

ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 622.273:622.349.5.001.5

**РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ
УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ¹**

В.И. ЛЯШЕНКО

*Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский
и проектно-изыскательский институт промышленной технологии»
52204, Украина, Днепропетровская обл. г. Желтые Воды, ул. Петровского, 37; e-mail: vi_lyashenko@mail.ru*

Дана характеристика современного состояния уранодобывающих и перерабатывающих предприятий Украины. Описана схема радиационного мониторинга урановых объектов на базе приборов и автоматизированных систем радиационного контроля нового поколения: радиометр РКС-02 «Кордон»; радиометр РУГ-2001; многоканальная установка «Пульс-1м»; радиометр РЗБА-06; радон-монитор AlphaGUARD; комплекс КСИРА-2010Z; автономная система SkyLINK; гамма-монитор GammaTRACER на базе передвижной автомобильной лаборатории. Предложена система профилактических мер: контроль окружающей природной среды, защита персонала и населения. Обоснована необходимость установления систематического санитарного надзора для профилактики вредного воздействия на организм тяжёлых металлов и радиационного загрязнения. Доказана необходимость внедрения природо- и ресурсосберегающих технологий и технических средств как механизма экономической ответственности предприятий и организаций за загрязнения окружающей природной среды.

Ключевые слова: урановое производство; радиоэкология; радиационный мониторинг; природоохранные мероприятия; население; социальный фактор.

**RADIATION MONITORING OF THE FACILITIES
OF THE URANIUM INDUSTRY IN UKRAINE**

V.I. LYASHENKO

*State Enterprise "Ukrainian Scientific-Research and Design Institute of Industrial Technology"
52204 Ukraine, Dnipropetrovsk region, Zhovti Vody, 37 Petrovsky Str.; E-mail: vi_lyashenko@mail.ru*

The characteristic of the current state of uranium mining and processing enterprises of Ukraine is shown. The scheme of radiation monitoring of uranium facilities on the basis of instruments and automated radiation monitoring systems of new generation such as radiometer RKS-02 «Cordon»; radiometer RUG-2001; Multi-channel installation «Pulse-1M»; Radiometer RZBA-06; Radon Monitor AlphaGUARD; Complex IRGC-2010Z; autonomous system SkyLINK; gamma monitor GammaTRACER etc. on the basis of mobile automotive lab is described. The system of the preventive measures is presented, including the control of the environment, the protection of workers and the public. The necessity of the establishing of the systematic health surveillance for the prevention of harmful effects on the body by heavy metals and radioactive contamination is grounded. The necessity of the introduction of nature-saving technologies and equipment as the economic responsibility of enterprises and organizations for the environmental pollution is justified.

Key words: uranium production; radioecology; radiation monitoring, environmental protection measures; population; social issues.

¹ Работа выполнена при содействии специалистов ведущих научных институтов и центров Украины, общественности города, органов местного самоуправления, депутатов городского и областного Советов, Днепропетровской областной государственной администрации, народных депутатов Украины, министерств, ведомств, Кабинета министров Украины и др.

Уранодобывающие предприятия имеют особенности, которые связаны с обеспечением радиационной безопасности, поскольку в процессе добычи и переработки урановых руд в окружающую среду поступают естественные радионуклиды. Основные источники радиоактивного загрязнения окружающей природной среды: горнодобывающие предприятия; рудные склады; отвалы пустой породы; гидрометаллургический завод (ГМЗ) и отходы его производства, которые складываются в хранилищах наливного типа; шахтные воды (сбрасывание); вентиляционные выбросы; транспортные коммуникации (железнодорожные колеи, технологические автомобильные дороги, пульпопроводы к хвостохранилищам). Актуальность радиозоологических проблем особенно характерна для Приднепровского региона, где с 50-х гг. прошлого века велись добыча и переработка уранового сырья государственным предприятием «Восточный горно-обогатительный комбинат» (ГП «ВостГОК»), г. Желтые Воды; шахтой «Первомайская», г. Кривой Рог, и производственным объединением «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ», г. Днепропетровск) [1, 14].

Цель исследования — радиационный мониторинг объектов урановой промышленности на основе разработки и внедрения реабилитационных мер, направленных на охрану окружающей среды, радиационную защиту объектов, персонала и населения, которое проживает в зоне их влияния.

Задачи исследования:

- 1) дать характеристику современного состояния уранодобывающих и перерабатывающих предприятий Украины;
- 2) выполнить оценку уранодобывающих и перерабатывающих производств по радиационному фактору;
- 3) разработать и внедрить комплекс мероприятий по экологической реабилитации территории, жилых зданий, объектов социальной сферы и населения, которое проживает в условиях влияния радиационного фактора;
- 4) создать и обеспечить функционирование мониторинга территории города, в том числе состояния окружающей естественной среды, экологического и радиационного.

Методы исследования. Использованы комплексные радиометрические методы (измерения: экспозиционной дозы и интенсивности -излучений, радиоактивности - и -излучения, мощности экспозиционной дозы -излучения, определение мощности поглощенной дозы -излучения в воздухе, анализ естественных радионуклидов (ЕРН)); статистический и математический методы исследований с использованием комплексного системного подхода по стандартным методикам [2, 6, 8, 15].

Приборное обеспечение. Для выполнения работ по радиационному обследованию территории и жилых помещений использовались поверенные в органах государственного метрологического надзора Украины следующие приборы и оборудование: дозиметр ДБГ-06Т, радиометры СРП-88Н и ИРМ, гамма-спектрометр СГС (LP-4900В), радон-монитор AlphaGUARD PQ2000, комплект средств измерений КСИРА-2010Z, производимых фирмами «Позитрон GmbH» и «Тетра» г. Желтые Воды, Украина, «Генитрон GmbH», г. Франкфурт-на-Майне, Германия и др. [11].

Характеристика современного состояния уранодобывающих и перерабатывающих предприятий Украины

Добыча и переработка уранового сырья на Украине осуществляется с 1949 г. Так, ПО «ПХЗ» начало переработку уранового сырья в 1949 г., а ГП «ВостГОК» — добычу урановой руды в 1951 г. подземным способом, а с 1956 г. — и подземным выщелачиванием металлов через буровые скважины, пробуренные с поверхности. В состав ГП «ВостГОК» входят три действующие шахты (рис. 1): «Ингульская», «Смолинская» и «Новокозантиновская» (далее — урановые объекты (УО)).

До 1991 г. закончили деятельность 12 уранодобывающих и перерабатывающих объектов. Они расположены на территории двух областей: Днепропетровской и Николаевской. В Днепропетровской области находились УО бывшего ПО «ПХЗ» (хвостохранилища, промплощадки, хранилища и склады уранового сырья) и ГП «ВостГОК» (участок подземного выщелачивания) [2, 6, 8, 15].

Переработка урановых руд и получение уранового концентрата осуществляется на гидрометаллургическом заводе (ГЗМ) в г. Желтые Воды. В процессе переработки урановых руд на ГМЗ образуются отходы (хвосты) с повышенным содержанием радионуклидов природного происхождения. Отходы уранового производства по пульпопроводам подаются в специально оборудованное хвостохранилище — балка «Щербаковская» (балка «Щ»), которое находится в 5 км от г. Желтые Воды. По состоянию на конец 2014 г. в хвостохранилище балка «Щ» накоплено около 40 млн. т отходов уранового производства. Первоочередными экологическими задачами для этого объекта являются: углубленное изучение радиационного риска влияния объекта на окружающую среду (источник загрязнения подземных вод); усовершенствование системы его комплексного экологического мониторинга; разработка природоохранных мероприятий, включающих укрепление и наращивание тела защитных дамб [2].

С 1991 г. ПО «ПХЗ» прекратил основную деятельность по производству урана, после чего остались



a



b



v

Рис. 1. Поверхностные комплексы шахт ГП «ВостГОК»: *a* – «Ингульская»; *б* – «Смолинская»; *в* – «Новоко́нстантиновская» (начало освоения Новоко́нстантиновского месторождения)



Рис. 2. Размещение хвостохранилищ на территории ПО «ПХЗ»: 1 – Западное; 2 – Центральный Яр; 3 – Юго-Восточное; 4 – Днепровское

хвостохранилища отходов уранового производства (рис. 2): на территории завода — «Западное», «Центральный Яр» и «Юго-Восточное»; за пределами территории — «Днепровское», «Сухачевское» с секциями 1 и 2; хранилище «База С».

При ликвидации завода ряд опасных сооружений, загрязненных радиоактивными веществами, были разрушены, разграблены и частично демонтированы, а все хвостохранилища не были приведены в экологически безопасное состояние в соответствии с действующими нормативно-законодательными требованиями по перепрофилированию бывших урановых производств (рис. 2, табл. 1, 2). В хвостохранилищах накоплено до 42 млн. т отходов от переработки урановых руд общей активностью $3,2 \cdot 10^{15}$ Бк (средняя удельная активность 76 кБк/кг). В хранилищах отходов уранового производства «ДП-6» и «База С» накоплено до 0,2 млн. т отходов урано-

вого производства общей активностью $4,4 \cdot 10^{14}$ Бк (средняя удельная активность 2,3 МБк/кг). Общая площадь хвостохранилищ 2,77 млн. м². Мощность экспозиционной дозы варьирует от 10 до 35000 мкР/ч. Наиболее загрязненные объекты (здания бывших урановых производств, пульпопроводы, складские и другие помещения), а также хвостохранилища отходов гидрометаллургической переработки урана, которые формировались с 1948 по 1980 гг., остались без надзора и соответствующего контроля. Только в 2000 г. за счёт средств резервного фонда Кабинета министров Украины (КМУ) были выполнены первые противоаварийные мероприятия по ремонту и укреплению ограждающих сооружений инженерной защиты на хвостохранилищах «Западное» и «Днепровское», тем самым существенно снижена вероятность возникновения оползней и размывов ограждающих дамб. Для осуществ-

Таблица 1

Характеристика основных хвостохранилищ ПО «ПХЗ»

Объект	Период эксплуатации, гг.	Площадь, га	Масса отходов, млн. т	Объем отходов, млн. м ³	Общая активность, тыс. Бк
Хвостохранилище: Западное	1949—1954	6,0	0,77	0,35	180
Центральный Яр	1951—1954	2,4	0,22	0,10	104
Юго-Восточное	1956—1980	3,6	0,33	0,15	67
Днепровское (Д)	1954—1968	73,0	12,0	5,9	1400
Лантановой фракции	1965—1988	0,06	0,0066	0,0033	130
Сухачевское: секция 1	1968—1983	90,0	19,0	8,6	710
секция 2	1983—1992	70,0	9,6	4,4	270
Хранилище: Доменная печь № 6	1978-1982	0,2	0,04	0,02	330
База С (бывший склад урановой руды)	1960—1991	25,0	0,3	0,15	440

Таблица 2

Характеристика источников выбросов от основных объектов ПО «ПХЗ»

Объект	Площадь пыления, тыс. м ²	Средняя удельная активность радионуклида в пыли, Бк/кг						Плотность потока ²²⁶ Ra на поверхности, Бк/(м ² с)
		²²⁶ Rn	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³⁰ Th	²¹⁰ Po	²¹⁰ Pb	
Хвостохранилища: Западное		40,2						0,003–3,075
Центральный Яр		24,0						0,24–2,57
Юго-Восточное	36	58	2594	733	3560	1190	866	0,673
Днепровское (Д)	730	730						0,001–2,580
Лантановой фракции	0,06							
Сухачевское: секция 1;	346	906,8	2500	6200	5980	11120	11140	0,030–1,475
секция 2	185	698,8						0,005–0,046
Хранилища: Доменная печь № 6 База С (бывший склад урановой руды)	128,5	330	358	201	760	493	44977 49325	0,017–0,050 1,25–21,20

ления рекультивационно-восстановительных работ на загрязнённых территориях и обращения с радиоактивными отходами бывшего уранового производства ПО «ПХЗ» было создано государственное предприятие «Барьер» (ГП «Барьер»). Этому предприятию на баланс переданы все потенциально опасные объекты ПО «ПХЗ». С целью устранения существующего комплекса радиоэкологических проблем, связанных с техногенным загрязнением территории бывшего ПО «ПХЗ», была разработана и утверждена постановлением КМУ государственная программа по приведению опасных объектов ПО «Приднепровский химический завод» в экологически безопасное состояние по обеспечению защиты населения от вредного воздействия ионизирующего излучения. Однако недостаточное финансирование сделало невозможным реализацию этой программы: не выполнены разработанные проекты, не соблюдаются требования действующего законодательства, что влечёт нарастание экологических рисков для проживания и здоровья населения города и прилегающих территорий.

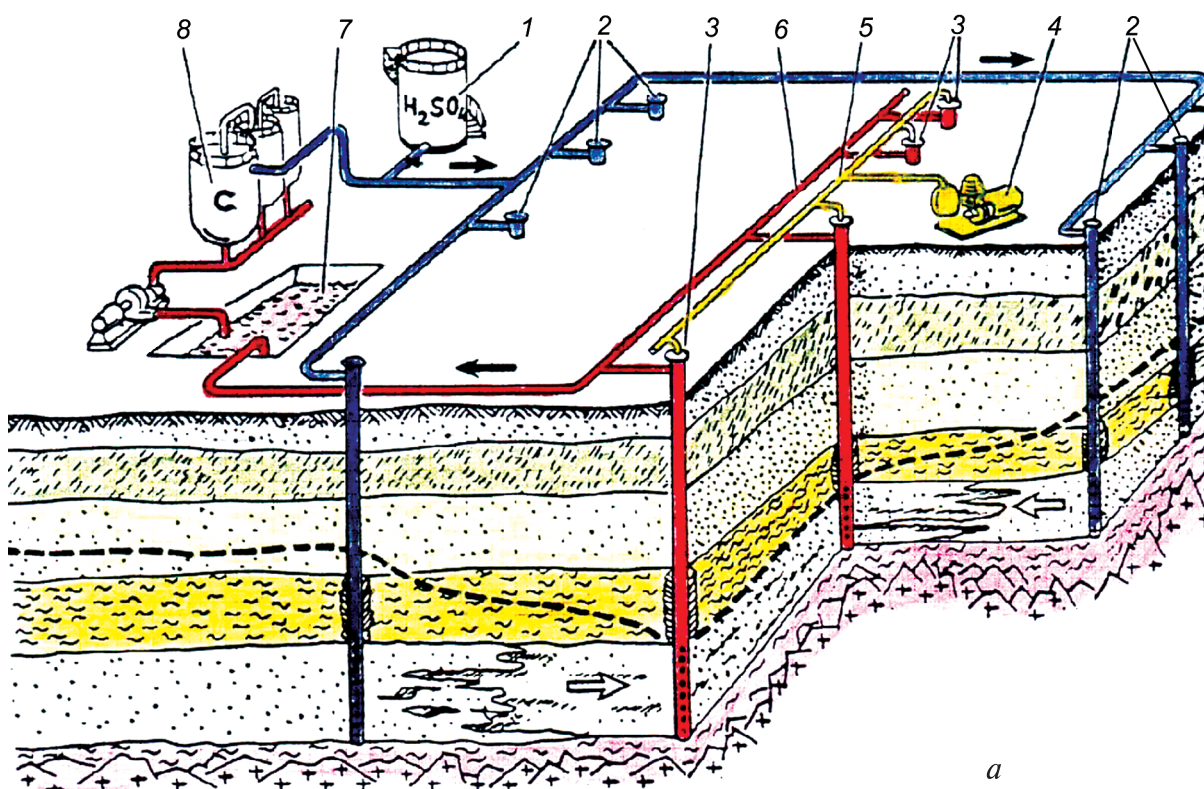
ПО «ПХЗ» с 1949 по 1991 гг. перерабатывало доменный шлаки, ураносодержащие концентраты и руду. За период работы предприятия было образовано девять хранилищ радиоактивных отходов (РАО), которые складировались в глиняных карьерах и оврагах, находящиеся на склоне долины р. Днепр, дно и борта которых не были подвергнуты специальной подготовке. В результате на территории предприятия образовались хвостохранилища «Западное», «Центральный Яр», «Юго-Восточное» (табл. 1, 2) [9–11].

Оценка уранодобывающих и перерабатывающих производств

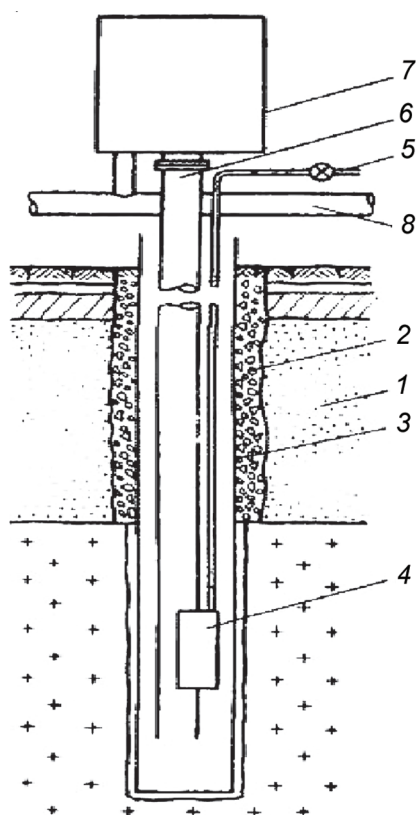
Добыча руды на «Ингульской», «Смолинской» и «Новокозантиновской» шахтах ГП «ВостГОК»,

расположенных в Кировоградской области, ведётся камерными системами разработки с закладкой выработанного пространства. Самый большой вклад в загрязнение компонентов окружающего среды вносят выбросы шахтных диффузоров главных установок вентиляторов, системы вентиляции радиометрических обогащительных фабрик, склады товарной руды, отвалы пустых пород, сбрасывание шахтных вод. Переработка руд осуществляется на гидрометаллургическом заводе (ГМЗ), расположенном на расстоянии 2,5 км от жилой зоны г. Желтые Воды [3].

Участок подземного выщелачивания «Девладово» ГП «ВостГОК» эксплуатировался с 1956 по 1983 гг. Месторождение вскрыто системой скважин, расположенных рядами, многоугольниками, кольцами (рис. 3). В скважины подают растворитель, который, фильтруясь по залежи, выщелачивает полезные компоненты и затем откачивается через другие скважины. Конструкция скважин для ПВ проста (рис. 3, б). Общая площадь 2350 тыс. м². Участок расположен в Софиевском районе Днепропетровской области на расстоянии 6 км на восток от с. Девладово. Ближайшими наиболее крупными населёнными пунктами являются г. Кривой Рог и районный центр Софиевка. Месторождение относится к юго-западной части Приднепровского блока Украинского кристаллического щита. В 16 км к западу от площадки подземного выщелачивания протекает р. Саксагань, а в 4 км на восток — р. Камянка. В результате отработки месторождения урана с 1959 по 1983 гг., подземные воды продуктивного горизонта, размещённые в бучакской свите, оказались загрязнёнными остаточными растворами. После отработки проведена дезактивация и рекультивация грунтов, в ходе которой загрязнённые грунты сняты на глубину 0,5 м и вывезены. В результате рекультивации грунто-



a



б

Рис. 3. Схема отработки пластового месторождения выщелачиванием через скважины; а: 1 — узел приготовления раствора; 2 — нагнетательная скважина; 3 — дренажная скважина; 4 — компрессор; 5 — воздухопровод для эрлифта; 6 — коллектор для продуктивного раствора; 7 — отстойник; 8 — установка для переработки раствора; 9 — насос; б — конструкция дренажных скважин при подземном выщелачивании: 1 — пласт полезного ископаемого; 2 — гравийная засыпка; 3 — колонна обсадных труб с фильтром; 4 — смеситель; 5 — труба для подачи воздуха; 6 — колонна водоподъемных труб; 7 — воздухоотделитель; 8 — коллектор

вый покров восстановлен, радиационная обстановка на поверхности месторождения отвечает нормативным требованиям. После окончания эксплуатации в недрах осталось около 6,0 млн. м³ остаточных технологических растворов, загряз-

нённых радионуклидами и химическими соединениями. Земли, отчужденные на период эксплуатации месторождения «Девладово», рекультивированы и переданы первичному землепользователю.

В Николаевской области находились УО ГП «ВостГОК» (два участка подземного выщелачивания).

Участок подземного выщелачивания «Братское» находится в Братском районе в бассейне р. Южный Буг и р. Мертвовод (в 5 км от месторождения), является естественным дренажем для подземных вод. Общая площадь 1120 тыс. м². Оработка месторождения проводилась с 1971 по 1989 гг., нарушенные земли рекультивируются. После эксплуатации в недрах осталось около 5,2 млн. м³ остаточных технологических растворов, загрязнённых радионуклидами и химическими соединениями.

Участок подземного выщелачивания «Сафоновское» находится в 15 км от районного центра поселка Котелка и в 120 км от г. Желтые Воды. Месторождение относится к южной части Украинского кристаллического щита. Наиболее крупный водоток р. Висунь отмечается низкой затратой. В период 1981—1984 гг. проводилась его опытная оработка по технологии подземного выщелачивания. В данное время участок рекультивирован, а земли переданы землепользователю [4, 7].

В соответствии с пунктом 18 «Основных направлений» к главным принципам и задачам экологической безопасности ядерных объектов относится безопасное добыча и обогащения урановых руд, оценка их влияния на окружающую среду и создание систем мониторинга.

Результаты радиационного мониторинга урановых объектов

Основные особенности загрязнения окружающего среды урановыми объектами (ГМЗ, хвостохранилища, шахты, здания, сооружения и территория). Схема радиационного мониторинга включает (рис. 4):

- 1) радиационный фактор, представленный в основном нуклидами уранового и ториевого рядов;
- 2) наличие сопутствующего загрязнения окружающего среды (сульфат- и нитрат-ионы и др.), которое более значительно, чем радиационное.

При реализации технических решений по улучшению радиационной обстановки в районах размещения урановых объектов, мониторинг окружающего среды для населения предусмотрен рекомендациями МАГАТЭ и нормативными документами Украины по вопросам радиационной безопасности. Мониторинг территории ГМЗ включает определение внешнего гамма-излучения от поверхности грунта в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) ГМЗ (не превышает 0,41 мкЗв/ч). Это обусловлено наличием кварцитового покрытия на территории частично рекультивированного хвостохранилища «КБЖ» (северное направление от промплощадки завода); отбор 64 проб из поверхностного пласта грунта методом «конверта»

(1,0 1,0 м) по восьми румбам от промплощадки завода (суммарная альфа-активность не превышает норму). Мониторинг территории хвостохранилища в балке «Щ» показал, что внешнее гамма-излучение в пределах промплощадки хвостохранилища имеет максимальное значение 3,70 мкЗв/ч, что обусловлено вкладом гамма-излучения намытых хвостов — отходов гидрометаллургической переработки урановых руд [5].

Повышенные значения суммарной альфа-активности в пробах грунта вызваны также процессами пыления пляжей хвостохранилища, которые устраняются при их орошение или покрытии инертным (неактивным) материалом и др. Значение основных радиационно-опасных факторов, которые измеряются и определяются в пределах СЗЗ и зоны наблюдения (ЗН) хвостохранилища «Щ» не отличаются от показателей близлежащих территорий Пятихатского района Днепропетровской области.

Мониторинг пульпопровода ГМЗ осуществляется на всем его протяжении (6,5 км) по сети профилей длиной до 40 м и сменным шагом по профилю (2 м до границы СЗЗ, шагом 5 м за пределами СЗЗ). Здесь отсутствуют существенные радиоактивные загрязнения, поскольку следствия аварий, которые происходят на пульпопроводе ликвидируются (дезактивируются и рекультивируются) в кратчайшие сроки с обязательным радиационным контролем качества дезактивации. На данное время проводится демонтаж и дезактивация зданий и сооружений, размещённых на территории промплощадки участка подземного выщелачивания «Братское» с обязательным радиационным контролем качества дезактивации пылегазодозиметрической лаборатории ГП «ВостГОК». Обнаружены локальные участки со сниженными значениями pH и повышенными значениями плотного остатка в водных вытяжках проб грунта. Это свидетельствует о засоленности грунтов, в которых проводилось замещение закисленного грунта на инертный материал (суглинок, чернозем). Закисленный грунт вывозился на хвостохранилище ГМЗ. На землях ликвидированного участка выполняются плановые работы и определяются местоположения точек отбора проб грунта [12].

Мониторинг участка подземного выщелачивания «Девладово» предусматривает сгущение сети контроля в пределах населенного пункта (50 50 м) при общей сети наблюдения 100 100 м. Превышение над естественным фоном как по радиационным факторам, так и по химическим не зафиксировано. Земли общей площадью 800 га возвращены в народное хозяйство. Для расчётов дозовых нагрузок используются: объёмная активность радона в атмосфере; эквивалентная равновесная объёмная активность радона и торона в атмосфере; мощ-

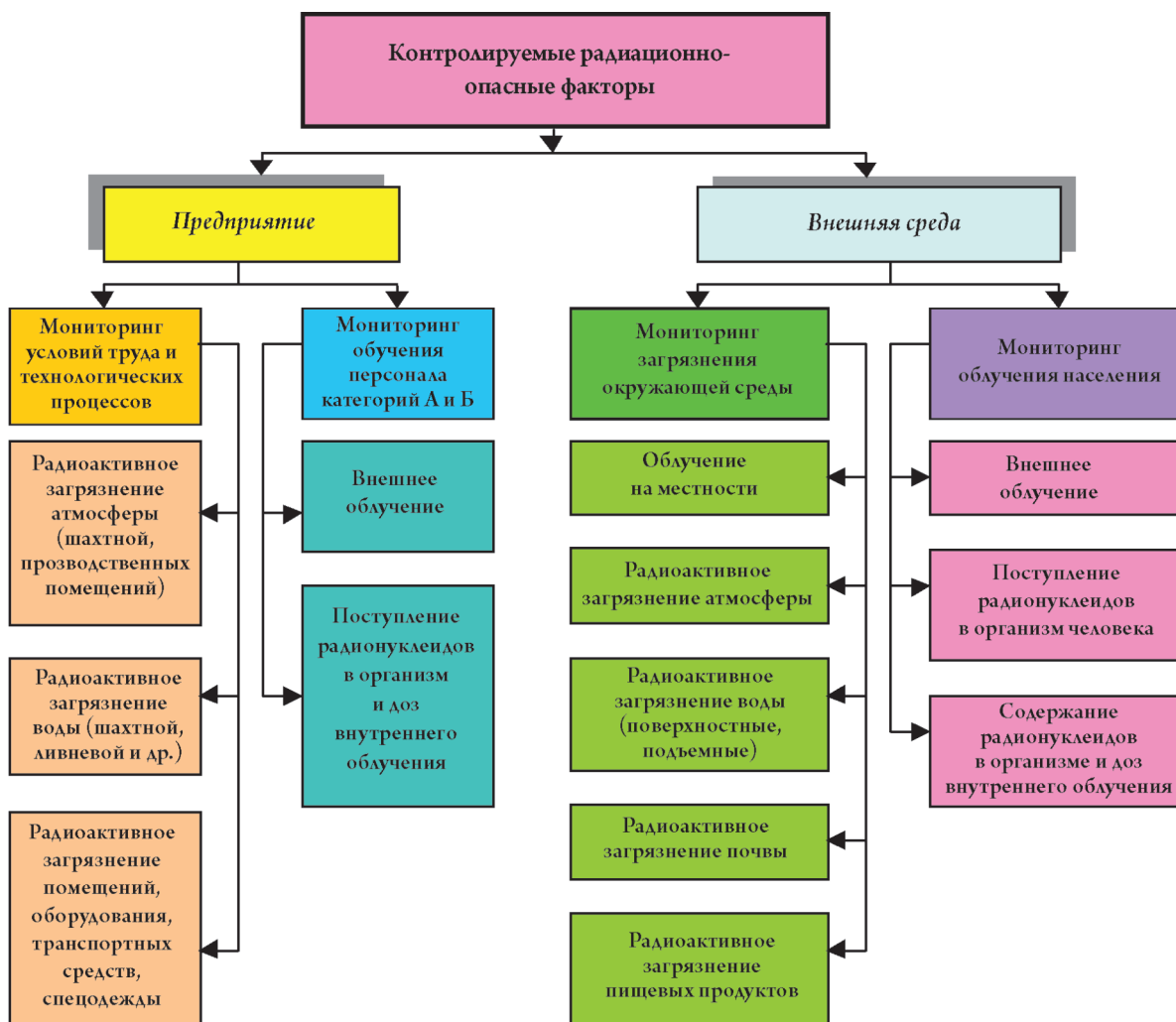


Рис. 4. Схема организации радиационного мониторинга

ность поглощенной дозы от внешнего гамма-излучения; плотность выпадения естественных радионуклидов из атмосферы; среднемесячное содержание естественных долгоживущих радионуклидов в атмосферном воздухе и в поверхностных водах; содержание естественных долгоживущих радионуклидов в растительности, пищевых продуктах растительного и животного происхождения, питьевой воде. По результатам мониторинга проводятся расчёты эффективных доз облучения населения и устанавливаются контрольные уровни, которые согласовываются с местными и центральными органами Госсаннадзора Украины.

Нормами радиационной безопасности Украины (НРБУ-7) и законами Украины предусмотрена разработка нормативно-методических документов для урановых объектов: «Положения о радиационно-экологическом мониторинге на урановых объектах» и «Методических рекомендаций по анализу проб окружающей среды на урановых объектах»; «Методики расчетов дозовых нагрузок от урановых объектов для персонала и населения».

Оценка радиационного воздействия на окружающую природную среду и население в зоне влияния урановых объектов

Развитие ядерно-энергетического комплекса, включая уранодобывающую и перерабатывающую промышленность, проходило с отставанием разработки нормативно-технической документации по охране окружающей среды, что отразилось на экологической обстановке в населенных пунктах, расположенных в зоне их влияния. Согласно требованиям закона Украины «О защите человека от действия ионизирующего излучения», необходимо разработать комплекс новых и переработать действующие нормативные документы по охране окружающей среды, радиационной безопасности и мониторингу в зоне влияния урановых объектов. Специалистами Украинского НИИ экологических проблем разработаны, а Харьковской областной госадминистрацией утверждены «Радиоэкологический паспорт Харьковской области» и «Региональная программа защиты населения Харьковской об-

ласти от действия ионизирующего излучения» (внедряются с 2002 г.). Специалистами ГП «укр-НИПИИ промтехнологии» разработаны «Государственная программа мероприятий по радиационной и социальной защите населения г. Желтые Воды Днепропетровской области», которая внедряется с 1996 г.², а также «Государственная программа ликвидации радиационно-опасных объектов бывшего производственного объединения «Приднепровский химический завод» на период до 2013 года и «Отраслевая научно-техническая программа обеспечения технологической безопасности продления ресурса промышленных объектов, сооружений и инженерных сетей предприятий атомной промышленности». Совместно с Институтом проблем природопользования и экологии НАН Украины (научный руководитель — член-корреспондент Национальной академии наук Украины А.Г. Шапарь) разработаны первоочередные мероприятия в соответствии с «Государственной программой устойчивого развития региона добычи и первичной переработки уранового сырья на 2006—2030 годы». Гидрогеологический отряд ГП «ВостГОК» ежегодно контролирует ход восстановления, бурение новых буровых скважин и отбор проб для контроля за миграцией остаточных растворов на отработанных участках подземного выщелачивания, инфильтрацию хвостов через ложе хвостохранилищ, моделирование ситуации и прогнозирование действия данных объектов на окружающую природную среду и жизнедеятельность населения [5, 12, 13].

Выводы

1. Установлены контрольные уровни загрязнения окружающей среды на границах санитарно-защитной зоны и для реабилитируемых объектов (например, на поверхности покрытий хвостохранилища). Разрабатываются контрольные уровни для мощности экспозиционной дозы — излучения, объемной концентрации ^{222}Rn в бывших производственных помещениях, экскаляции ра-

дона с поверхности хвостохранилищ, содержания ^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{210}Po , ^{210}Pb в почве и аэрозолях, поверхностных и подземных водах, продуктах питания.

2. Рекомендована система радиационного мониторинга урановых объектов на базе приборов и автоматизированных систем нового поколения: радиометров РКС-02 «Кордон»; РУГ-2001; РЗБА-06; многоканальной установки «Пульс-1м»; радон-монитор AlphaGUARD; комплекса КСИРА-2010Z; автономной системы SkyLINK; гамма-монитора GammaTRACER и др. Это позволяет контролировать влияние шахт, ГМЗ и хвостохранилищ на природную среду региона. В частности, для Желтоводской промплощадки система радиационного контроля включает четыре наблюдательных поста — по два на реках Желтая и Зеленая наблюдательные скважины на территории ГМЗ, что позволяет уточнять площадь загрязнения подземных вод и распространения (миграция) загрязнений в водоносных горизонтах.

3. Доказано, что система профилактических мер: контроль окружающего природного среды, защита персонала и население, которое проживает вблизи экологически опасных объектов, включая гидросферу надёжными приборами и автоматизированными комплексами — первый шаг к повышению экологической безопасности человека. Для профилактики вредного действия на организм тяжёлых металлов и радиационного загрязнения необходимо установление систематического санитарного надзора за содержанием кадмия в пищевом сырье и продуктах питания и медицинский мониторинг здоровья человека.

4. Обосновано, что внедрение природо- и ресурсосберегающих технологий и технических средств, как механизма экономической ответственности предприятий и организаций за загрязнения окружающей природного среды, позволит сохранить её естественное состояние и здоровье человека, а также обеспечит жизнедеятельность в зоне влияния уранового производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добыча и переработка урановых руд. Монография / Под общей редакцией А.П. Чернова. Киев: «Адеф—Украина», 2001. 238 с.
2. Ляшенко В.И. Охрана окружающей природной среды и защита населения в уранодобывающих регионах // Экологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2005. № 4. С. 82—92.
3. Ляшенко В.И. Радиационная и социальная защита населения в регионах уранодобывающих и перерабатывающих производств Украины // Безопасность труда в промышленности. 2013. № 2. С. 55—62.
4. Ляшенко В.И. Экологическая безопасность уранового производства в Украине // Горный журнал. 2014. № 4. С. 113—116.
5. Ляшенко В.И. Повышение экологической безопасности в зоне влияния уранового производства // Изв. вузов. Геология и разведка. 2015. № 1. С. 6—15.
6. Ляшенко В.И., Коваленко Г.Д. Охрана окружающей природной среды при добыче и переработке урановых руд в Украине // Экология и промышленность. 2011. № 4. С. 29—35.
7. Ляшенко В.И., Коваленко Г.Д., Чекушина Е.В. Охрана окружающей среды при добыче и переработке урановых руд в Украине // Тез. докл. XII Междунар. конф. «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Занджан, Иран, 16—22 сент. 2013 г.). М.: РУДН, 2013. Т. 1. С. 610—612.

² Автор руководил разработкой указанных программ и осуществлял координацию работ по их реализации.

8. Ляшенко В.И., Люлько О.В., Стусь В.П. Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах: монография. Днепропетровск: Пороги, 2003. 642 с.
9. Ляшенко В.И., Стусь В.П. Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства // Маркшейдерский вестник. 2012. № 3. С. 55–60.
10. Ляшенко В.И., Стусь В.П., Чекушина Е.В. Охрана окружающей среды и населения в зоне влияния урановых объектов Украины // Тез. докл. XI Междунар. конф. «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Усть-Каменогорск, Казахстан. 18–21 сент. 2012 г.). М.: РУДН, 2013. С. 196–198.
11. Ляшенко В.И., Топольный Ф.Ф., Лисова Т.С. Экологическая безопасность уранового производства // Маркшейдерский вестник. 2012. № 2. С. 56–63.
12. Сердюк А.М., Стусь В.П., Ляшенко В.И. Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности населения в промышленных регионах Украины. Монография. Днепропетровск: Изд. «Пороги», 2011. 486 с.
13. Стусь В.П., Ляшенко В.И. Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности населения в промышленном регионе // Экология и промышленность. 2011. № 2. С. 23–31.
14. Экологическая безопасность уранового производства: монография / В.И. Ляшенко, Ф.Ф. Топольный М.И. Мостипан и др. Кировоград: Изд-во «КОД», 2011. 240 с.
15. «Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года», утверждена распоряжением КМУ от 24. 07. 2013 года № 1071–р./ [Электронный ресурс] search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN3853A.html, дата обращения 09.09.2015.