

УДК 502.175:628.4.047(075.8)

Сорока Ю. Н., канд. техн. наук
(Государственное ВУЗ «ДДТУ»)**ОПЫТ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СБРОСА
ШАХТНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ВОСТОК-РУДА»****Сорока Ю.М.**, канд. техн. наук
(Державний ВНЗ «ДДТУ»)**ДОСВІД РАДИОЕКОЛОГІЧНОГО МОНИТОРИНГУ СКІДАННЯ
ШАХТНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «СХІД-РУДА»****Soroka, Yu.N.**, Ph.D. (Tech.)
(State HEI "DSTU")**THE EXPERIENCE OF RADIOECOLOGICAL MONITORING OF RESET
MINE WATER COMPANY LLC "VOSTOK-RUDA"**

Аннотация. Действующие в Украине нормативы радиационного контроля не учитывают необходимости мониторинга горнодобывающих объектов, где ранее добывались урановые руды. На основании этого в статье приводится обоснование необходимости выполнения радиационного контроля таких объектов и на примере предприятия ООО «Восток-руда» показан порядок его проведения.

Выполнен анализ опыта радиэкологического мониторинга шахтных вод бывшего уранодобывающего предприятия. Показано, что сброс шахтных вод не приведет к радиационному загрязнению окружающей среды и повышению доз облучения населения. Возможное максимальное радиоактивное загрязнение донных и береговых отложений природными радионуклидами ^{238}U и ^{234}U составит 0,002-2% от имеющегося и не окажет существенного влияния на загрязнение окружающей среды. Приведены результаты мониторинга ^{238}U в воде р. Желтая и р Ингулец.

Ключевые слова: шахтные воды, радиационный мониторинг, дозовые нагрузки на население.

Актуальность проблемы. Требования по обеспечению радиэкологической безопасности на предприятиях, где существует возможность облучения персонала или населения радиоактивным материалом природного происхождения (РМП), определяется современными нормативными документами Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) и соответствующими директивами Евратома. В последней редакции «Основных стандартов безопасности» МАГАТЭ (далее BSS) определено, что регулирование деятельности с потенциальным облучением работников РМП практически не отличается от регулирования деятельности с «искусственными» (по определению НРБУ-97 – «индустриальными») источниками облучения [1].

Директивой ЕС в 2013/59 / ЕВРАТОМ от 05.12.2013 предусматривается, что государства-члены должны обеспечить идентификацию классов или типов деятельности, которые предусматривают использование радиоактивных мате-

риалов природного происхождения и применение которых приводит к облучению работников или лиц из населения, которым нельзя пренебречь с точки зрения радиационной защиты [2]. Нижеследующий список промышленных секторов, включающих использование радиоактивных материалов природного происхождения, в том числе в ходе исследований и соответствующих вспомогательных процессов, должен учитываться при применении статьи 23 Директивы:

- добыча редкоземельных элементов с монацитов;
- добыча соединений тория и производство продуктов с содержанием тория;
- обработка руды ниобия / тантала;
- добыча нефти и газа;
- промышленная отрасль добычи и обработки циркона и циркония;
- производство фосфатных удобрений;
- первичная добыча железа и другие.

Кроме этого Директивой предписано, что требования по защите от природных источников излучения необходимо в полном объеме интегрировать в общие требования, а не рассматривать отдельно в конкретном документе. В частности, отрасли промышленности, осуществляющие обработку радиоактивных материалов природного происхождения, должны регулироваться в рамках той же нормативно-правовой базы, в рамках которой регулируются также другие виды деятельности.

Существующая в настоящее время в Украине нормативно-правовая база по радиационной безопасности и противорадиационной защите населения и персонала предприятий, осуществляющих деятельность с использованием РМПП, в том числе при обращении с технологическим оборудованием, имеющим загрязнение РМПП, в настоящее время представлена только разделами № 16 - 19 «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности Украины». Для железорудных шахт в настоящее время необходимо осуществлять радиоэкологический мониторинг. Это касается в особенности тех шахт, где ранее добывались урановые руды.

Месторождения железных руд по реке Желтой были открыты в 1885 году. Их разработка началась в 1898 году. В период с 1898 года по 1934 год, кроме Желтореченского месторождения разрабатывались еще открытым способом участки Урсати, Нетесовский, Михайловский и другие [3].

После 1917 года на базе Желтореченского железорудного месторождения было создано рудоуправление «Желтая река» треста «Кривбассруда». С 1934 года, после введения в действие шахты «Капитальная», начались отработки запасов исключительно подземным способом. Рудник функционировал до начала оккупации Криворожья. Во время войны рудник был затоплен, а подъемная установка была приведена в аварийное состояние. Все попытки немцев по восстановлению рудника успехов не имели. После войны на Желтореченском месторождении были разведаны залежи урановых руд. С 1950 по 1993 годы отработкой запасов урановых и железных руд занималось государственное предприятие «Восточный горно-обогатительный комбинат».

После отработки урановых руд в 1993 года на базе запасов скандий-ванадиевых и железных руд Желтореченского месторождения было создано совместное украинско-Бермудское предприятие с иностранными инвестициями «ВостГОК-Ашурст».

В конце 1995 года скандиевая программа была остановлена из-за отсутствия спроса на скандиевую продукцию. Развитие работ по дальнейшему освоению запасов железных руд иностранным инвестором не финансировалось. С 1996 года до начала 2002 года дорабатывались ранее подготовленные запасы железных руд основной залежи. Во втором квартале 2002 года началось затопление горных выработок и отработанных блоков шахты. А с 2003 года началось неконтролируемое затопление горизонтальных, вертикальных, наклонных выработок и пустот отработанных блоков и камер шахты, и к июлю 2004 уровень подземных вод достиг горизонта 405 м. В составе шахтной воды появились взвешенные частицы и химические элементы, которые не характерны для воды шахты «Новая», а именно:

- железо общее - 1,98 - 0,96 мг / дм^3 ;
- фосфаты - до 5,1 мг / дм^3 ;
- сульфаты - до 1760 мг / дм^3 ;
- взвешенные вещества - до 68,9 мг / дм^3 ;
- сухой остаток - до 5000 мг / дм^3 ;
- уран - до 40 Бк/ дм^3 .

Последующее затопление грозило для г. Желтые Воды, и всего региона Ингулецкого бассейна экологической катастрофой. Это связано с тем, что в воду вследствие выщелачивания могли быть добавлены еще токсичные природные радионуклиды уранового ряда, так как выше этого горизонта остались неотработанными запасы урановых руд с большим количеством пирита. В связи с этим протокольными решениями Государственной комиссии по вопросам техногенно-экологической безопасности и чрезвычайных ситуаций от 11.06.2003 года и от 08.10.2003 года было поручено Министерству охраны окружающей среды провести государственную экологическую экспертизу экологической ситуации вокруг шахты «Новая». По заданию Минприроды Украины, ОАО «УкрНТЭК» была проведена «Научно эколого-экспертная оценка экологической ситуации вокруг шахты «Новая». В этой работе было оценено экологическое воздействие на окружающую среду и экономические последствия при трех вариантах состояния предприятия, а именно:

- 1) полное затопление (неконтролируемое затопление горных выработок шахты «Новая»);
- 2) частичное затопление (контролируемое затопление горных выработок шахты «Новая» и удержание уровня воды в шахте на уровне ниже гор. 405 м);
- 3) возвращение шахте «Новая» статуса действующего горнодобывающего предприятия (откачка воды из горных выработок шахты «Новая», которые были затоплены, и содержание уровня воды в шахте на безопасном уровне ниже гор. 755 м.).

В заключении по работе отмечались последствия по каждому из вариантов и, как наиболее приемлемым, с экологических, экономических и социальных аспектов был предложен вариант возврата шахте «Новая» статуса действующего горнодобывающего предприятия.

С приходом в январе 2004 года на предприятие нового инвестора в лице ОАО «Полтавский ГОК» и его дочернего предприятия «Ферротранс», затопление шахтного поля было остановлено и началось его осушение и восстановление горных выработок на осушенных горизонтах. Одним из требований, поставленных перед предприятием ООО «Восток-Руда», было требование организации и регулярного проведения радиоэкологического мониторинга. Опыт проведения подобного мониторинга в Украине отсутствовал. Была подготовлена программа радиоэкологического мониторинга и согласован план выполнения этих работ.

Целью работы является анализ опыта радиоэкологического мониторинга сброса шахтных вод бывшего уранодобывающего предприятия, подвергшегося перепрофилированию, в железорудную шахту.

В настоящее время производственные воды ООО «Восток-Руда» отводятся по водоводу на действующее хвостохранилище «Р». Схема водоотведения ООО «Восток-Руда» в настоящее время представлена на рис.1.

Хвостохранилище "Р" расположено на левом склоне долины р. Желтая в балке «Разбери». Ближайшие населенные пункты - г. Желтые Воды и с. Марьяновка - расположены в 1,5 км к западу и юго-запада, села Удачный и Запорожец - в 0,4 км к востоку от хвостохранилища. Используется как накопитель для складирования отходов шахты «Новая» с 1969 года.

Хвостохранилище оконтурено земляной плотиной из уплотненных суглинков и глин, естественным экраном плотины является глинистые и суглинистые грунты. Сдренированные воды хвостохранилища (Створ 1) отводятся в реку Желтая (Створ 2) в виде дренажного ручья. Имеется возможность открытия шандоры на хвостохранилище «Р» и сброса избытка воды в реку Желтая по каналу. Это весьма актуально, в связи с практически полным заполнением хвостохранилища и необходимостью сброса избытка воды в р.Желтая.

Для оценки возможного воздействия сброса вод из хвостохранилища на загрязнение р. Желтая и р. Ингулец были выполнены модельные расчеты потенциальных дозовых нагрузок на население.

В Украине в настоящее время используются для оценки дозовых нагрузок как государственные нормативные документы, так и рекомендации Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ).

Методология оценки дозовых нагрузок на население основана на рассмотрении консервативных сценариев воздействия радиационно-опасных факторов. Такой подход позволяет оценить и прогнозировать предельно-возможные дозы облучения населения при самых неблагоприятных условиях.

Уровень облучения человека источниками ионизирующих излучений определяется общей годовой дозой облучения.

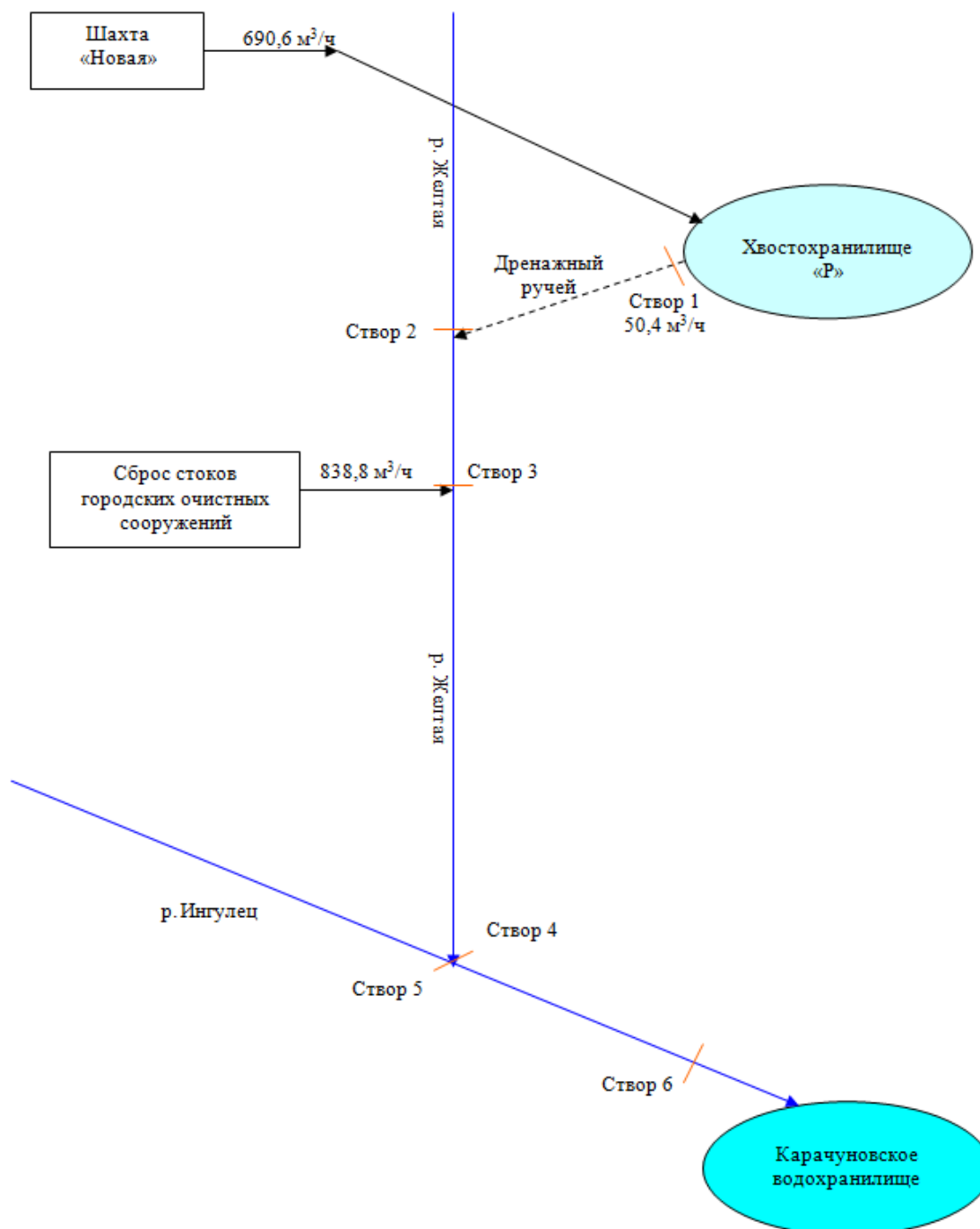


Рисунок 1 - Схема расположение расчетных створов при сбросе шахтных вод с хвостохранилища «Р» в р.Желтая

В нормативном документе [4], принятом в 2000 году, разработаны основы радиационной защиты населения от источников потенциального облучения.

Потенциальное облучение – облучение персонала и населения, рассматриваемое при проектировании практической деятельности и реализуемое непосредственно после некоторого непредусмотренного нормальным технологическим процессом критического события, вероятность которого не превышает $1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$. Ниже рассмотрена процедура анализа радиационных последствий потенциального облучения от сброса шахтных вод в осенне-весенний период

года в р. Желтая, протекающую через с.с. Марьяновка и Анновка и впадающую в р. Ингулец. Документом [4] устанавливаются следующие численные значения референтных рисков потенциального облучения, не превышающего уровни приемлемости:

- для персонала - $2 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹;
- для населения - $5 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹.

Величина риска ниже $5 \cdot 10^{-7}$ год⁻¹ является пренебрежимым риском.

Значения номинальных коэффициентов вероятности реализации радиологических эффектов приведены в табл. 1.

Таблица 1- Номинальные коэффициенты вероятности стохастических эффектов [5]

Категория населения	Ущерб, 10^{-2} Зв ⁻¹			
	Смертельные случаи рака	Не смертельные случаи рака	Тяжелые наследуемые эффекты	Суммарный эффект
1. Взрослые, работающие с ИИИ	4,0	0,8	0,8	5,6
2. Все население	5,0	1,0	1,3	7,3

Для ситуации сброса шахтных вод в р. Желтая рассматривается основной референтный сценарий потенциального облучения, отвечающий главному пути формирования дозы [4] - поступление радионуклидов с питьевой водой.

Сценарий поступления радионуклидов с продуктами питания не рассматривается, так как возможные варианты формирования дозы потенциального облучения (полив огородов, водопой скота, купание) в осенне-весенний период года отсутствует.

Для сценария «Поступление радионуклидов с питьевой водой» принимаются следующие условия:

- источник питьевого водоснабжения (например, колодец) находится в зоне влияния р. Желтая;
- удельная радиоактивность питьевой воды принимается равной фактическим данным;
- фоновые значения содержания ЕРН в питьевой воде принимаются равными их содержанию в колодцах г. Желтые Воды;
- объем питьевой воды, потребляемой из загрязненного источника (колодца) одним человеком, в зависимости от возраста соответствует референтным значениям, приведенным в НРБУ-97.

Проживающее население может быть подвержено радиоактивному облучению пероральным путем. Пероральный путь обусловлен потреблением загрязненной воды. Расчет доз по пищевой цепочке ведется по консервативному сценарию, исходя из гипотетического потребления населением загрязненной воды из рек Желтая и Ингулец в случае выхода из строя системы централизованного водоснабжения.

Поскольку в г. Желтые Воды и с.с. Марьяновка и Анновка существует централизованное водоснабжение, составляющая эффективной дозы от дополнительного поступления радионуклидов с водой по пищевому пути рассматривается как гипотетическая, с учетом методологических подходов международных организаций к расчетам дозовых нагрузок на население.

При расчете дозовых нагрузок по водному пути были использованы данные по содержанию ЕРН в воде р. Желтая после смешения ее с шахтными водами. Это наиболее консервативный вариант развития ситуации.

В соответствии с требованиями НРБУ-97 расчет дозовых нагрузок выполнен для референтных возрастов:

- новорожденные (3 мес.);
- дети 1 года;
- дети 5 лет;
- дети 10 лет;
- дети 15 лет;
- взрослые.

Расчет эффективных доз облучения производился по основным дозообразующим долгоживущим нуклидам уранового ряда.

Дозы от потребления воды определяются по выражению [6]

$$E^{ingest} = P\tau \sum_1^n (C_i^{ingest} - C_{\phi}^{ingest}) K_i\tau \quad (1)$$

где C_i^{ingest} - интегральная концентрация i -го нуклида в воде, мБк/дм³; C_{ϕ}^{ingest} - фоновая концентрация i -го нуклида в воде, мБк/дм³; $P\tau$ - референтный объем потребляемой воды, л/год [5]; $K_i\tau$ - коэффициент дозового преобразования для i -го нуклида и референтной группы τ , Зв/Бк [2].

Объемы потребляемой различными категориями населения воды приведены в табл.2.

Таблица 2 - Объем потребляемой воды различными категориями населения

Референтный возраст	3 мес.	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	Взрослый
Объем потребляемой воды за год, л	220	260	370	500	650	800
Объем потребляемой воды за расчетный период, л	109,07	128,93	183,46	247,92	322,33	396,72

Коэффициенты дозового преобразования для различных категорий населения приведены в табл.3 [2].

Таблица 3 - Дозовые коэффициенты, мЗв/Бк

ЕРН	Референтный возраст					
	3 мес	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	Взрослый
Уран-238	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$
Уран-234	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$
Радий-226	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$
Свинец-210	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-4}$
Полоний-210	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$

Обобщенные результаты расчета индивидуальных доз, которые могут быть потенциально получены населением за период сброса шахтных вод при употреблении воды рек обеспеченностью 95%, приведены в табл.4.

Таблица 4 - Дозовые нагрузки, которые могут быть потенциально получены при обеспеченности рек 95%, мЗв

Створ	Референтный возраст					
	3 мес.	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	Взрослый
2	1,789	0,744	0,708	0,809	1,049	0,846
3	0,842	0,350	0,333	0,381	0,494	0,398
4	0,798	0,332	0,316	0,361	0,468	0,377
5	0,412	0,171	0,162	0,186	0,243	0,193
6	0,118	0,049	0,046	0,053	0,070	0,054

Приведенные в табл.4 расчетные дозы на население следует рассматривать как максимально возможные из-за принятых консервативных допущений.

Как показывают данные табл.4, индивидуальные дозовые нагрузки ни в каком из рассматриваемых случаев в створах 3-6 не превышают норматив, составляющий 1 мЗв/год [5]. В створе 6, который находится в 1 км выше Карачуновского водохранилища, квота индивидуальной дозовой нагрузки не будет превышена даже в случае очень маловодного года. В табл.5 приведены расчетные значения риска потенциального облучения референтных групп населения, рассчитанные по методике, изложенной в работе [6].

Таблица 5 - Риск потенциального облучения референтных групп населения в период сброса шахтных вод при обеспеченности рек 95%, год⁻¹

Створ	Референтный возраст					
	3 мес.	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	Взрослый
2	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$5,9 \cdot 10^{-7}$	$7,7 \cdot 10^{-7}$	$6,2 \cdot 10^{-7}$
3	$6,2 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$
4	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$
5	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$
6	$8,6 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-8}$	$3,3 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-8}$	$5,1 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$

Расчетное значение риска потенциального облучения референтных групп при наиболее критичном варианте (при обеспеченности рек 95%) в 38-1515 раз

меньше, чем установленный референтный риск потенциального облучения. Это свидетельствует о том, что отсутствует достаточно выраженная опасность облучения населения.

В створах 5 и 6, которые находятся на р. Ингулец, индивидуальный риск потенциального облучения для всех референтных возрастов населения не превышает величины пренебрежимого риска, т.е. полностью отсутствует вероятность радиационного облучения населения при сбросе сточных вод ООО «Восток-Руда».

В процессе сброса сточных вод будет наблюдаться некоторое осаждение естественных радионуклидов в донных и береговых отложениях. Оценку этого накопления можно произвести по методике МАГАТЭ [7].

Концентрация естественных радионуклидов в донных отложениях определяется по формуле

$$C_{s,b} = \frac{0,0001K_d C_{w,total}}{1 + 0,001S_s K_d} \times \frac{1 - e^{-\lambda_i T_e}}{\lambda_i T_e} \quad (2)$$

где K_d – коэффициент распределения, лкг⁻¹; $C_{w, total}$ – концентрация радионуклида в воде, Бкм⁻³; S_s – концентрация суспензированных отложений, кгм⁻³; T_e – эффективное время аккумуляции для донных и береговых отложений, с; λ_i – константа распада для i -ого радионуклида.

Концентрация естественных радионуклидов в береговых отложениях определяется по формуле

$$C_{s,s} = 60C_{s,b} \quad (3)$$

где $C_{s,b}$ – концентрация радионуклида в донных отложениях, Бккг⁻¹.

В табл.6 и 7 приведены расчеты прогнозируемого содержания радионуклидов в донных отложениях рек Желтая и Ингулец от сброса шахтных вод при текущей водообеспеченности рек.

Таблица 6 - Прогнозируемое содержание радионуклидов в донных отложениях рек Желтая и Ингулец от сброса шахтных вод при текущей водообеспеченности рек, Бк/кг

Створ	Радионуклид				
	²³⁸ U	²³⁴ U	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po
2	0,027	0,028	0,002	0,0014	0,0007
3	0,011	0,012	0,001	0,0011	0,0005
4	0,01	0,011	0,00075	0,001	0,0005
5	0,0035	0,0037	0,00065	0,001	0,0004
6	0,002	0,0022	0,0006	0,001	0,0003

Таблица 7 - Прогнозируемое содержание радионуклидов в береговых отложениях рек Желтая и Ингулец от сброса шахтных вод при текущей водообеспеченности рек, Бк/кг

Створ	Радионуклид				
	^{238}U	^{234}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
2	1,62	1,68	0,12	0,084	0,042
3	0,66	0,72	0,06	0,066	0,03
4	0,6	0,66	0,045	0,06	0,03
5	0,21	0,222	0,039	0,06	0,024
6	0,12	0,132	0,036	0,06	0,018

Таблица 8 - Содержание радионуклидов в донных отложениях рек Желтая и Ингулец, Бк/кг

Место отбора проб донных отложений	Радионуклид				
	^{238}U	^{234}U	^{226}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
р. Желтая, 500 м выше сброса вод с хвостохранилища "Р"	50	52	45	78	65
р. Желтая, место сброса вод с хвостохранилища "Р" (Створ 2)	73	78	67	51	54
р. Желтая, 500 м ниже сброса вод с хвостохранилища "Р"	320	340	125	71	98
р. Желтая, устье (Створ 4)	105	112	41	33	43
р. Ингулец, место впадения р.Желтая (Створ 5)	95	123	32	28	41
р. Ингулец, 500 м выше впадения р. Желтая (Фон)	38	43	15	25	23
р. Ингулец, 500 м ниже впадения р.Желтая	80	85	19	24	32
1 км выше водозабора Карачуновского водохранилища (Створ 6)	45	53	15	23	18

Полученные результаты расчетов свидетельствуют, что возможное максимальное радиоактивное загрязнение донных и береговых отложений по ^{238}U и ^{234}U в результате сброса шахтных вод составит 0,002-2% от имеющегося и не окажет влияния на загрязнение окружающей среды.

Контроль над соблюдением установленных норм предельно допустимого сброса радиоактивных веществ в соответствии с [8] входит в систему радиационного дозиметрического контроля (мониторинга), осуществляемого специализированными службами предприятия. Основная задача радиоэкологического мониторинга состоит в получении информации, которая дает возможность систематически сопоставлять величины фактического сброса нуклидов с установленными нормами допустимого сброса. Радиоэкологический мониторинг включает измерение концентрации естественных радионуклидов. В табл.9 приведен разработанный график отбора проб воды для проведения контроля.

Таблица 9 - График отбора проб воды для проведения исследований

№ №	Место отбора проб воды	Периодичность отбора	Исследуемые радионуклиды
1	Водоприемник шахтных вод на территории шахты «Новая»	1 раз в месяц	Естественные радионуклиды (^{238}U , ^{234}U , ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra)
2	р.Желтая (створ 2)	1 раз в месяц	
3	Р. Желтая, 500 м выше створа 2	1 раз в квартал	
4	Р. Желтая, 500 м ниже створа 2	1 раз в месяц	
5	Дренаж в нижнем бьефе плотины	1 раз в месяц	
6	Вода с пруда хвостохранилища «Р»	1 раз в месяц	
7	Место впадения р. Желтая в р. Ингулец (створ 5)	1 раз в месяц	
8	500 м ниже места впадения р. Желтая в р. Ингулец	1 раз в месяц	
9	500 м выше места впадения р. Желтая в р. Ингулец	1 раз в квартал	
10	в 1 км выше водозабора Карачуновского водохранилища (Створ 6)	1 раз в месяц	

Информация о режиме радиоактивных сбросов предприятия должна систематически подвергаться анализу и оценке для разработки мероприятий, направленных на снижение уровня радиоактивного загрязнения вод р. Желтая, а также для усовершенствования и повышения действенности системы контроля. В соответствии с этим графиком с 2005 года на ООО «Восток-Руда» выполняется радиоэкологический мониторинг сбрасываемых шахтных вод и воды в р.р Желтая и Ингулец.

На рис. 2 приведены результаты изменения концентрации естественных радионуклидов за десять лет в шахтной воде.

По ^{238}U за исследуемый период активность уменьшилась в три раза. Это является следствием ведения активных горнодобывающих работ. В хвостохранилище вода несколько очищается от природных радионуклидов и сбрасывается в реку в соответствии с установленными контролирующими органами требованиями. На месте контроля в р. Ингулец в 1 км выше водозабора Карачуновского водохранилища концентрация ^{238}U изменяется в достаточно широких пределах, но не превышает установленных уровней.

Выводы.

Сброс шахтных вод не приведет к радиационному загрязнению окружающей среды и повышения доз облучения референтных групп населения.

Расчетное значение риска потенциального облучения референтных групп населения с.с. Марьяновка и Анновка при наиболее критическом варианте (при обеспеченности рек 95%) в 38-1515 раз меньше, чем установленный референтный риск потенциального облучения, что свидетельствует о том, что отсутствует опасность облучения населения.

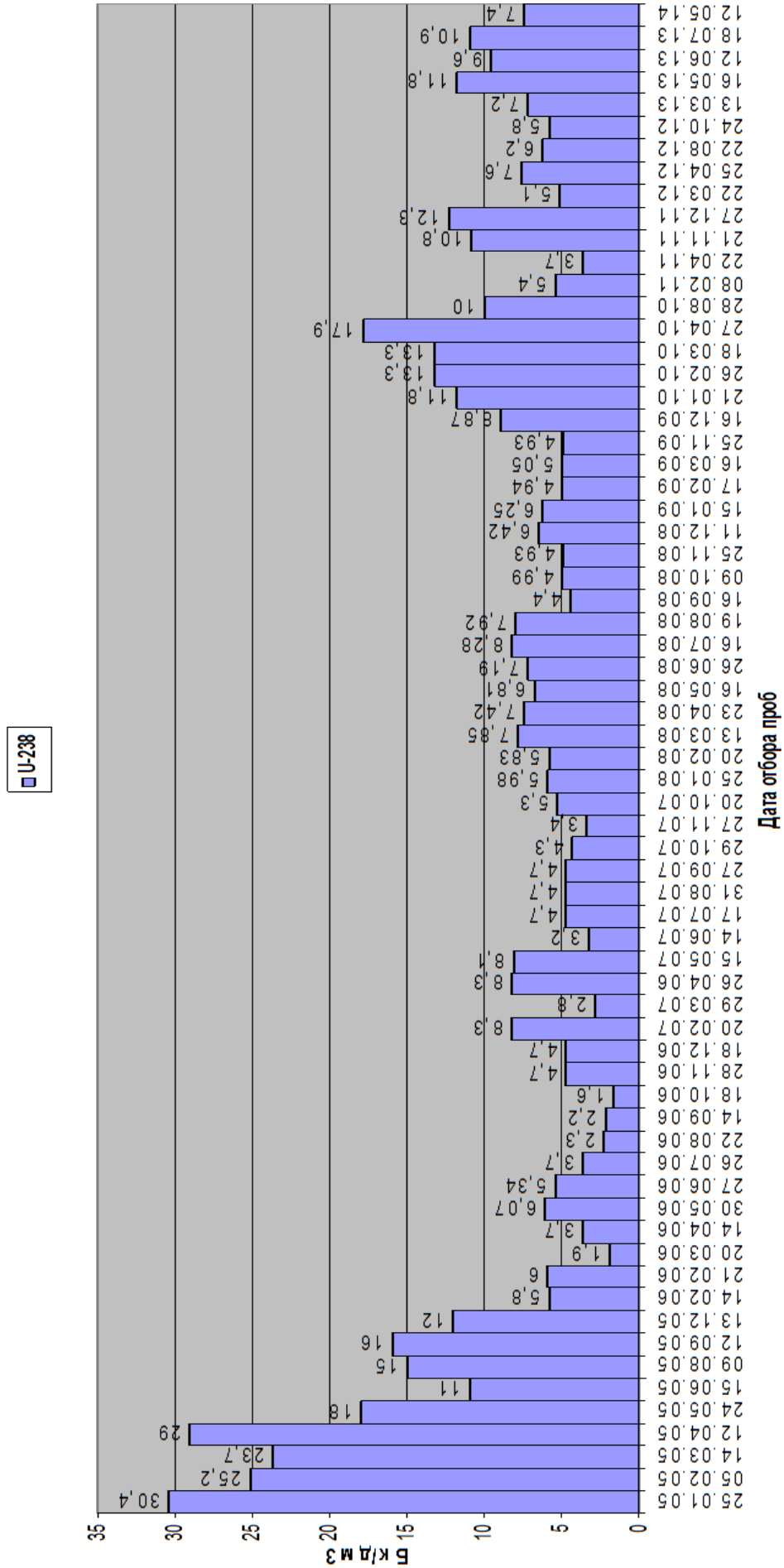


Рисунок 2 - Результаты мониторинга активности ²³⁸U в пробах шахтных вод

Возможное максимальное радиоактивное загрязнение донных и береговых отложений природными радионуклидами ^{238}U и ^{234}U составит 0,002-2% от имеющегося и не окажет существенного влияния на загрязнение окружающей среды. По остальным природным радионуклидам оно будет существенно меньше.

Проведен анализ результатов мониторинга радиационного загрязнения р. Желтая и р. Ингулец радионуклидами уранового ряда в результате сброса вод из хвостохранилища «Р» за период с 2005 по 2014. Показано, что активностью природных радионуклидов ^{234}U и ^{238}U за исследуемый период уменьшилась в три раза и сбрасывается вода в соответствии с установленными контролирующими органами требований.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources : International Basic Safety Standards // IAEA Safety Standards Series No. GSR. Part 3 (Interim). – Vienna : IAEA, 2011. – 303 p.
2. Council Directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013, laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom). Official Journal of the European Union 2014.
3. Желтым Водам – 100 / Ю.И.Пригожин, Н.И.Калюжный, Ю. М.Кривonosов, Н.А.Меркушев. - Днепропетровск: “СІС”, 1995.- 118 с.
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97/Д-2000). Доповнення : Радіаційний захист від джерел опромінення : Державні гігієнічні нормативи : ДГН 6.6.1.-6.5.061.-2000. - Київ, 2000. – 84 с.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : Державні гігієнічні нормативи : ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. - Київ, 1998. – 135 с.
6. Процедура оптимізації контрзаходів на пізній фазі радіаційної аварії. Інструктивно-методичні вказівки. - Київ: МЧС України, 1999. – 43с.
7. IAEA Generic model for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environmental. - Vienna: IAEA – 216 p.
8. Отраслевая методика расчета предельно допустимых сбросов радиоактивных веществ в речные системы (ПДС-83). - М., 1984.- 89 с.

REFERENCES

1. IAEA Safety Standards Series No. GSR. Part 3 (Interim) (2011), “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources : International Basic Safety Standards”, IAEA, Vienna, Austria.
2. COUNCIL DIRECTIVE 2013/59/EURATOM (2014), “Laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom”, *Official Journal of the European Union*.
3. Prigozhine, Yu.I., Kalyuzhny, I.N., Krivonosov, Yu.M., Merkushev, N.A. (1995), *Zheltym vodam – 100* [Yellow Waters – 100], Sich, Dnepropetrovsk, Ukraine.
4. Ministry of health of Ukraine (2000), DHN 6.6.1.-6.5.061.-2000. *Normy radiatsiynoy bezpeky Ukrainy (NRBU-97 / A-2000) (2000), Dopovnennya: Radiatsiynyi zakhyst vad dzherel oprominennya* [DHN 6.6.1.-6.5.061.-2000. Radiation Safety Standards of Ukraine, Supplement: Radiation protection from sources of radiation], Ministry of health of Ukraine , Kyiv, Ukraine.
5. Ministry of health of Ukraine (1998), DHN 6.6.1.-6.5.001-98. *Normy radiatsiynoy bezpeky Ukrainy (NRBU-97): Derzhavni gigienichni normatyvy* [DHN 6.6.1.-6.5.001-98. Radiation Safety Standards of Ukraine (NRBU-97): State Hygienic], Ministry of health of Ukraine, - Kyiv, Ukraine.
6. *Protsedura optymizatsii kontrzakhodiv na pizniy fazi radiatsiynoy avarii: Instruktyvno-metodychni vkazivky* [Procedure for optimizing countermeasures on late phase of radiation accident. Instructions and guidelines] (1999), Ukraine Ministry of Emergency Situations, Kyiv, Ukraine.

7. IAEA Generic model for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment (2010), IAEA, Vienna, Austria.

8. *Otraslevaya metodika rascheta predelno-dopustimyykh sbrosov radioaktivnykh veshchestv v rechnye sistemy (PDS-83)* [The method of calculating the sectoral limits discharges of radioactive substances into the river system (SLD-83)] (1984), Moscow, USSR.

Об авторе

Сорока Юрий Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Днепродзержинский государственный технический университет» (ГБУЗ «ДГТУ»), Днепродзержинск, Украина, yuriy_sor@ukr.net.

About the author

Soroka Yuriy Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Lecturer in Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Institution "Dneprodzerzhinsky State Technical University" (SHEI «DGTU»), Dneprodzerzhinsk, Ukraine, yuriy_sor@ukr.net.

Анотація. Діючі в Україні нормативи радіаційного контролю не враховують необхідності моніторингу гірничодобувних об'єктів, де раніше видобували уранові руди. На підставі цього в статті наводиться обґрунтування необхідності виконання радіаційного контролю таких об'єктів і на прикладі підприємства ТОВ «Схід-Руда» показаний порядок його проведення.

Виконано аналіз досвіду радіоекологічного моніторингу шахтних вод колишнього урановидобувного підприємства. Показано, що скидання шахтних вод не призведе до радіаційного забруднення навколишнього середовища та підвищенню доз опромінення населення. Можливе максимальне радіоактивне забруднення донних і берегових відкладень природними радіонуклідами ^{238}U і ^{234}U складе 0,002-2% від наявного і не зробить істотного впливу на забруднення навколишнього середовища. Наведено результати моніторингу ^{238}U у воді р. Жовта і р. Інгулець.

Ключові слова: шахтні води, радіаційний моніторинг, дозові навантаження на населення.

Abstract. Operating in Ukraine radiation control regulations do not take into account the need to monitor mining operations, which previously mined uranium ore. On the basis of this article provides the rationale for performing radiation monitoring of objects and the example of the company LLC "Vostok-Ruda" shows the order of the meeting.

The analysis of the experience of ecological monitoring of mine water of the former uranium mining company. It is shown that the discharge of mine water will not result in radioactive contamination of the environment and increase public exposure. Possible maximum contamination of bottom sediments and coastal natural radionuclides ^{238}U and ^{234}U will 0,002-2% of the available and will not have a significant impact on environmental pollution. The results of monitoring of ^{238}U in the water of the Zheltaya River and the rivers Ingulets.

Keywords: mine water, radiation monitoring, dose loads on the population.

Статья поступила в редакцию 13.10.2015

Рекомендовано к печати д-ром технических наук Четвериком М.С.