.).
- [2] Gas content of coal fields of Donbass. A.V. Antsiferov, M.G. Tirkel, M.T. Khokhlov, V.A. Privalov, A.A. Golubev, A.A. Mayboroda, V.A. Antsiferov. Ed. corresponding member of NAS of Ukraine N. Ya. Azarov. K.: Naukova thought, 2004. 231 p. (in Russ.).
- [3] Ivankin E.S. Experience of liquidation of mines in the Republic of Kazakhstan. Coll. reports of the international seminars on restructuring of the coal industry "Experience of liquidation of the unpromising coal enterprises in Ukraine, the Russian Federation, the Republic of Kazakhstan". Donetsk, 2002. P. 31-38. (in Russ.).
- [4] Standards of radiation safety of Ukraine NRBU-97/D-2000. Kiev, 2000. (in Russ.).
- [5] Fracture Zone increased permeability of rocks and their importance to identify areas. I.I. Chebanenko, V.M. Shestopalov, I.D. Bagriy, V.M. Pyro. Extras. NAS Ukraine. 2000. № 10. P. 136-139. (in Ukr.).
- [6] Udalov I.V. Features of technogenic pollution of underground waters (on the example of the Svetlichansky water intake of the Luhansk region). NTU HPI. H., 2005. P. 115-1217. (in Russ.).
- [7] Robinson R. Mine gas hazards in the surface environment. Mining Technology, Section A. 2000. Vol. 109. P. A228-236.
- [8] Tauziede C., Pokryszka Z., Barriere J.-P. Risk assessment of surface emission of gas from abandoned coal mines in France and techniques of prevention. Mining Technology, Section A. 2002. Vol. 111. P. A192-196.

**СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС ДОНБАСС ШАХТАСЫН ЖОЮ КЕЗІНДЕГІ
ЭКОЛОГО-РАДИОМЕТРЛІК ЗЕРТТЕУЛЕР НӘТИЖЕСІ****И. В. Удалов**

В. Н. Каразина атындағы Харьков ұлттық университеті, Украина

Тірек сөздер: шахталарды жою, радон, ластану, радиобелсенділік, жерасты сулары, бальнеология.

Аннотация. Солтүстік-Шығыс Донбасс шахтасын жою кезіндегі эколого-рдиометрлік зерттеулердің кешенді нәтижесі көрсетілген. Зерттелгендер: гамма-сәулелену мөлшерінің қуаттылығы, бета- және альфа бөлшек ағыстарының тығыздығы, жыныс белсенділігінің салыстырмалы жиынтығы және ауадағы радонның мөлшері анықталған. Жүргізілген геологиялық және радиометрлік зерттеулер кешені жойылған шахталардың шахталық поля территорияларында радиоактивті ластану көздерін анықтауға мүмкіндік берді. Көмуге мұқтаж радиоактивті қалдықтардың бар екені анықталды. Зерттелетін аймақтағы радон суларының түрлі тобы анықталғанына мінездеме берілген.

Поступила 28.04.2015 г.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

geology-technical.kz

Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 03.06.2015.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

7,5 п.л. Тираж 300. Заказ 3.