



В. И. Ляшенко /к. т. н./

ГП «УкрНИПИИпромтехнологии»,
г. Желтые Воды, Украина
e-mail: vilyashenko2017@gmail.com

С. П. Зонов

ООО «Позитрон GmbH», г. Желтые Воды,
Украина
e-mail: zonov@positron.dp.ua

Ф. Ф. Топольный /д. б. н./

ГВУЗ «Центральноукраинский национальный
технический университет», г. Кропивницкий,
Украина
e-mail: topolnij@gmail.com

Г. Д. Коваленко /д. ф.-м. н./

Научно-исследовательское учреждение
«Украинский научно-исследовательский
институт экологических проблем», г. Харьков,
Украина
e-mail: grygoryk0@gmail.com

Повышение радиационной безопасности на основе надежного системного и приборного обеспечения

V. I. Lyashenko /Cand. Sci. (Tech.)/

HP «Ukrainian scientific-research and design-
prospecting Institute of industrial technology»,
Zhelyte Vody, Ukraine
e-mail: vilyashenko2017@gmail.com

S. P. Sonov

ООО «Positron GmbH», Zhelyte Vody, Ukraine
e-mail: zonov@positron.dp.ua

F. F. Topolnij /Dr. Sci. (Biolog.)/

GVUS «Central Ukrainian National Technical
University», Kropivnizkij, Ukraine
e-mail: topolnij@gmail.com

G. D. Kovalenko /Dr. Sci. (Tech.)/

Scientific Research Institution «Ukrainian
Research Institute of Environmental Problems»,
Kharkov, Ukraine
e-mail: grygoryk0@gmail.com

Increasing radiation safety based on reliable system and instrumental security

Цель. Повышение радиационной безопасности на основе надежного системного и приборного обеспечения, создания и внедрения инновационных приборов и автоматизированных систем радиационного контроля для экологии, науки, медицины и промышленности, обеспечение жизнедеятельности человека.

Методика. Анализ ранее выполненных исследований и контрольных наблюдений, математическое и физическое моделирование, анализ и статистическая обработка результатов, установление зависимостей, выполнение расчетов и технико-экономических обоснований, экспериментальные исследования, натурные измерения на радиационно загрязненной поверхности и объектах энергетики, металлургии, экологии, предприятий по переработке и захоронению радиоактивных отходов, а также в зоне их влияния по стандартным и новым методикам.

Результаты. Рекомендованы наиболее эффективные инновационные приборы и автоматизированные системы радиационного контроля для экологии, науки, медицины и промышленности, которые успешно применяются на объектах энергетики (атомные электростанции), металлургии, на въезде (выезде) из аэропортов, АЭС, радиационно-опасных предприятий, на государственных границах, при контроле персонала, пешеходов, пассажиров и ручной клади, предприятий по переработке и захоронению радиоактивных отходов, социальной сферы и др.

Научная новизна. На основе результатов лабораторных исследований и промышленных экспериментов повышения радиационной безопасности показаны новые положительные результаты внедрения приборов

и автоматизированных систем радиационного контроля на объектах Украины, Российской Федерации, Болгарии и др.

Практическая значимость. Представлены новые сведения о радиометре для контроля загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами РЗБА-04-04М, о мониторе радиационного МПС-01 «Кордон МН», предназначенном для контроля сухопутного транспорта (железнодорожного и автомобильного), о многофункциональном стационарном дозиметр-радиометре МКС-2001 с цифровой и световой индикацией показаний, о блоке детектирования БДМГ-04, о радиометре удельной активности радионуклидов РУГ-2001. (Ил. 3. Библиогр.: 21 назв.)

Ключевые слова: радиационная безопасность, приборы, автоматизированные системы, экология, наука, промышленность, радиоактивные отходы, мониторинг.

Введение. Чернобыльская катастрофа, произошедшая 26.04.86 г. в Украине, продемонстрировала, какими последствиями оборачивается пренебрежение нормами безопасности, доказала необходимость создания комплексных систем контроля, анализа и оповещения о фактической радиационной обстановке, а также обоснованных рекомендаций по защите и эвакуации населения из района аварии радиационно-опасных объектов. В результате аварии радиоактивному загрязнению подверглись территории 17 стран Европы общей площадью 207,5 тыс. км². Большая часть пришлось на территории Украины (37,63 тыс. км²), Белоруссии (43,5 тыс. км²) и России (59,3 тыс. км²). В России радиационному загрязнению подверглись 14 регионов, на которых проживало около трех миллионов человек. Радиоактивность, которую принесли с собой загрязненные облака из Чернобыля, была зафиксирована не только в северной и южной частях Европы, но и в Канаде, Японии и Соединенных Штатах Америки.

Экономия средств на создании информационных систем безопасности, контроля и оповещения привела к гибели людей и радиоактивному загрязнению ряда областей Украины, Российской Федерации и Беларуси. Прогнозировать сегодня миграцию радионуклидов, попавших в бассейн реки Днепр, весьма непросто. А ее вода используется для нужд более 30 млн чел., обеспечивает жизненную и производственную деятельность 50 больших городов и промышленных центров, около 10 тыс. предприятий и 53 больших оросительных систем общей площадью 1,5 млн га. Поэтому повышение радиационной безопасности на основе надежного системного и приборного обеспечения, создания и внедрения инновационных приборов и автоматизированных систем радиационного контроля для экологии, науки, медицины и промышленности, обеспечения жизнедеятельности человека – задача, обладающая важным научным, народнохозяйственным и социальным значением [1–8].

Обсуждение и оценка результатов исследований. Радиационная безопасность – комплекс мероприятий, обеспечивающих безопасность работы с радиоактивными веществами и другими ис-

точниками ионизирующего излучения. Система радиационной безопасности решает две функциональные задачи: создание эффективной системы радиационного контроля и снижение уровня облучения до регламентируемых границ (на основе комплекса проектных, технических, медико-санитарных и гигиеничных мероприятий). Ниже приведены научные и практические результаты создания и внедрения инновационных приборов и автоматизированных систем радиационного контроля для экологии, промышленности и науки, которые успешно применяются на объектах энергетики (атомные электростанции), металлургии, предприятиях по переработке и захоронению радиоактивных отходов, пунктах пропуска на государственной границе, социальной сферы и др. [9–20].

Радиометр загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами РЗБА-04-04М

Предназначен для измерения уровня загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами (по плотности потока альфа- и бета-частиц, падающих на входные окна блоков детектирования) и сигнализации о превышении (или не превышении) установленных пороговых уровней. В зависимости от исполнения радиометр может иметь: различное количество каналов и, соответственно, разную суммарную площадь блоков детектирования; дополнительные выносные блоки детектирования для измерения загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными нуклидами, подключенные к автономному блоку измерения; блоки детектирования для контроля тыльной стороны ладоней; подвижный блок детектирования для измерения загрязненности поверхности головы; встроенный компьютер и т. д.

Размещение стационарных блоков детектирования на корпусе радиометра позволяет производить одновременное измерение загрязненности поверхности бета-активными веществами по 6 участкам: ладони левой и правой руки; тыльная сторона кистей левой и правой руки; стопа левой и правой ноги. Для обеспечения измерения загрязненности бета-активными веществами остальных участков тела в радиометре имеется дополнительный канал с выносным блоком детектирования.

Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха от -10 до $+50$ °С; относительная влажность до 95 % при температуре $+35$ °С; атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа. Специальное размещение стационарных блоков детектирования БДЗБ на корпусе радиометра позволяет производить одновременное измерение по всем 18 участкам загрязненности поверхности одежды (или кожного покрова) человека бета-активными веществами (контроль производится одновременно по всем каналам). Наличие выносных блоков детектирования БДЗБ (для измерения загрязненности бета-активными веществами) и выносных блоков детектирования БДЗА (для измерения загрязненности альфа-активными веществами).

Радиометр позволяет осуществлять установку порогов индивидуально для каждого канала, автоматическую калибровку чувствительности и компенсацию гамма-фона и бета-загрязнения блоков детектирования. Радиометр производит автоматическую проверку исправности блоков детектирования и каналов регистрации, в случае возникновения неисправности сигнализируя о номере неисправного канала, а также обеспечивает вывод информации через интерфейс RS-485, что позволяет объединить несколько радиометров в локальную сеть для контроля их технического состояния и проверки параметров с помощью программного обеспечения. Радиометр РЗБА-04-04М внесен в Государственный реестр средств измерительной техники под № У1784-03.

Монитор радиационный МПС-01 «Кордон МН»

Мониторы предназначены для непрерывного измерения уровня излучения от контролируемого объекта, сравнения измеренных значений с уровнем фонового излучения, сигнализации о превышении измеренных значений над фоном (рис. 1).



Установка монитора МПС-01 «Кордон МН»,
г. Днепропетровск/
Installing the monitor MPS-01 «Kordon MN»,
Dnepropetrovsk

Рис. 1. Установка монитора радиационного МПС-01 «Кордон МН» (железнодорожный вариант, общий вид)

Применяются на контрольно-пропускных пунктах различного назначения: автомобильных, железнодорожных и пешеходных пунктах пограничного контроля, атомных электростанций, металлургических предприятий, предприятий по добыче, переработке и хранению радиоактивных и ядерных материалов, предприятий по переработке и хранению радиоактивных отходов, государственных учреждений, банков, офисов и т.д. Они работают в следующих условиях: значение температуры окружающего воздуха от -40 °С до $+50$ °С (промышленный панельный компьютер и блок питания – от $+5$ °С до $+40$ °С); значение относительной влажности окружающего воздуха 95 % при температуре 35 °С и более низких температурах, без конденсации влаги; значение атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа. МПС-01 «Кордон МН» внесен в государственный реестр средств измерительной техники под № У2305-06.

Радиометр нейтронного и гамма-излучений РКС-02 «Кордон»

Радиометр предназначен для обнаружения радиоактивных материалов естественного и искусственного происхождения при непрерывном дистанционном контроле автомобильного и железнодорожного транспорта, а также пешеходов, пассажиров и ручной клади (рис. 2).

Он измеряет суммарную плотность потока нейтронного и гамма-излучения во время непрерывного слежения за плотностью потока от радиационного фона в месте установки блоков детектирования и сигнализирует о превышении плотности потока над уровнем фона. Его устанавливают на въезде (выезде) из аэропортов, АЭС, радиационно-опасных предприятий, на государственных границах. При контроле персонала радиационно-опасных предприятий, АЭС, а также контроле пешеходов, пассажиров и ручной клади радиометр устанавливается внутри помещений специализированных радиационно-опасных предприятий, аэропортов и т.п.

Радиометр вырабатывает световой и звуковой сигнал тревоги, если измеренное значение при контроле объекта превышает установленное пороговое значение. Он записывает в память результаты измерения плотности потока от уровня естественного фона, информацию о срабатывании пороговой сигнализации (результат измерений), уровень фона, дату и время срабатывания. Записывает также в память информацию о дате и времени включения и выключения радиометра, которая не может быть удалена оператором. Радиометр предназначен для работы в следующих условиях: температура: $-30...+50$ °С; атмосферное давление: 84...106,7 кПа; верхнее значение относительной влажности 95 % при $+35$ °С и более низких температурах без конденсации влаги. Блок измерения предназначен для работы в сле-



Контроль железнодорожного транспорта /
а)



Контроль пассажиров (пешеходов) /
б)



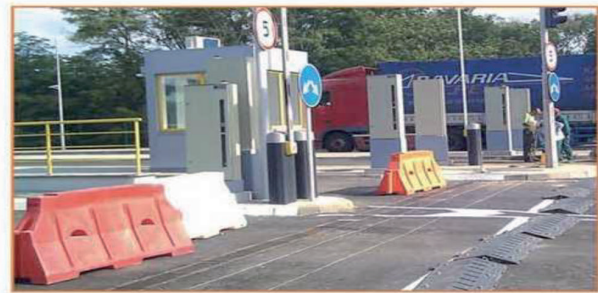
в)



г)



Контроль легковых автомобилей /
Passenger vehicle control
д)



Контроль грузовых автомобилей /
Cargo vehicle control
ж)

Рис. 2. Установка радиометра нейтронного и гамма-излучений РКС-02 «Кордон» на объектах (общий вид): а – контроль железнодорожного транспорта на государственной границе «Хутор – Михайловский»; б – для контроля пассажиров (пешеходов); в – радиометр на Киевском предприятии «Укрвторчермет»; г – радиометр для контроля пешеходов; д, ж – соответственно, контроль легковых и грузовых автомобилей на мусоросжигательном заводе «Энергия» (схема)

дующих условиях: температура: +5...+50 °С; атмосферное давление: 84...106,7 кПа; верхнее значение относительной влажности 80 % при +35 °С и более низких температурах без конденсации влаги.

Радиометры РКС-02 «Кордон» разных модификаций и вариантов выполнения эксплуатируются на многих народнохозяйственных объектах Украины, России, других стран. Среди них можно назвать:

– ПАО «Никопольский завод ферросплавов», г. Никополь (железнодорожный вариант радиометра);

– ПАО «Донецкий металлургический завод», г. Донецк (3 железнодорожных и 2 автомобильных варианта);

– ПАО «Запорожсталь», г. Запорожье; ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», г. Кривой Рог; ПАО «Металлургический комбинат «Азовсталь», г. Мариуполь; «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», г. Мариуполь (железнодорожные и автомобильные варианты);

– таможенные терминалы аэропорта «Борисполь» (2 автомобильных варианта) и многих других аэропортов;

- международные терминалы в аэропортах «Харьков», «Днипро», «Запорожье» (пешеходный вариант радиометра);
 - международные автотерминалы в автопорту «Чоп», г. Ужгород и на КПП «Краковец», г. Львов (автомобильный вариант);
 - государственная граница «Хутор – Михайловский»;
 - Киевское предприятие «Укрвторчермет»; мусоросжигательный завод «Энергия»;
 - предприятия по переработке и захоронению РАО УкрГО «Радон», г. Харьков и РосГО «Радон», г. Сосновый Бор, Россия (автомобильный вариант);
 - Центр ядерных исследований, г. Тегеран, Иран (автомобильный и пешеходный варианты);
 - АЭС «Ровненская», г. Вараш (бывш. Кузнецовск) и «Южно-Украинская», г. Южноукраинск (автомобильный вариант);
 - зона отчуждения Чернобыльской АЭС, г. Чернобыль (два автомобильных варианта) и др.
- В настоящее время различные варианты радиометра РКС-02 «Кордон» (для контроля автомобильного и железнодорожного транспорта, персонала (пассажиров) и багажа) успешно эксплуатируются на многих объектах народного хозяйства. Благодаря радиометрам практически на всех объектах были зарегистрированы десят-

ки случаев перемещения грузов, загрязненных радиоактивными материалами, и соответственно – приняты меры, повышающие радиационную безопасность. Система «Кордон» оптимально вписалась в концепцию развития экологического и радиоэкологического контроля в пунктах пропуска через государственную границу. Первые индикаторы «Кордон» серийного образца были введены в эксплуатацию в международном терминале аэропорта «Харьков» и международном автотерминале «Автопорт “Чоп”», г. Ужгород. Радиометр внесен в Госреестр средств измерительной техники Украины под № У1475-01 [6-8].

Радиометр удельной активности радионуклидов РУГ-2001

Радиометр предназначен для определения удельной активности природных радионуклидов ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K и техногенных радионуклидов ^{60}Co , ^{137}Cs непосредственно в пробах стали лабораториями радиологического контроля металлургических комбинатов (рис. 3). Радиометр не требует специальной пробоподготовки, как при выполнении анализов на стандартной спектрометрической аппаратуре, обладает высокой достоверностью результатов в сравнении с применяемыми дозиметрическими методами оценки активности партий металла, обеспечивает высокую оперативность и позволяет распространить



Радиометр РУГ-2001/
Monitor RUG-2001

а)



Набор образцовых мер/
Set of reference gages

б)



Блок преобразователя амплитуд/
Amplitudes conversion unit

в)



Блок детектирования/
Detection unit

г)

Рис. 3. Радиометр удельной активности радионуклидов РУГ-2001 (общий вид):

а – рабочее место оператора и радиометрический узел; б – набор образцовых мер; в, г – соответственно, блоки преобразователя амплитуд и детектирования

полученные данные на все изделия из контролируемой плавки металла.

Радиометр (блок детектирования и блок преобразователя) устойчив к воздействию температуры окружающего воздуха в диапазоне +10...+35 °С; относительной влажности до 75 % при температуре +30 °С и атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа. Он внесен в Государственный реестр средств измерительной техники под № У2790-08.

Результаты регистрации и внедрения

Разработанные и серийно выпускаемые приборы и автоматизированные системы прошли государственные приемочные испытания по ДСТУ 3400-2000, имеют утвержденные сертификаты, выданные Государственным комитетом Украины по вопросам технического регулирования и потребительской политики, и внесены в Государственный реестр средств измерительной техники, а *Радиометр РЗБА-04-04М* – и в Государственный реестр Российской Федерации под № 27653 (УА.С. 38.999.А). Технические условия на радиометр *РКС-02 «Кордон»* и *Блок детектирования БДМГ-04* согласованы с Государственным комитетом ядерного регулирования Украины.

Система качества приборов и автоматизированных систем сертифицирована по ДСТУ ISO 9001:2009 (сертификат №UA 2.002.08851-15 от 09.02.2015, сертификат выдан национальным органом Украины по сертификации «Укрметрестандарт»). Приведенная продукция показала положительные результаты и внедряется на следующих объектах:

Энергетика: атомные электростанции: Хмельницкая, Ровенская, Запорожская, Южно-Украинская, Чернобыльская и зона отчуждения Чернобыльской АЭС, Козлодуйская АЭС (Болгария) и Игналинская АЭС (Литва);

Металлургия: ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ОАО «Запорожсталь», ПАО «Днепроспецсталь», АО (частное) «ДЭМЗ», ПАО МК «Азовсталь», ПАО ММК им. Ильича, ЗАО «Киеввтормет», ОАО «Нижнеднепровский трубопрокатный завод»;

Экология: пункты пропуска на государственной границе: «Автотерминал “Тиса”», «КПП “Ягодин”», автотерминал «КПП “Краковец”», аэропорт «Борисполь», аэропорт «Запорожье», аэропорт «Днипро», аэропорт «Харьков» и др.

Предприятия по переработке и захоронению радиоактивных отходов: УкрГО «Радон», г. Харьков, Краматорский завод по переработке ТБО и др.

Работа выполнена по материалам доклада на XIII Международной научно-практической конференции (г. Харьков, 11–15 сентября 2017 г.). В ней, кроме авторов, принимали участие: С. Н. Томусьяк, В. Б. Белинский (ООО «Позитрон GmbH» г. Желтые

Воды, Украина), Владимир Назаров, Генрих Волькер и др. (ООО «Генитрон GmbH» г. Франкфурт-на-Майне, Германия); В. П. Стусь (Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины); Л. И. Ковалевский (НТЦ «КОРО», г. Желтые Воды, Украина); И. В. Павлов (АО «ВНИПИИпромтехнологии», г. Москва, Россия) и др. [21].

Выводы

1. **Показано**, что радиационная безопасность, контроль окружающей среды, объектов, персонала и защита населения достигаются, главным образом, путем создания и внедрения эффективной системы радиационного контроля, новых приборов и автоматизированных систем для промышленности (включая металлургическую и горнорудную), для применения в медицинской и экологической сферах, а также используемых с целью предотвращения случаев ядерного (радиационного) терроризма.

2. **Предложены** средства измерения, которые отвечают требованиям действующей нормативно-технической документации, внесены в Госреестр Украины и проходят метрологическую аттестацию в органах Госстандарта. Продукция, которая поставляется за рубеж, сертифицирована и внесена в соответствующий реестр средств измерений. Качество продукции обеспечивается доступом к передовым западным технологиям, новейшим материалам и комплектующим радиоэлементам, гарантируется высоким уровнем технологической дисциплины и культуры производства.

3. **Рекомендованы** датчики являются наиболее современными разработками, предназначенными для определения нейтронных потоков и гамма-излучения, и способны фиксировать даже незначительные изменения радиационного фона. Они могут быть рекомендованы для систем мониторинга радиационно-опасных объектов как на территории Украины, так и за рубежом, создание которых преимущественно осуществляется за счет средств из областных и государственных бюджетов.

Библиографический список / References

1. Добыча и переработка урановых руд: монография / под общ. ред. А. П. Чернова. – К.: Адеф-Украина, 2001. – 238 с.

A.P. Chernova (ed.) *Dobycha i pererabotka uranovyh rud* [Mining and processing of uranium ores]. Kiev, Adef-Ukraine, 2001, 238 p.

2. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 145-р від 15.03.2006 р. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-%D1%80>.

Rosporjdenj Kabinetu Ministriv Ukraine no.145-r vid 15.03.2006 r. Pro schvalennj Energetichnoi strategij

Ukraine na period do 2030 roky [Cabinet of Ministers of Ukraine no 145-p of 15.03.2006 g. On approval of the Energy Strategy of Ukraine until 2030]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-%D1%80>

3. Санитарные правила 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) (с изм. от 16.09.2013 г.); Минздрав России, 2010. – 79 с.

Sanitarnie pravila 2.6.1.2612-10. Osnovnie sanitarnie pravila obespetchenij radiacionnoj bezopasnost'I (OSPORB-99/2010) (s ism. ot 16.09.2013 g.) [Sanitary 2.6.1.2612-10 rules. Basic rules sanitary Provision radiation safety (OSPORB-99/2010) (amended. from 09.16.2013)]. Minsdrav Rossii, 2010, 79 p.

4. Роголис В. С. Радиационная безопасность в угольных шахтах не миф, а реальность / В. С. Роголис, А. А. Шилов, О. Н. Гурьянова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 1. – С. 299-304.

Rogalis V. S., Schilov A. A., Gurjnova O. N. (2011). *Radiacionnaj bezopasnost' v ugolnich schachtach ne mif, a realnost* [Radiation Safety in mines uholnyh not myth and reality]. GIAB, no. 1, pp. 299-304.

5. Садовская О. В. Радиоактивность каменных углей. Пути поступления радионуклидов в окружающую среду при сжигании углей на тепловых электростанциях / О. В. Садовская, А. В. Сеницкая // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 10. – С. 67-71.

Sadovskaj O. V., Sinizina A. V. (2011). *Radioaktivnost kamennich uglej. Puti postuplenij radionuklidov v okrugajuschuj sredu pri szhiganiij uhley na teplovich elektrostantsijch* [Radioaktivnost kamennyh uhley. Ways postuplenyya radyonuklydov in okruzhayuschuyu Wednesday at szhyhanyu uhley in thermal power plants]. *Vesnik Irkutskogo gosudarstvennogo technicheskogo universiteta*, no. 10, pp. 67-71.

6. Ляшенко В. И. Радиационная и социальная защита населения в регионах уранодобывающих и перерабатывающих производств Украины / В. И. Ляшенко // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 2. – С. 55-62.

Lyashenko V. I. (2013). *Radiacionnaj i sozjalnaj sashchita naselenij v regionach uranodobyvayuschyh i pererabatyvayuschyh proizvodstv Ukraine* [Radiation and Social protection of population in the regions and uranodobyvayuschyh pererabatyvayuschyh productions Ukraine]. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*, no. 2, pp. 55-62.

7. Коваленко Г. Д. Радиоэкология Украины / Г. Д. Коваленко. – Х.: ИНЖЕК, 2013. – 344 с.

Kovalenko G. D. (2013). *Radiotkologij Ukraine* [Radioekologyya Ukraine]. Kharkov, INGEK, 344 p.

8. Ляшенко В. И. Экологическая безопасность уранового производства в Украине / В. И. Ляшенко // Горный журнал. – 2014. – № 4. – С. 113-116.

Lyashenko V. I. (2014). *Ekologitcheskaj bezopasnost' uranovogo proizvodstva v Ukraine* [Environmental safety of uranium production in Ukraine]. *Gornyj zhurnal*, no. 4, pp. 113-116.

9. Ляшенко В. И. Радиационный мониторинг объектов урановой промышленности Украины / В. И. Ляшенко // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2015. – № 6. – С. 74-83.

Lyashenko V. I. (2015). *Radiacionnyj monitoring objektov uranovoj promischlennosti Ukraine* [Radyatsyonnyj monitoring objects uranium industry of Ukraine]. *Izv. VUZov. Geologij I rasvedka*, no. 6, pp. 74-83.

10. Глущенко Н. Н. Экологическая безопасность энергетики. Свойства частиц летучей золы ТЭС, работающих на угле / Н. Н. Глущенко, И. П. Ольховская // Известия РАН. Энергетика. – 2014. – № 1. – С. 20-28.

Gluschenko N. N., Olchovskaj I. P. (2014). *Ekologitcheskaj bezopasnost' energetiki. Svoistva tchastiz letutchej soli TES, rabotajschich na ugle* [Environmental safety of energy. Properties particles flying zoly TES, rabotayuschyh on uhle]. *Izv. RAN. Energetika*, no. 1, pp. 20-28.

11. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 616-р – редакція від 31.05.2017 р. «Про схвалення Концепції реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища».

Rosporjdgenj Kabinetu Ministriv Ukraine no.616-r vid 31.05.2017 r. Pro schvalennj Konzeppzii reformuvanj sistemi dergavnogo nagljdu (kontrolj) u sferi ochoroni navkolishnjgo prirodnoho seredovischa.

12. Куйумцу М. Special challenges in lignite remediation / М. Куйумцу // World of Mining – Surface & Underground. – 2011. – Vol. 63 (6). – P. 321-333.

Kuyumcu M. Special challenges in lignite remediation. *World of Mining - Surface & Underground*. 2011, vol. 63 (6), pp. 321-333.

13. Perti R. Sustainable follow-up use of recultivated surfaces / R. Perti, W. Stein, D. Dahmen, K. Buschhüt // World of Mining – Surface & Underground. – 2013. – Vol. 65 (2). – P. 92-101.

Perti R., Stein W., Dahmen D., Buschhüt K. Sustainable follow-up use of recultivated surfaces. *World of Mining - Surface & Underground*. 2013, vol. 65 (2), pp. 92-101.

14. Charro E. Environmental impact of natural radionuclides from a coal-fired power plant in Spain / E. Charro, V. Peña // Radiation Protection Dosimetry. – 2013. – Vol. 153, no. 4. – P. 485.

Charro E., Peña V. Environmental impact of natural radionuclides from a coal-fired power plant in Spain. *Radiation Protection Dosimetry*. 2013, vol. 153, no. 4, pp. 485.

15. Lu X. Environmental assessment of heavy metal and natural radioactivity in soil around a

coal-fired power plant in China / X. Lu, W. Liu, C. Zhao et al. // Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry. – 2013. – Vol. 295, no. 3. – P. 1845.

Lu X., Liu W., Zhao C. Environmental assessment of heavy metal and natural radioactivity in soil around a coal-fired power plant in China. Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry. 2013, vol. 295, no. 3, p. 1845.

16. Pabsch T. Related projects focusing on the implementation of the Water Framework Directive – Ore Mining Project Significant sources of pollution in ore mining and potential measures to be taken as part of management planning in NRW / T. Pabsch, F. Müller, P. Rosne // World of Mining – Surface & Underground. – 2013. – Vol. 65 (6). – P. 374–384.

Pabsch T., Müller F., Rosne P. Related projects focusing on the implementation of the Water Framework Directive - Ore Mining Project Significant sources of pollution in ore mining and potential measures to be taken as part of management planning in NRW. World of Mining - Surface & Underground. 2013, vol. 65 (6), p. 374-384.

17. Kulik L. Ecology and biodiversity protection in the Rhenish lignite mining area / L. Kulik, H. Stemann // World of Mining – Surface & Underground. – 2014. – Vol. 66 (3). – P. 143–152.

Kulik L., Stemann H. Ecology and biodiversity protection in the Rhenish lignite mining area. World of Mining - Surface & Underground. 2014, vol. 66 (3), pp. 143-152.

18. Pulz K. Meeting the challenges and implementing the management objectives of lignite mining rehabilitation / K. Pulz // World of Mining – Surface & Underground. – 2014. – Vol. 66 (3). – P. 153–159.

18. Pulz K. Meeting the challenges and implementing the management objectives of lignite mining rehabilitation. World of Mining - Surface & Underground. 2014, vol. 66 (3), pp. 153-159.

19. Wang C. Radioactivity of Natural Nuclides (40K, 238U, 232Th, 226Ra) in Coals from Eastern Yunnan, China / C. Wang, Q. Feng, R. Sun, G. Liu // Minerals. – 2015. – No. 5. – P. 637–646.

19. Wang C., Feng Q., Sun R., Liu G. Radioactivity of Natural Nuclides (40K, 238U, 232Th, 226Ra) in Coals from Eastern Yunnan, China. Minerals. 2015, no. 5, pp. 637-646.

20. Lauer N. E. Naturally occurring radioactive materials in coals and coal combustion residuals in the united states / N. E. Lauer, J. C. Hower, H. Hsu-Kim, R. K. Taggart, A. Vengosh // Environmental Science & Technology. – 2015. – Vol. 49, no. 18. P. 11227–11233.

Lauer N. E., Hower J. C., Hsu-Kim H., Taggart R. K., Vengosh A. Naturally occurring radioactive materials in coals and coal combustion residuals

in the united states. Environmental Science & Technology. 2015, vol. 49, no. 18, pp. 11227-11233.

21. Ляшенко В. И. Повышение радиационной безопасности на основе надежного системного и приборного обеспечения / В. И. Ляшенко С. П. Зонов, Г. Д. Коваленко // Экологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 11–15 вересня 2017 р. / УКРНДІЕП. – Х.: Райдер, 2017. – С. 263–274.

Lyashenko V. I., Sonov S. P., Kovalenko G. D. (2017). *Innovazionnie pribori I avtomatisirovannii sistemi radiazionnogo kontrolj dlj nauki, medizini, promischlennosti i ekologii* [Increase of radiation safety on the basis of reliable system and instrumentation]. – Kharkov, Rajder, pp. 263-274.

Purpose . Enhancement of radiation safety on the basis of reliable system and instrumentation, creation and implementation of innovative instruments and automated radiation monitoring systems for ecology, science, medicine and industry, human life support.

Methodology. Analysis of previously performed studies and control observations, mathematical and physical modeling, analysis and statistical processing of results, determination of dependencies, calculation and feasibility studies, experimental studies, field measurements on radiation-contaminated surfaces and objects such as power engineering, metallurgy, ecology, enterprises for processing and burial of radioactive wastes, as well as in the zone of their impact by standard and new methods.

Findings. The most effective innovative devices and automated radiation monitoring systems for ecology, science, medicine and industry have been recommended. They are successfully used at power facilities (nuclear power plants), metallurgy, at the entrance (exit) from airports, nuclear power plants, radiation hazardous enterprises, at state borders, at the control of personnel, pedestrians, passengers and hand luggage, enterprises for processing and burial of radioactive waste, social sphere, etc.

Originality. Based on the results of laboratory studies and industrial experiments to improve radiation safety, new positive results of the introduction of devices and automated radiation monitoring systems at the following sites in Ukraine, the Russian Federation, Bulgaria, etc. are shown.

Practical value. New information is provided on the radiometer for monitoring contamination of surfaces with alpha and beta-active substances RZBA-04-04M, on the monitor of the radiation MPS-01 “Kordon MN” intended for monitoring of land transport (rail and road), on a multifunctional stationary dosimeter-radiometer ISS-2001 with digital and light indication of readings, about the detection unit BDMG-04, about the radiometer of specific activity of radionuclides RUG-2001.

Key words: radiation safety, devices, automated systems, ecology, science, industry, radioactive waste, monitoring.

Поступила 24.10.2017