



УДК 502:622.349.5

В.И. ЛЯШЕНКО, канд. техн. наук, с.н.с., начальник отдела

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии» (ГП «УкрНИПИИпромтехнологии»), г. Желтые Воды

Г.Д. КОВАЛЕНКО, докт. физ.-мат. наук, профессор

Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем (УкрНИИЭП), г. Харьков

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ УРАНОВЫХ РУД В УКРАИНЕ

Изложены радиоэкологические особенности предприятий по добыче и переработке урановой руды. Даны характеристика объектов атомной промышленности и оценка их воздействия на окружающую природную среду. Описаны технические решения по сокращению вредного влияния этих объектов, мероприятия, снижающие дозу облучения населения, проживающего в радиационно-загрязненной зоне, от естественных радионуклидов и техногенно усиленных источников ионизирующего излучения.

Ключевые слова: радиоэкология, окружающая среда, население, радионуклиды, ионизирующее излучение, природоохранные мероприятия, атомная промышленность.

Радиоэкологические особенности уранодобывающих и перерабатывающих предприятий, связанные с ними проблемы радиационного загрязнения окружающей природной среды, мероприятия, направленные на улучшение экологии региона и обеспечение безопасности жизнедеятельности человека, являются актуальными и важными вопросами, над которыми работают

научные коллективы ГП «УкрНИПИИпромтехнологии», УкрНИИЭП, ВНИПИИпромтехнологии, ВНИИХТ, ГП «ВостГОК», ГП «Кировгеология» и др. [1–6].

Обеспечение радиационной безопасности на предприятиях по добыче и переработке урановой руды, в процессе работы которых в окружающую среду поступают естественные радионуклиды, имеет особое значение.

Основными источниками радиоактивного загрязнения окружающей природной среды являются:

- горнодобывающие предприятия – рудные склады, отвалы пустой породы;
- гидрометаллургический завод (ГМЗ) и отходы его производства, складированные в хранилищах наливного типа;
- шахтные воды (сбросы);
- вентиляционные выбросы;
- транспортные коммуникации – железнодорожные пути, технологические автомобильные дороги, пульпопроводы к хвостохранилищам.

Анализ работы горных предприятий показывает, что при добыче и первичной переработке 1 т товарной урановой руды попутно извлекается 1,4–1,6 т твердых отходов, техногенно усиленных источниками ионизирующего излучения природного происхождения. Утилизация отходов горно-металлургического производства (закладка выработанных пространств, сооружение плотин для специальных хранилищ и пр.) позволяет использовать лишь 50–60 % их общего объема, а оставшаяся часть подлежит захоронению с последующей рекультивацией загрязненных территорий. Радиозокологические проблемы особенно актуальны для Приднепровского региона, где с 50-х годов прошлого столетия велась добыча и

переработка уранового сырья (ГП «ВостГОК», г. Желтые Воды; шахта «Первомайская», г. Кривой Рог; производственное объединение «Приднепровский химический завод», г. Днепродзержинск). Гамма-фон селитебной территории г. Днепродзержинска находится в пределах 20–60 мкР/час. Содержание естественных радионуклидов (ЕРН) и вредных химических веществ (ВХВ) в зонах влияния хвостохранилищ (рис. 1) существенно превышает естественные фоновые значения, характерные для данного региона. Являясь источником загрязнения, в частности нижележащих грунтов и грунтовых вод в результате миграции радионуклидов с инфильтрующимися атмосферными осадками, они также загрязняют атмосферный воздух радиоактивной пылью и аэрозолями, радоном и продуктами его распада. Поэтому разработка и внедрение мероприятий, направленных на охрану окружающей природной среды, радиационную защиту объектов, персонала и населения, проживающего в уранодобывающих регионах, являются важными задачами, имеющими научное, практическое и социальное значение [7–12].

Горная технология и радиозокология. Урановая промышленность в Украине, получившая свое развитие с началом подземной разработки (1951 г.) Желтореченского уранового месторождения (г. Желтые Воды Днепропетровской области), сосредоточена, в основном, в Днепропетровской и Кировоградской областях и представлена тремя действующими шахтами ГП «ВостГОК» – «Ингульская», «Смолинская» и «Новокопостановская». По суммарной оценке состояния атмосферного воздуха, водной среды и почвы, на большей части территории Днепропетровской области сложилось неблагоприятное положение. На Желтореченской площадке размещены шахты «Ольховская», «Северная – Дренажная», «Капитальная», «Новая», «Новая – Глубокая», «Южная – Вентиляционная», гидрометаллургический завод (ГМЗ) по переработке уранового сырья, завод серной кислоты (СКЗ) и ряд вспомогательных подразделений. С начала эксплуатации Желтореченского месторождения образовались два карьера – «Габаевский» и «Веселоивановский», четыре хвостохранилища – отработанный карьер бурых железняков («КБЖ»), балки «Щербаковская» («Щ»), «Разбери» («Р») и «Терновская» («Т»), а также воронка обрушения как следствие подземной разработки железорудного месторождения системами с принудительным обрушением руд и вмещающих пород [3, 4, 9]. Добыча руд привела к образованию 550 тыс. м³ отвалов пустых пород и забалансовых руд, занявших 968 га плодородных земель.

Шахта «Ингульская» ГП «ВостГОК» создана в 1968 г. на базе Мичуринского уранового месторождения, представленного рудными телами сложной морфологии, ко-

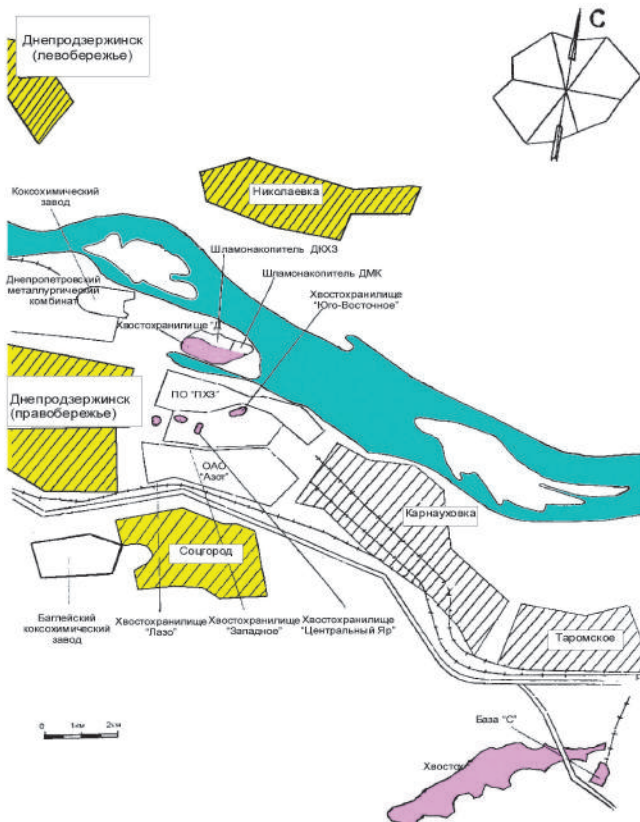


Рисунок 1 – Размещение хвостохранилищ на территории бывшего ПО «ПХЗ»



торые прослеживаются до глубины 500 м с тенденцией к резкому выклиниванию на глубину. Очистные работы начаты в 1976 г. Отработка месторождения осложняется тем, что над значительной частью рудных залежей протекает река Ингул. К настоящему времени геологические запасы Мичуринского месторождения в значительной части погашены, а в отработку вовлечены руды, расположенные в 6 км от действующей промышленной площадки ствола «Северный». Горно-геологическая характеристика этого месторождения аналогична Мичуринскому, но рудные тела прослеживаются до глубины свыше 1000 м. Так как рудные тела расположены под г. Кировоградом, практически исключается возможность строительства объектов по выдаче и переработке руды непосредственно над месторождением, поэтому выдачу руды осуществляют по транспортному штреку протяженностью 6,2 км, пройденному на глубине 300 м, и стволу «Северный».

Шахта «Смолинская» ГП «ВостГОК» образована на базе Ватутинского уранового месторождения в 1976 г. Месторождение вскрыто на южном фланге основными стволами «Главный» и «Вспомогательный», пройденными до горизонта 460 м и предназначенными для выдачи горной массы, спуска-подъема людей, материалов, оборудования, вентиляции, откачки подземных вод; на северном фланге – стволом шахты «Вентиляционная», пройденным до горизонта 280 м и оборудованным главной вентиляционной установкой (ГВУ). За время производственной деятельности шахт на промышленных площадках складировались пустые породы и забалансовые руды (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика отходов добычи и переработки урановых руд

Показатели	Месторождения	
	Мичуринское	Ватутинское
Плотность, т/м ³	2,05	1,95
Среднее содержание, Бк/кг:		
радий-226	245–2599	858–4415
торий-232	1,2–1934	40–403
калий-40	250–5000	500–9750
Удельная альфа-активность, Бк/кг	10853	7610
МЭД гамма-излучения, мкР/час	23–671	186–417
Плотность потока:		
α-частиц, 1/(см ² ·мин)	0,1–5,2	0,1–1,6
β-частиц, 1/(см ² ·мин)	30–450	25–540
Суммарная активность, Бк	118,4·10 ¹¹	1,6·10 ¹³

В состав ГМЗ входят цех основного производства, участки кислотного и известкового хозяйства, хранилища отходов первичной переработки урановой руды в балке «Щ» (основное) и «КБЖ» (резервное). Технологическая схема переработки предусматривает измельчение, сер-

нокислотное выщелачивание, сорбцию, экстракцию, фильтрацию, прокалку и затаривание уранового концентрата. В результате гидрометаллургической переработки руды образуются отходы крупностью 0,074 мм, которые в виде пульпы транспортируются по магистральным трубопроводам в хвостохранилище наливного типа балки «Щ», а его дамбовые воды используются в технологическом процессе. Твердые радиоактивные отходы (ТРО), образующиеся в результате производственной деятельности ГМЗ, складированы на специально организованных площадках, ТРО в виде металлолома, загрязненного радиоактивными веществами (РВ), – в охраняемой зоне территории ГМЗ, а строительный и промышленный мусор – в пределах хвостохранилища «Щ» (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика площадки для складирования металлолома и строительного мусора, загрязненного РВ

Наименование показателей	Металлолом	Строительный и промышленный мусор
Площадь хранилища, м ²	1500	–
Проектная вместимость, т	700	276·10 ³
Общее количество отходов, т	136	10660
Годовое поступление, т	131	1010
Суммарная активность, Бк	320·10 ⁶	24·10 ⁹
Удельная эффективная активность, Бк/кг	2,36·10 ³	2,25·10 ³

Складирование хвостовой пульпы осуществлялось в хвостохранилища «КБЖ» и «Щ» (табл. 3). Под хвостохранилище «КБЖ» использован отработанный карьер бурых железняков, состоящий из малой и большой чаш глубиной соответственно 10–15 и 60–65 м. Сегодня хвостохранилище «КБЖ» выведено из эксплуатации и находится в завершающей стадии рекультивации. Хвостохранилище «Щ», которое эксплуатируется с 1959 г., состоит из двух секций, разделенных плотиной. Складирование материала осуществляется гидроналивом в обе секции с об-

Таблица 3 – Характеристика хвостохранилищ «КБЖ» и «Щ»

Показатели	Хвостохранилища	
	«КБЖ»	«Щ»
Площадь земельного отвода, га	137,2	614,9
Площадь зеркала хвостохранилища, га	55,6	250,6
Проектный объем, млн м ³	12,4	40,7
Количество складированных отходов, млн т	15,9	27,7
Суммарная активность складированных отходов, Бк	93,3·10 ¹²	282,6·10 ¹²
Удельная активность хвостов, Бк/кг	5,9·10 ³	10,2·10 ³

разованием поверхностного слоя воды. Ограждающие дамбы имеют высоту от 7 до 44 м, общую протяженность – около 8 км, мощность слоя хвостов – до 30 м. При верхней отметке дамб 138,3 м заполнение хвостохранилища достигает уровня 135,1 м.

Для контроля над распространением и химическим составом в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения хвостохранилища создана режимная сеть скважин. Два раза в год проводятся замеры уровня подземных вод и отбор проб воды на химический и радиохимический анализ. По итогам года гидрогеологической службой ГП «ВостГОК» составляется отчет с анализом характера миграции сульфатов и нитратов. Проводятся также мероприятия по предотвращению пыления хвостового материала из сухих участков чаши хвостохранилища путем покрытия их суглинком мощностью до 0,5 м, а также по укреплению низовых откосов дамб.

Основное воздействие на воздушную и водную среду оказывает эксплуатация подземного и надземного шахтных комплексов и шахтный водоотлив, приводящий к нарушению гидрогеологического, гидрохимического и гидродинамического режимов поверхностных и подземных вод и радиационному загрязнению компонентов окружающей среды (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание ЕРН в водах реки Ингул и балки Курниково

Наименование компонентов	Содержание ЕРН, Бк/м ³			
	р. Ингул		б. Курниково	
	выше сброса	ниже сброса	выше сброса	ниже сброса
Уран природный, мг/дм ³	0,03	0,05	0,6	0,22
Радий-226	$0,23 \cdot 10^3$	$0,28 \cdot 10^3$	$0,93 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$
Торий-230	$0,07 \cdot 10^3$	$0,06 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^2$
Свинец-210	$0,52 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	$2,29 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^2$
Полоний-210	$0,08 \cdot 10^3$	$0,07 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$

Поверхностные воды района представлены рекой Ингул и ее притоками – рекой Бианка, ручьем, протекающим в балке Курниково, и притоком реки Кильтень. При максимальном шахтном водоотливе ущерб поверхностному стоку р. Ингул в пределах развития депрессионной воронки составляет около 8 %, что свидетельствует о незначительном влиянии производственной деятельности на гидрогеологический режим поверхностных вод. На химический состав поверхностных вод оказывают воздействие атмосферные осадки и стоки установки очистки шахтных вод, сбрасываемые в гидрографическую сеть. Промышленные площадки и отвальные поля урановых месторождений не оборудованы закрытой системой сбора и очистки ливневых и талых вод. Атмосферные

осадки по лоткам автомобильных проездов и по рельефу местности попадают непосредственно в гидрографическую сеть. Фильтруясь через радиоактивные породы отвалов, атмосферные осадки загрязняются естественными радионуклидами (вследствие процессов выщелачивания) и несут загрязнение в поверхностные воды.

Шахтные воды Ингульского горного предприятия очищаются на установках очистки – эффективность очистки достигает 70 %. Суммарный водоприток подземных вод в горные выработки колеблется в пределах 360–430 м³/час, из них около 100–120 м³/час поступает из штрека Коноплянского горизонта 280 м, соединяющего Мичуринское месторождение. Участие в обводнении Мичуринского месторождения принимают и инфильтрующиеся воды р. Ингул. В меженный период водоприток в горные выработки составляет 170–190 м³/час, а во время весеннего снеготаяния и при прохождении паводка водоприток повышается до 220–230 м³/час. Длина депрессионной воронки по простиранию превышает 9 км, а ее ширина колеблется от 1,5 до 3 км. В центре депрессионной воронки величина понижения уровня подземных вод составляет 200–250 м.

Шахтные воды Смолинского горного предприятия очищаются методом отстаивания и сбрасываются в водоток балки Курниково (рис. 2). Под воздействием шахтного водоотлива водоносный комплекс рыхлых отложений на большей части территории промышленной площадки Смолинского горного предприятия сдренирован и в настоящее время развит в пределах поймы балки Курниково. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации поверхностных вод прудов.



Рисунок 2 – Установка очистки шахтных вод на Смолинской шахте ГП «ВостГОК»

Мониторинг окружающей среды. Согласно существующей системе мониторинга подземных вод по сети разведочных скважин и колодцев (всего колодцев, расположенных в близлежащих селах, – 50), гидродинамический и гидрохимический режимы водоносных горизонтов стабили-



зировались и не воздействуют на радиационную обстановку в районе расположения Ингульского горного предприятия. Основное влияние шахтного водоотлива Смолинского горного предприятия направлено на водоносный горизонт кристаллических пород докембрия и их коры выветривания (водоприток подземных вод составляет 280 м³/час).

Водоносный горизонт на Ватутинском месторождении (осушен в 1970–1987 гг.) имеет размеры депрессионной воронки по простиранию – 2,6 км, вкрест – 1,2 км. Водоприток шахтных вод, которые после очистки сбрасываются в ручей, составляет 0,076 м³/с. Объем сбрасываемых в поверхностные воды очищенных шахтных вод более чем в 2 раза превышает естественный расход ручья (0,029 м³/с). Шахтные диффузоры, вентиляционные установки радиометрического обогащения руды, отвалы пустых пород и забалансовых руд являются основными источниками выбросов, содержащих ЕРН, радон и дочерние продукты его распада (табл. 5), в атмосферный воздух.

Таблица 5 – Характеристика выбросов загрязняющих веществ

Наименование показателей	Горные предприятия	
	Ингульское	Смолинское
Разрешенный годовой выброс по пыли рудной, т/год	42,137	92,392
Фактический годовой выброс:		
• пыль рудная, т/год	8,698	6,499
• суммарная α-активность, Бк/год	4,65·10 ⁸	5,1·10 ⁸
• уран природный, т/год	2,28·10 ⁻³	4,4·10 ⁻³
• радий-226, Бк/год	4,62·10 ⁸	2,8·10 ⁸

Максимально возможная суммарная индивидуальная дозовая нагрузка на население, проживающее в зоне влияния Ингульского горного предприятия, составляет 0,951 мЗв/год, Смолинского – 0,722 мЗв/год. Существующая система мониторинга на промышленных площадках горных предприятий контролирует:

- выбросы рудной пыли шахтным диффузором, РОФ, пылеобразование пустых пород и забалансовых руд;
- качество шахтных вод до и после очистки перед сбросом в гидрографическую сеть;
- содержание ЕРН в поверхностных водах, донных и рыхлых отложениях;
- радиоактивное загрязнение воздушной среды и почв на промышленной площадке, в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН).

ГМЗ в процессе производственной деятельности приводит к радиационному загрязнению компонентов водной и воздушной окружающей природной среды. Основными факторами и источниками воздействия на окружающую среду являются:

- выбросы рудной пыли, содержащей уран и продукты его распада (цех основного производства);
- вынос и разнос пыли с поверхностей сухих пляжей (хвостохранилища «КБЖ» и балки «Щ»);
- пролив хвостовой пульпы на поверхность прилегающей к пульпопроводу территории в случае нарушения его целостности (пульпопровод).

Реки Желтая и Зеленая, протекающие соответственно в 3 и 5 км от цеха основного производства ГМЗ и хвостохранилища «КБЖ», – основные поверхностные водотоки в районе (хвостохранилище «Щ» расположено в 0,5 км от р. Желтая). Техногенные воды в гидрографическую сеть не сбрасываются. Атмосферные осадки, переходящие в поверхностный сток, на территории цеха основного производства полностью улавливаются системой ливневого водоотвода и направляются в хвостохранилище «Щ». Воды поверхностного стока отводятся от хвостохранилищ «КБЖ» и «Щ» нагорными канавами и, не смешиваясь с техногенными водами, попадают в поверхностные водотоки. Таким образом, воды рек Желтая и Зеленая не испытывают поверхностного загрязнения от цеха основного производства и хвостохранилищ.

Максимальная эффективная индивидуальная радиоактивная дозовая нагрузка на население от действующих объектов ГП «ВостГОК» не превышает 0,12 мЗв/год, что соответствует нормам НРБУ-97 (разрешенный годовой выброс по рудной пыли составляет 11,574 т, а фактический – 4,812 т). Радиоактивное загрязнение воздушной среды приведено в табл. 6.

Таблица 6 – Характеристика радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха

Наименование объекта	Массовая концентрация пыли, мг/м ³	Суммарная альфа-активность, Бк/м ³
Промплощадка ГМЗ	0,189	2,5·10 ⁻³
Промплощадка «КБЖ»	0,49	3,0·10 ⁻³
Промплощадка балки «Щ»	0,49	2,0·10 ⁻³
СЗЗ ГМЗ	0,1	1,2·10 ⁻³
СЗЗ балки «Щ»	0,2	2,0·10 ⁻³
Жилая застройка г. Желтые Воды	0,06	6,3·10 ⁻⁴

Мониторинг объектов окружающей природной среды, радиационной обстановки в населенных пунктах осуществляется радиометр-дозиметрами МКС-01Р, ДКС-96, дозиметрами ДБГ-01Н, ДКС-90Н (в целях локализации радиоактивно загрязненных участков – радиометрами СРП-68-01 и СРП-88Н), радиометрами радона РГА-09, радиометрическими установками САС-5, гамма-спектрометрами на базе анализатора «Nokia» LP-4900В

с ДГДК-80В. Средства измерений и вспомогательное оборудование разработаны, серийно выпускаются фирмами «Тетра» и «Позитрон GmbH» (г. Желтые Воды) и проходят госповерку [9, 11, 12].

Природоохранные мероприятия. Улучшение экологической обстановки на площадках горных предприятий достигается за счет планировочных и технологических мероприятий, включающих:

- организацию ливневой канализации для сбора поверхностных и профильтрованных через отвалы вод и подачи их на установку очистки шахтных вод;
- изоляцию поверхности отвалов почворастительным слоем, препятствующим пылевыведению и миграции радионуклидов, от воздействия атмосферных осадков;
- рекультивацию загрязненных радионуклидами в процессе производственной деятельности локальных участков общей площадью 20 тыс. м²;
- реконструкцию установки очистки от урана и естественных радионуклидов шахтных вод и стоков дождевой канализации;
- применение многоступенчатого орошения выдаваемого воздуха на вентиляционных горизонтах;
- реконструкцию фильтра главной вентиляционной установки;
- восстановление систем аспирации в местах переработки горной массы;
- применение в производстве систем разработки, обеспечивающих селективную выемку руды, снижение показателей потерь разубоживания руды;
- отработку запасов, обеспечивающих при минимальных объемах добычи потребность в готовой продукции, с переводом неотрабатываемых запасов в условно-балансовые;
- сортировку горной массы в шахте и использование ее для погашения пустот.

Планировочные и технологические мероприятия на Желтоводской промплощадке включают:

- создание лесозащитных насаждений в санитарно-защитных зонах ГМЗ, «КБЖ» и хвостохранилища «Щ» (общая площадь 30 га);
- завершение работ по рекультивации хвостохранилища «КБЖ» (рис. 3);
- покрытие поверхностей сухих участков хвостохранилища «Щ» суглинком (по мере необходимости);
- реконструкцию систем газоочистки в отделениях приема, измельчения и сорбции, организацию второй ступени очистки газов от рудной пыли и аэрозолей в отделении выщелачивания ГМЗ;
- «мокрое» доулавливание пыли в газах и охлаждение газов после прокаточных печей и шнека подсушки в печном отделении ГМЗ;

- устройство систем орошения в складах руды и узлах ее перегрузки;
- использование гидропылеподавляющих систем для уменьшения пыления сухих участков хвостохранилища «Щ»;
- устройство установки жидкостной дезактивации оборудования на площадке складирования металлолома, загрязненного радиоактивными веществами;
- организацию «сухого» складирования хвостов вместо традиционного наливного способа, используемого в хвостохранилище «Щ».



Рисунок 3 – Рекультивационные работы на хвостохранилище ГМЗ г. Желтые Воды

Предприятия по добыче и переработке урановых руд оказывают радиационное воздействие на окружающую природную среду (радон и короткоживущие дочерние продукты его распада, гамма-излучения, долгоживущие альфа-нуклиды, аэрозоли и др.), что обуславливает необходимость проведения организационных, технических и специальных мероприятий по снижению отрицательного воздействия на среду и человека, радиационной и социальной защите населения, проживающего в зоне влияния радиационно-опасных объектов.

С этой целью ГП «УкрНИПИИПромтехнологии» разработаны и введены в действие отраслевая «Программа улучшения радиационного состояния урановых объектов отрасли и регионов их размещения», утвержденная Министерством топлива и энергетики Украины, и «Государственные программы мероприятий по радиационной и социальной защите населения г. Желтые Воды Днепропетровской области» (постановления Кабинета Министров Украины от 8 июня 1995 г. № 400 и от 5 мая 2003 г. № 656). Совместно с институтом УкрНИИЭП разработаны и внедряются первоочередные мероприятия согласно Государственной программе ликвидации опасных объектов производственного объединения «Приднепровский химический завод» на 2005–2014 гг. (постановление Кабинета Министров Украины от 26 ноября



2003 г. № 1846) и «Отраслевой научно-технической программе обеспечения технологической безопасности, продления ресурса промышленных объектов, сооружений и инженерных сетей предприятий атомной промышленности».

ВЫВОДЫ

1. Повышение экологической безопасности в зоне влияния урановых объектов достигается за счет разработки и внедрения новых методов, технологий и технических средств, обеспечивающих возможность использования для закладки местных некондиционных материалов и отходов производства, уменьшение расхода вяжущего, снижение затрат на добычу уранового сырья.

2. «Сухое» складирование хвостов вместо традиционного наливного способа обеспечивает комплекс подготовки, состоящий из корпуса обезвоживания, складов обезвоженных хвостов и цемента, узла приготовления раствора, сгустителей, конвейерных галерей и вспомогательных сооружений. При заполнении связанными хвостами всей существующей площади зеркала хвостохранилища на высоту 10 м и производительности ГМЗ до 1,5 млн т/год срок эксплуатации хвостохранилища продлевается на 50 лет.

3. Радиационный мониторинг урановых объектов позволяет контролировать влияние шахт, ГМЗ, хвостохранилищ на природную среду региона. С целью расширения сети мониторинга предлагается создать четыре наблюдательных поста на реках Желтая и Зеленая в пределах зон наблюдения, восстановить и пробурить дополнительные наблюдательные скважины на территории ГМЗ для уточнения площади загрязнения подземных вод и распространения водоносных горизонтов, оснастить новыми приборами и автоматизированными системами радиационного контроля, передвижной радиологической лабораторией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ляшенко, В.И.** Радиационная и социальная защита населения в регионе уранодобывающих и перерабатывающих

Викладено радіоекологічні особливості уранодобувного та переробного підприємств. Надано характеристику об'єктів атомної промисловості та оцінку їх впливу на навколишнє середовище. Наведено технічні рішення щодо зниження шкідливого впливу цих об'єктів. Запропоновано заходи, які спрямовані на зниження дози опромінення населення, що проживає в радіаційно-забрудненій зоні, від природних радіонуклідів та техногенно підсилених джерел іонізуючого випромінювання.

- предприятий / В.И. Ляшенко // Цветная металлургия. – 1997. – № 10. – С. 26–32.
2. **Ляшенко, В.И.** Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающем регионе / В.И. Ляшенко // Горный журнал. – 1999. – № 12. – С. 65–66.
3. Добыча и переработка урановых руд : монография / под ред. А.П. Чернова. – К. : Адеф-Украина, 2001. – 238 с.
4. **Коваленко, Г.Д.** Радиоэкология Украины / Г.Д. Коваленко, К.Г. Рудя. – К. : Київський Університет, 2001. – 167 с.
5. Енергетична стратегія України на період до 2030 року : розпорядження КМУ від 15.03.2006 р. № 145-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc>
6. Концепция федеральной целевой программы «Развитие атомно-энергетического комплекса России на 2007–2010 годы и на перспективу до 2015 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.atomic-energy.ru/documents/9372>
7. **Ляшенко, В.И.** Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах : монография / В.И. Ляшенко, О.В. Люлько, В.П. Стусь. – Д. : Пороги, 2003. – 642 с.
8. **Кошик, Ю.И.** Научное сопровождение уранового производства в Украине / Ю.И. Кошик, В.И. Ляшенко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. – № 6. – С. 5–17.
9. **Ляшенко, В.И.** Охрана окружающей среды в зоне природного и техногенного радиационного загрязнения / В.И. Ляшенко, А.И. Дворецкий, П.И. Ломакин. – Д. : Гамалия, 2007. – 180 с.
10. **Ляшенко, В.И.** Природоохранные технологии и средства для пылеподавления поверхностей хвостохранилищ горно-металлургического производства / В.И. Ляшенко, В.Н. Жушман, А.А. Гурин // Цветная металлургия. – 2009. – № 12. – С. 3–13.
11. Екологічна безпека уранового виробництва : монографія / В.І. Ляшенко, Ф.П. Топольний, М.І. Мостіпан та інші. – Кіровоград : КОД, 2011. – 240 с.
12. **Стусь, В.П.** Екологія довкілля та безпека життєдіяльності населення у промисловому регіоні / В.П. Стусь, В.І. Ляшенко // Екологія і промисловість. – 2011. – № 2. – С. 23–31.

Поступила в редакцию 24.10.2011

Radioecological peculiarities of the works on uranium ore mining and processing are stated. Characteristics of nuclear industry objects and assessment of their impact on environment are given. Technical approaches aimed at reducing harmful impact of these objects, actions that decreasing radiation dose on population living in radiation-contaminated area from natural radionuclides and technogeneously-forced sources of ionizing radiation.