

**В.П. Стусь, В.И. Ляшенко**

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ\***

Изложены особенности безопасности жизнедеятельности населения в промышленных регионах. Описано сочетанное влияние радиационных факторов и тяжелых металлов (ТМ) в условиях натурного эксперимента на крысах. Дан эпидемиологический анализ урологической заболеваемости населения промышленных городов Днепропетровской области при сочетанном влиянии ТМ и радионуклидов. Выполнена оценка влияния загрязнения окружающей среды на здоровье человека с учетом отдаленных во времени последствий и населения, проживающего более 60 лет в уранодобывающем регионе и приведены результаты морфологических исследований почек жителей города Желтые Воды (Украина). Приведено научное обоснование, разработка и внедрение комплекса профилактических мероприятий по минимизации негативного влияния и укрепления здоровья населения в промышленных регионах.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, окружающая среда, промышленный регион, радиационный фактор, тяжелые металлы, население.

### **Введение**

**Р**адиационную обстановку формируют естественные и техногенные источники загрязнения радионуклидами окружающей естественной среды: космическое излучение; ядерные взрывы; атомные электростанции; уранодобывающие и перерабатывающие предприятия ядерно-топливного цикла (ЯТЦ); производство и применение удобрений, стройматериалов и другого сырья; топливно-энергетические комплексы; источники ионизирующего излучения на предприятиях и в организациях по производству и эксплуатации радиометрического оборудования, приборов и систем радиационного контроля; незаконное

\* Статьи на эту тему были опубликованы в журнале «Безопасность жизнедеятельности»: 2013. — № 12. — С. 41–47; 2015. — № 2. — С. 11–19; 2015. — № 3. — С. 37–44; 2016. — № 6. — С. 16–21.

хранение и перемещение «ядерных устройств» и других радиоактивных материалов; радиационные аварии и катастрофы, в особенности «Чернобыльская», произошедшая 26.04.86 г. [1–6]. Кроме того, недостаточно полно описаны основные источники радиоактивного загрязнения окружающей естественной среды, особенности формирования радиационной обстановки в регионах, радиационная безопасность на предприятиях сырьевой базы атомной промышленности, мероприятия относительно снижения негативного радиоактивного действия на внешнюю среду и человека, методы и результаты комплексных радиэкологических исследований территорий, жилых домов и помещений социальной сферы, радиационная и социальная защита населения, которое проживает в зоне влияния радиационно-опасных объектов, новые приборы и автоматизированные системы радиационного контроля окружающей среды.

Цель исследования – повышение безопасности жизнедеятельности населения в промышленных регионах на основе научного обоснования и разработки профилактических мероприятий по минимизации отрицательных последствий для здоровья сочетанного действия тяжелых металлов (ТМ) и радиационных факторов.

Задачи исследования:

1. Выполнить работы по радиационному обследованию территории и жилых помещений г. Желтые Воды, Украина.

2. Дать комплексную гигиеническую оценку радиационным факторам и ТМ в жизнеобеспечивающих средах (почва, вода, пищевые продукты) на организм рабочих и критических групп населения.

3. Исследовать сочетанное влияние радиационных факторов и ТМ на состояние мочеполовой системы жителей промышленного региона, их связь с патоморфологическими изменениями в почках.

4. Определить особенности распространения и заболеваемости мочеполовой системы у жителей Днепропетровской области, разработать и внедрить меры профилактики нарушений мочеполовой системы населения, проживающего в условиях сочетанного воздействия радиационного фактора и ТМ.

### **Методы исследования**

Авторами использованы комплексные методы, включающие санитарно-гигиенические (спектрофотометрическая оценка содержания ТМ в почве, воде, продуктах питания); радиомет-

рические (измерения экспозиционной дозы и интенсивности  $\gamma$ -излучения, измерения радиоактивности  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучения, измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения, определение мощности поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения в воздухе, измерение концентрации радона, радиометрический анализ естественных радионуклидов (ЕРН); радиохимические (определение содержания изотопов урана ( $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ) в моче и почках жителей и экспериментальных животных); токсикологические (спектрофотометрические определения ТМ в биосубстратах жителей и экспериментальных животных); физиологические (поведенческие реакции крыс, масса тела); клинические лабораторные исследования (общеклиническое исследование крови и мочи); биохимические (мочевина, остаточный азот, креатинин, билирубин, белок, натрий, калий, хлор); морфологические (гистологическое исследование почек экспериментальных животных и жителей промышленных регионов); морфометрические (определение объема капсулы почечного тельца и сосудистого клубочка, их соотношение, диаметра проксимальных, дистальных, тонких канальцев и собирательных трубочек, объема ядер и цитоплазмы эпителиоцитов и их соотношение у жителей промышленных регионов и крыс); эпидемиологические (изучение уровней заболеваемости мочеполовой системы на отдельных территориальных административных единицах, для определения связей между заболеваемостью и факторами окружающей среды); статистические и математические методы исследования с использованием комплексного и системного подходов, метод натурального эксперимента на животных по стандартным методикам.

### **Территориальный и отраслевой аспекты исследований**

На современном уровне науки и техники не существует альтернативы ядерным реакторам, как наиболее мощным и эффективным источникам энергии. Согласно данным МАГАТЭ в 30 странах мира эксплуатируется более 400 ядерных энергоблоков, ядерные реакторы производят около 11% всей электроэнергии в мире. В Украине действуют четыре АЭС (Запорожская, Ровенская, Хмельницкая и Южноукраинская), на площадках которых эксплуатируются 15 энергоблоков. В целом мощность АЭС составляет около 25% от суммарной установленной мощности всех электростанций в Украине. При этом относительная часть реального производства электроэнергии АЭС превышает 45% и постоянно растет. Производственные мощности по до-

быче и переработке природного урана в Украине сосредоточены на государственном предприятии «Восточный горно-обогатительный комбинат» (ГП «ВостГОК»). Урановая руда добывается на Ингульской, Смолинской и Новоконстантиновской шахтах, расположенных в Кировоградской области. Переработка урановой руды в концентрат природного урана осуществляется на гидрометаллургическом заводе (ГМЗ) в г. Желтые Воды Днепропетровской области [7, 8].

Радиоэкологические исследования включали: измерение мощности экспозиционной дозы (МЭД)  $\gamma$ -излучения по сетке  $100 \times 100$  м и  $20 \times 10$  м (пешеходная  $\gamma$ -съемка) в объеме  $40 \text{ км}^2$ ; анализ почвы на содержание радионуклидов; отбор проб воды на содержание радия и урана; определение суммарной  $\alpha$ - и  $\beta$ -активности почвы; определение концентрации радона в жилых помещениях.

Приборное обеспечение. Для выполнения работ по радиационному обследованию территории и жилых помещений г. Желтые Воды использовались поверенные в государственных органах метрологии и стандартизации Украины следующие приборы и оборудование: дозиметр ДБГ-06Т, радиометры СРП-88Н и ИРМ, гамма-спектрометр СГС (LP-4900В), дозиметр-радиометр ДКС-96 (рис. 1, а) радон-монитор AlphaGUARDPQ2000 (см. рис. 1, б), комплект средств измерений КСИРА-2010Z (см. рис. 1, в) и др., изготавливаемых на фирмах «Позитрон GmbH» и «Тетра» вышеуказанного города и др.

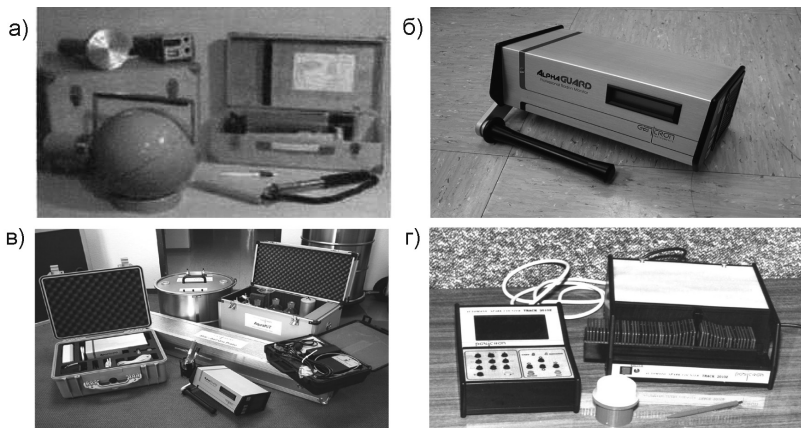


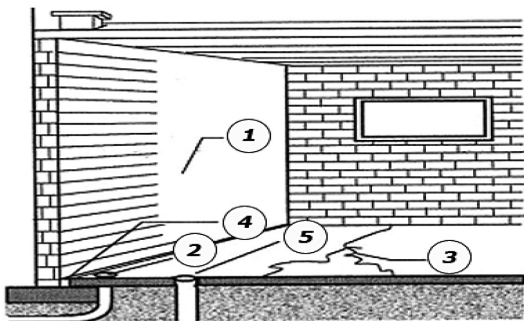
Рис. 1. Дозиметр-радиометр ДКС-96 (а); профессиональный радон-монитор AlphaGUARD PQ-2000 (б) и дополнительные принадлежности к нему (в); комплект средств измерений КСИРА-2010Z (общий вид) (г)

Дозиметр-радиометр ДКС-96 (см. рис. 1, а) предназначен для комплексного радиационного контроля рабочих мест, установок, транспортных средств с крупногабаритными грузами, отходов, а также радиационного мониторинга окружающей среды, с автоматической привязкой к географическим координатам и астрономическому времени. Прибор имеет широкий набор высокочувствительных блоков детектирования, которыми комплектуется в зависимости от потребности заказчика и обеспечивает выполнение основных задач радиационного контроля соответственно требованиям НРБУ-97 и других нормативных документов. Внесен в Реестр средств измерений Украины № В1177-99.

В Украине необходимость измерения радона регламентируется Нормами радиационной безопасности Украины (НРБУ-97), согласно которым допустимая концентрация радона в воздухе не должна превышать 50 Бк/м<sup>3</sup>. В процессе радиационного обследования реконструируемого здания детского дошкольного учреждения г. Желтые Воды под жилой дом были выполнены следующие работы:

- прослушивание радиометром СРП-88Н асфальтных откосов вокруг дома;
- измерение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения дозиметромДБГ-06Т вокруг здания;
- отбор проб грунта, подсыпок и строительных материалов;
- радиометрический анализ проб грунтов, подсыпок и строительных материалов для определения естественных радионуклидов (ЕРН) радия-226, тория-232 и калия-40;
- измерение объемной активности радия-226 методом сорбции на активированный уголь;
- контрольные измерения объемной активности радона профессиональным радон-монитором Alpha GUARD PQ 2000 (см. рис. 1, б, в).

Измерения объемной активности радона-222 в помещениях здания выполнялись методом пассивной сорбции на активированный уголь. В обследуемых помещениях, дверные проемы которых были предварительно закрыты полиэтиленовой пленкой, на расстоянии не менее 1 м от возможных источников поступления радона (стены, пол, потолок, грунт и т.п.) в различных точках устанавливались по 2–3 капсулы с активированным углем. Предварительно был произведен отжиг капсул и измерение фоновых значений на радиометре ИРМ-1. Время экспозиции капсул в помещениях составляло не менее 2-х суток. По истечении



*Рис. 2. Схема путей проникновения радона в помещение: 1 — блокные стены; 2 — канализационная труба; 3 — трещины в полу; 4 — место стыка стен с полом; 5 — сточный колодец*

этого срока капсулы изымались, герметизировались и после выдержки в течение 3-х часов для достижения радиоактивного равновесия проводились измерения объемной активности радона-222 на радиометре ИРМ-1, имеющем сцинтиляционный блок детектирования с кристаллом размером 80×80 мм, помещенном в свинцовую защиту с толщиной стенок 5–7 см.

Основным источником поступления радона в помещения является канал ввода внешней тепловой сети в здание (рис. 2). Повышенное содержание радона в помещениях второго этажа обуславливается его распространением с первого этажа по имеющимся вентиляционным каналам. Вторым, локальным источником поступления радона является колодец (прямоук) ввода в здание водопроводной сети.

Мероприятия по снижению радона и дочерних продуктов его распада в воздухе жилых помещений включают полную герметизацию пола полиэтиленовой пленкой или другими материалами, либо изоляцию отдельных щелей и мест подвода коммуникаций, а также изоляцию поверхности почвы бетонным покрытием совместно с полиэтиленовой пленкой или одним бетоном, создание повышенного давления в здании, которое позволяет уменьшить либо исключить поступление радона в воздух помещения из подстилающей почвы, увеличение вентиляционного потока под полом, который может быть любой конструкции (цементный, деревянный и т.д.), уменьшение подпольного давления и др. (рис. 3).

Таким образом, при выборе защитных мероприятий в существующих зданиях должны учитываться два фактора. Во-первых, возможность уменьшения активности радона в воздухе здания

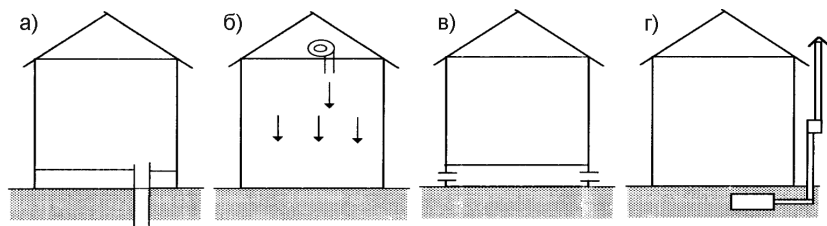


Рис. 3. Схемы по снижению содержания радона в воздухе жилых помещений: герметизация подпольных перекрытий (изоляция) (а); создание повышенного давления внутри помещения (б); подпольная вентиляция (в); подпольное уменьшение давления (г)

до нормируемых величин. Во-вторых, затраты на проведение противорадоновых мероприятий должны быть одноразовыми.

В качестве примера можно рассмотреть противорадоновые мероприятия, выполненные в одном из служебных помещений, где величина объемной активности радона, измеренная в течение 2-х суток в выходные дни, составляла от 650 до 700 Бк/м<sup>3</sup>. Источником поступления радона в помещение являлся канал тепловой сети (прямок размерами 1,5×1,5×1,5 м). Противорадоновые мероприятия заключались в следующем: засыпка дна канала тепловой сети с наружной стороны здания слоем глины на глубину около 1 м и его уплотнение; герметизация ввода тепловой сети через фундамент здания; бетонирование дна приямка. В результате выполнения указанных мероприятий величина объемной активности радона в помещении была снижена в 5–6 раз и составила 110–120 Бк/м<sup>3</sup>.

Сочетанное влияние радиационных факторов и ТМ на систему в условиях натурального эксперимента на крысах. Установлено, что с течением времени в крови животных происходит накопление Fe, Mn, Cu, Ni, Pb и Cd при неизменном содержании Zn. Анализ содержания изотопов урана (<sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U) также показал динамику их увеличения в ходе эксперимента (замеры осуществлялись через 5 и 10 недель) по сравнению с контролем. Наряду с усиленным накоплением ТМ и изотопов урана (<sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U) в организме подопытных животных в условиях сочетанного воздействия химических и физических факторов наблюдаются характерные изменения интегрального показателя их состояния – массы тела, прирост которой в динамике 10 недель экспозиции у крыс четырех подопытных групп был более замедленным ( $p < 0,05$ ) по отношению к контрольной группе. Замедление прироста составило в разных группах 17,5...135%; 40...127%; 34,5...107%; 15,5...98%.

Очень медленным был прирост массы тела у животных, подвергавшихся воздействию высоких концентраций пыли, ТМ и уровней радиационного фактора. С увеличением интенсивности факторов воздействия и продолжительности пребывания животных в таких условиях в почках происходили дистрофические и атрофические изменения, характерные для стадии декомпенсации и токсической нефропатии. При корреляционном анализе выявлено, что комбинированное воздействие вредных факторов, в том числе ТМ, вызывает тубулогломерулопатию. Чаще всего выявленные морфологические изменения в почках зависят от содержания в них Pb, Cd, Mn и Ni [9–12].

Эпидемиологический анализ урологической заболеваемости населения промышленных городов Днепропетровской области во взаимосвязи с накоплением ТМ и радионуклидов. Этот анализ свидетельствует, что урологические заболевания в регионе занимают первые места. В г. Днепр распространенность болезни мочеполовой системы возросла ( $p < 0,05$ ) с 1229 в 2000 г. до 2471 случая в 2008 г., т. е. в 2 раза, и составляет в среднем  $1922 \pm 416$  случаев на 10 000 взрослого населения, что достоверно выше, чем в городе сравнения Новомосковске –  $1050 \pm 185$  случаев ( $p < 0,001$ ). В свою очередь, распространенность заболеваний мочеполовой системы у населения г. Желтые Воды, имея тенденцию к росту, составляет за годы наблюдения в среднем  $1668 \pm 147$  случаев на 10 000 взрослого населения, что также достоверно выше ( $p < 0,001$ ), чем в г. Новомосковске. В целом уровень распространенности заболеваний мочеполовой системы

Таблица 1

***Распространенность заболеваний мочеполовой системы в городах Днепропетровской области (на 10 тыс. взрослого населения), по годам***

Города	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	$M \pm m$
Днепр	1229,4	1524,2	1660	1718,3	1995,6	2067,9	2281,0	2346,7	2470,5	$1921 \pm 416^*$
Желтые Воды	1531,5	1630,8	1397,6	1674,7	1627,9	1605,2	1825,4	1838,7	1664,5	$1668 \pm 147^*$
Новомосковск	741,4	809,7	1101,0	1341,0	1230,0	1078,1	1029,8	1045,1	1069,5	$1050 \pm 185$
По городам	1087,5	1254,4	1334,8	1411,3	1523,2	1577,4	1687,4	1715,5	1794,7	$1487 \pm 234$
По области	988,2	1112	1193,6	1255,5	1342,7	1393,2	1489,3	1496,7	1562,8	$1315 \pm 193$
* Отличие от показателей контрольной группы статистически значимо, $p < 0,001$										



за период наблюдения 2000–2008 гг. в г. Днепр в  $1,8 \pm 0,5$  раза, а в г. Желтые Воды в  $1,6 \pm 0,3$  раза выше, чем в г. Новомосковске (табл. 1).

Отметим, что показатели заболеваний мочеполовой системы по г. Новомосковску не являются идеальными и в среднем заметно выше, чем по Днепропетровской области в целом. В этих городах значительно выше распространенность заболеваний хроническим пиелонефритом: в г. Днепр –  $320 \pm 60$  случаев и самая высокая – в г. Желтые Воды –  $651 \pm 90$ , что достоверно выше, чем в г. Новомосковске –  $167 \pm 22$  случая ( $p < 0,001$ ). Темпы роста распространенности заболеваний населения хроническим пиелонефритом за годы наблюдения самые высокие в Днепропетровской области, в 4,75 раза выше, чем по Украине. Аналогичная ситуация и с распространенностью мочекаменной болезни.

Научное обоснование, разработка и внедрение комплекса профилактических мероприятий по минимизации негативного влияния и укрепления здоровья населения. Одним из таких мероприятий стал предложенный авторами метод индивидуальной биопрофилактики с помощью арбузных пектинов, апробированный в клинко-гигиенических исследованиях практически здоровых жителей г. Днепр. Анализ данных общего анализа крови в основной группе до и после употребления натуральной пасты из арбузов, а также контрольной группы не выявил достоверных различий. Но по данным биохимического обследования крови в основной группе через 2 месяца после употребления натуральной пасты из арбузов выявлено содержание общего билирубина  $14,4 \pm 4,6$  ммоль/л (до употребления –  $16,1 \pm 5,8$  ммоль/л). За этот же период времени общий белок составил  $78,0 \pm 7,8$  г/л (до употребления –  $71,3 \pm 5,8$  г/л), в то время как в контрольной группе он составлял  $69,0 \pm 7,1$  г/л. Содержание холестерина в крови обследованных основной группы –  $5,8 \pm 1,8$  ммоль/л (до употребления –  $6,2 \pm 1,7$  ммоль/л).

Суточный диурез у обследованных основной группы в среднем составлял  $1,65 \pm 0,33$  л (до употребления –  $1,30 \pm 0,30$  л) при неизменном в контрольной группе. Содержание креатинина –  $0,06 \pm 0,01$  ммоль/л (до употребления –  $0,09 \pm 0,04$  ммоль/л), мочевины –  $4,67 \pm 1,03$  ммоль/л (до употребления –  $5,02 \pm 1,45$  ммоль/л), азота мочевины –  $9,7 \pm 2,4$  ммоль/л (до употребления –  $10,7 \pm 3,3$  ммоль/л), остаточного азота –  $17,0 \pm 2,5$  ммоль/л (до употребления –  $18,6 \pm 3,7$  ммоль/л). Отмечена тенденция к стабилизации электролитного баланса крови

после употребления натуральной пасты из арбузов с содержанием кальция, хлора, калия и натрия. При использовании пасты из арбузов отмечен положительный эффект: повышение ( $p < 0,001$ ) суточного диуреза по сравнению с контрольной группой, снижение азотемии, стабилизация электролитного баланса крови, а также улучшение аппетита, общего состояния, нормализация сна и мочеиспускания. При этом выявлено увеличение содержания биотических микроэлементов: достоверное ( $p < 0,001$ ) увеличение в крови содержания железа, меди и цинка (табл. 2).

В то же время установлено увеличение вывода из организма Pb ( $p < 0,05$ ) и Cd ( $p < 0,05$ ) и снижение содержания ТМ в крови: Mn, Pb ( $p < 0,01$ ) и Cd ( $p < 0,01$ ). Следовательно, высокая клиническая эффективность позволяет рекомендовать арбузные пектины как биологически активный препарат для ускорения вывода из организма ТМ, радионуклидов и других

Таблица 2

**Содержание ТМ в крови жителей г. Днепр до и после пектинопрофилактики (мкг/мл)**

Металл	Период	$M \pm m$	Max–min	Норма***
Fe	до употребления	260,16±69,16	422,89–190,95	388–560
	после употребления	371,89±117,64*	651,45–265,35	
Mn	до употребления	0,38±0,34	1,19–0,08	0,03–0,16
	после употребления	0,28±0,21	0,69–0,06	
Cu	до употребления	1,02±0,68	2,76–0,20	0,7–1,7
	после употребления	1,42±0,69	2,96–0,36	
Zn	до употребления	5,33±1,72	8,44–2,37	1,6–8,0
	после употребления	5,94±1,52	8,66–3,91	
Pb	до употребления	0,54±0,22	0,83–0,1	0,05–0,2
	после употребления	0,37±0,21**	0,63–0,07	
Cd	до употребления	0,12±0,07	0,26–0,037	0,001–0,027
	после употребления	0,08±0,04**	0,165–0,02	

Различие показателей статистически значимо: \* $p < 0,001$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* [И.М. Трахтенберг и соавт., 2001].

контаминантов из организма человека, проживающего в условиях техногенного загрязнения. Полученные данные дали возможность обобщить существующие и рекомендовать свои мероприятия по предотвращению патологии мочеполовой системы от влияния ТМ и ЕРН (табл. 3).

Таким образом, в результате исследования раскрыто значение сочетанного воздействия радиационного фактора и ТМ в малых дозах и концентрациях на развитие патологии мочеполовой системы, которая происходит по типу биосуммации и наблюдается как в организме подопытных животных, так и у работников и жителей промышленных городов. Это обстоятельство следует учитывать при разработке комплексных мер профилактического и клиничко-диагностического характера. Полученные результаты являются научным основанием целесообразности разработки и внедрения системы существующих и собственных профилактических мер законодательного, инженерно-технического, технологического, санитарно-гигиенического, организационного и медико-биологического характера по уменьшению техногенной нагрузки населения индустриально развитых территорий, профилактике заболеваний и укреплению здоровья населения. Следует учитывать, что индивидуальная пектинопрофилактика у практически здоровых жителей промышленного города положительно влияет на организм [13–19].

Установлено, что техногенный  $\gamma$ -фон составляет для г. Днепр от 0,132 до 0,334–0,668 мкЗв/час (от 15 до 38–76 мкР/час) при фоновых уровнях 0,132–0,176 мкЗв/час (15–20 мкР/час), а г. Желтые Воды – 1,7–44 мкЗв/час (от 200 до 5000 мкР/час), при фоновых уровнях 0,03 мкЗв/час (3,5 мкР/час) и при активности радона в жилых помещениях до 1600 Бк/м<sup>3</sup>, что в 16 раз выше норматива и формирует у 3,5% населения только за счет внешнего  $\gamma$ -излучения ежегодную дозу облучения от 4,5 до 30,7 мЗв, при нормативе 1 мЗв/год. Подобная внешняя экспозиция детерминирует более высокую ( $p < 0,05$ ) удельную активность изотопов урана (<sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U) в почках жителей г. Желтые Воды (17,1±10,7 и 13,5±9,6 мБк/пробу) и г. Днепр (7,4±4,4 и 8,1±4,5 мБк/пробу) при фоновых значениях изотопов урана (<sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U) в почках жителей контрольного города (5,5±3,1 и 6,0±3,5 мБк/пробу)[13–19].

Учитывая общегосударственное значение производства уранового сырья, правительство Украины приняло ряд специальных постановлений, направленных на радиационную и социальную защиту населения города, в частности, базовая «Прог-

Таблица 3

**Профилактика неблагоприятного воздействия ТМ на мочеполовую систему**

Техническое и технологическое направление	Санитарно-гигиеническое направление	Медико-биологическое направление
Разработка и внедрение природоохранных технологий и производств	Реализация основных законодательных документов Украины с созданием оптимальных условий жизни и труда населения	Органам здравоохранения при проведении профилактических осмотров населения промышленных регионов уделять внимание выявлению нарушений функции почек и заболеваемости мочеполовой системы (общий анализ мочи, проба на микроальбуминурию, проба Реберга)
Внедрение более эффективных средств очистки промышленных выбросов в окружающую среду от ТМ	Внедрение в систему предупредительного и текущего санитарного надзора контроля содержания ТМ в объектах окружающей среды с помощью более чувствительных методов (атомно-абсорбционной спектрофотометрии)	Внедрение биологического мониторинга ТМ и, прежде всего, нефротоксичных поллютантов (Pb, Cd)
Применение современных методов удаления ТМ из промышленных сточных вод (плазмо-химическое обезвреживание токсичных водных сред)	Контроль содержания ТМ в объектах окружающей среды при организации гигиенического мониторинга промышленных городов	Объектом исследования должны быть кровь и моча на содержание Pb, Cd
Кардинальные меры по уменьшению выбросов от автотранспорта	Оценка комплексного действия ТМ путем определения суммарной суточной их нагрузки на население	Для индивидуальной профилактики накопления ТМ в организме рекомендуется включение в рацион продуктов, богатых пектинами (овощи, фрукты), дополнительное назначение пектин-витаминных препаратов и фитопрепаратов

рамма мероприятий по радиационной и социальной защите населения города Желтые Воды Днепропетровской области» (в дальнейшем Программа: постановления Кабинета Министров Украины от 8 июня 1995 года № 400 и от 5 мая 2003 года № 656).

Программа состоит из двух разделов. Первый – радиационная защита населения, предусматривает мероприятия, имеющие продолжительный характер. В частности, создание территориального диагностико-реабилитационного центра (ТДРЦ), оздоровление жителей города, приобретение необходимого медицинского оборудования и медикаментов, строительство нового жилья для переселенцев из радиационно загрязненных районов и выполнение противорадиационных мероприятий, озеленение территории, расчистка устья р. Желтой в пределах города, оценка влияния загрязнения на здоровье жителей с учетом отдаленных во времени следствий, создание и внедрение системы экологического, в том числе и радиационного, мониторинга г. Желтые Воды. Второй – социальная защита населения, предусматривает мероприятия по социальной защите населения, предоставление компенсаций и льгот отдельным категориям граждан города, включая детей [12].

## **Выводы**

1. Установлено, что почва селитебной территории промышленных городов Днепропетровской области загрязнена ТМ, содержание которых для Pb, Cd, Ni, Cu, Zn в 1,5–11,3 раза выше ( $p < 0,05$ ), ПДК в 1,1–11,0 раз – за фон и в 2–200 раз (особенно Pb и Cd в г. Желтые Воды) относительно контрольного города ( $p < 0,05$ ), что подтверждается повышенным интегральным суммарным показателем загрязнения почвы и свидетельствует о техногенности их происхождения. При соответствии гигиеническим требованиям качества питьевой воды промышленных городов по содержанию ТМ, за исключением увеличенного до 1,7 ПДК Cd (г. Желтые Воды), в динамике последних 20 лет выявлен его рост ( $p < 0,05$ ) Zn, Pb, Mn в 1,4–3,9 раза при неуклонном снижении Cu и Fe; в сравнении с контрольным городом их среднегодовые концентрации в 1,5–12,4 раза выше, что доказывает антропогенность этих загрязняющих веществ.

2. Выявлена низкая контаминация пищевых продуктов промышленных городов ТМ, содержимое которых в основном не превышает соответствующих ПДК, за исключением растительных продуктов, в которых определяется 1,4–2,8 ПДК Cd, Cu и

Zn, что в целом достоверно ( $p < 0,05$ ) выше, чем в контрольном городе, вследствие их техногенной ситуации. Для всех обследованных городов Днепропетровской области особенностью является снижение ( $p < 0,05$ ) в 2,4–2,8 раза относительно биологической нормы содержания в продуктах цинка (хлеб, сахар, молоко, мясо), что создает условия развития у населения цинк-дефицитных состояний, в том числе патологии мочеполовой системы.

3. Доказано, что несмотря на соответствие содержания ТМ гигиеническим регламентам в жизнеобеспечивающих средах окружающей среды (вода, почва, пищевые продукты), у жителей промышленных городов наблюдаются увеличенные концентрации этих контаминантов по отношению не только к контрольному городу, но и к существующим биологическим стандартам. Увеличенные ( $p < 0,05$ ) концентрации ТМ обнаружены в крови, в моче (25–50 раз), в слюне (3–6 раз), в волосах (1,5–3,2 раза), в почках (1,7–8,6 раза), особенно жителей г. Желтые Воды. Органы мочеполовой системы имеют избирательность в повышенном ( $p < 0,05$ ) относительно нормы накоплении, прежде всего, в почках абиотических ТМ – Pb, Cd, Ni, но пониженном ( $p < 0,05$ ) относительно нормы содержания биотических микроэлементов – Cu, Zn, Fe, что связано с постоянством и специфичностью их поступления в организм и биоантагонизмом Pb и Cd с Zn и Cu и детерминирует развитие патологии мочеполовой системы организма человека.

5. Определено, что общее действие радиоактивного облучения и ТМ в условиях натурального подострого эксперимента имеет эффект биосуммации по интегральным и специфическим показателям: торможение ( $p < 0,05$ ) прироста массы тела, накопление ТМ в крови, шерсти, почках, накопление изотопов урана в почках, что влечет за собой развитие морфологических нарушений, атрофии почечных телец, тотальной дегенерации канальцевого эпителия, тубулогломерулопатии, механизм развития которых происходит согласно закономерности «доза–время–эффект» и согласуется с подобными процессами повышенного депонирования в почках жителей промышленных городов Cd, Pb, Mn, Ni, изотопов урана и как следствие – развитие в них функциональных и структурных нарушений в виде дистрофических и атрофических процессов с формированием токсической нефропатии.

6. Показано, что уровень распространенности урологических заболеваний в Днепропетровской области занимает пер-

вые места в Украине и составляет 1562,8 случая на 10 000 населения, повышенный уровень заболеваемости мочекаменной болезнью установлен в г. Желтые Воды – 268,9 на 10 000 населения, что больше ( $p < 0,05$ ) областного уровня и промышленного города, ОР = 3,0 (95% ВИ 2,7–3,2).

### **Заключение**

Представленные результаты далеко не исчерпывают проблему природо- и ресурсосбережения, охраны окружающей среды и человека. Авторы считают, что развитие методических основ оптимизации горной технологии должно способствовать созданию соответствующей подсистемы автоматизации проектирования и планирования горных работ, повышению радиационной безопасности окружающей среды и здоровья населения, которое проживает в промышленном регионе. Авторы надеются, что данная работа привлечет внимание, прежде всего, экологов-специалистов горных предприятий, санитарных и медицинских служб, местных и центральных органов государственной власти, позволит им глубже понять изложенную проблему, своевременно найти пути ее решения [20–23].

Работа выполнена по материалам докладов с участием авторов на XI и XII международных конференциях «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» [18, 20].

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Ляшенко В. И.* Радиационная и социальная защита населения в регионе уранодобывающих и перерабатывающих предприятий // Цветная металлургия. – 1997. – № 10. – С. 26–32.
2. *Ляшенко В. И.* Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающем регионе // Горный журнал. – 1999. – № 12. – С. 65–66.
3. *Добыча и переработка урановых руд.* Монография / Под общ. ред. А. П. Чернова. – Киев: Адеф-Украина, 2001. – 238 с.
4. *Коваленко Г. Д., Рудя К. Г.* Радиоэкология Украины. – Киев: Київський Університет, 2001. – 167 с.
5. *Коваленко Г. Д.* Радиоэкология Украины: Монография. 3-е изд., перераб. и доп. – Харьков: ИД «ИНЖЕК», 2013. – 344 с.
6. «*Енергетична стратегія України на період до 2030 року*», ухвалена розпорядженням КМУ від 15.03.2006 р. № 145–р.
7. *Концепция федеральной целевой программы «Развитие атомно-энергетического комплекса России на 2007–2010 годы и на перспективу до 2015 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.07.06 г. № 1019-р.*
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. Кошик Ю. И., Ляшенко В. И. Научное сопровождение уранового производства в Украине // Экологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. – № 6. – С. 5–17.

10. Ляшенко В. И., Дворецкий А. И., Ломакин П. И. Охрана окружающей среды в зоне природного и техногенного радиационного загрязнения. – Днепропетровск: Гамалия, 2007. – 180 с.

11. Ляшенко В. И., Жушман В. Н., Гурин А. А. Природоохранные технологии и средства для пылеподавления поверхностей хвостохранилищ горно-металлургического производства // Цветная металлургия. – 2009. – № 12. – С. 3–13.

12. Сердюк А. М., Стусь В. П., Ляшенко В. И. Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности населения в промышленных регионах Украины. Монография. – Днепропетровск: Пороги, 2011. – 486 с.

13. Ляшенко В. И., Топольный Ф. П., Мостіпанта М. І. *in*. Екологічна безпека уранового виробництва. Монографія. – Кировоград. Изд-во «КОД», 2011. – 240 с.

14. Стусь В. П., Ляшенко В. И. Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности населения в промышленном регионе // Экология и промышленность. – 2011. – № 2. – С. 23–31.

15. 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.

16. Ляшенко В. И., Топольный Ф. Ф., Лисова Т. С. Экологическая безопасность уранового производства // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 2. – С. 56–63.

17. Ляшенко В. И., Стусь В. П. Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 3. – С. 55–60.

18. Ляшенко В. И., Стусь В. П., Чекушина Е. В. Охрана окружающей среды и населения в зоне влияния урановых объектов Украины / Тезисы докладов XI международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Усть-Каменогорск, Казахстан, 18–21 сентября 2012 г.). – М.: РУДН, 2013. – С. 196–198.

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

20. Ляшенко В. И., Коваленко Г. Д., Чекушина Е. В. Охрана окружающей среды при добыче и переработке урановых руд в Украине / Тезисы докладов XII международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Занджан, Иран, 16–22 сент. 2013 г.). Т. 1. – М.: РУДН, 2013. – С. 610–612.

21. Стусь В. П., Ляшенко В. И. Охрана окружающей природной среды и населения в зоне влияния урановых объектов // Безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 12. – С. 41–47.

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

23. Ляшенко В. И. Повышение экологической безопасности в зоне влияния уранового производства // Известия вузов. Геология и разведка. – 2015. – № 1. – С. 6–15. **Укр**



## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Стусь Виктор Петрович* — доктор медицинских наук, профессор, e-mail: viktor.stus@gmail.com, Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины, *Ляшенко Василий Иванович* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, член-корреспондент Украинской экологической Академии наук, начальник научно-исследовательского отдела, ГП «УкрНИПИИпромтехнологии», e-mail: ipt@iptzw.dp.ua, e-mail: vi\_lyashenko@mail.ru.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 5, pp. 198–215.

UDC 502:  
622.349.5

**V.P. Stus, V.I. Lyashenko**  
**IMPROVEMENT OF SAFETY OF LIFE**  
**IN INDUSTRIAL AREAS**

It sets out the security features of life of the population in the industrial regions. We describe the combined influence of radiation factors and heavy metals (TM) in a field experiment on rats. An epidemiological analysis of urological diseases of the population of industrial cities of Dnipropetrovsk region in the combined effect of heavy metals and radionuclides. The estimation of the impact of environmental pollution on human health, taking into account long-term effects of time and of the population over 60 years of uranium mining in the region and the results of renal morphological studies in inhabitants Yellow Waters (Ukraine). Move scientific rationale, development and implementation of a set of preventive measures for minimize the negative impact and health promotion in the industrial regions.

Key words: life safety, the environment, industrial region, the radiation factor, heavy metals, population.

## AUTHORS

*Stus V.P.*, Doctor of Medical Sciences, Professor, Dnipropetrovsk Medical Academy of Ministry of Health of Ukraine, Dnipro, Ukraine, e-mail: viktor.stus@gmail.com, *Lyashenko V.I.*, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Corresponding Member of Ukrainian Ecological Academy of Sciences, Head of Department, Ukrainian Scientific-Research and Design Institute of Industrial Technology, 52204, Zheltye Vody, Ukraine, e-mail: ipt@iptzw.dp.ua, e-mail: vi\_lyashenko@mail.ru.

## REFERENCES

1. Lyashenko V.I. *Tsvetnaya metallurgiya*. 1997, no 10, pp. 26–32.
2. Lyashenko V.I. *Gornyy zhurnal*. 1999, no 12, pp. 65–66.
3. *Dobycha i pererabotka uranovykh rud*. Monografiya. Pod obshch. red. A. P. Chernova (Uranium ore production and processing: Monograph. Chernov A. P. (Ed.)), Kiev, Adef-Ukraina, 2001, 238 p.
4. Kovalenko G. D., Rudya K. G. *Radioekologiya Ukrainy* (Radioecology in Ukraine), Kiev, Kiivs'kiy Universitet, 2001, 167 p.

5. Kovalenko G. D. *Radioekologiya Ukrainy*: Monografiya, 3-e izd. (Radioecology in Ukraine: Monograph, 3rd edition), Khar'kov, ID «INZhEK», 2013, 344 p.
6. «Energetichna strategiya Ukraini na period do 2030 roku», ukhvalena rozporядzhennam KМУ vid 15.03.2006 r, no 145-r («Енергетична стратегія України на період до 2030 року», ухвалена розпорядженням КМУ від 15.03.2006 р, no 145-р).
7. *Kontseptsiya federal'noy tselevooy programmy «Razvitie atomno-energeticheskogo kompleksa Rossii na 2007–2010 gody i na perspektivu do 2015 goda»*, utverzhdenneya rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 15.07.06 g, no 1019-r (Concept of the federal target program on Development of Russian Nuclear Energy Industry in 2007–2010 and up to 2015 approved by the Government of the Russian Federation on June 15, 2006, no 1019-p).
8. Lyashenko V. I., Lyul'ko O. V., Stus' V. P. *Okhrana okruzhayushchey srody i cheloveka v uranodobyvayushchikh regionakh*. Monografiya (Protection of the environment and man in uranium-producing regions. Monograph), Dnepropetrovsk, Porogi, 2003, 642 p.
9. Koshik Yu. I., Lyashenko V. I. *Ekologiya dovkillya ta bezpeka zhittediyal'nosti*. 2006, no 6, pp. 5–17.
10. Lyashenko V. I., Dvoretzkiy A. I., Lomakin P. I. *Okhrana okruzhayushchey srody v zone prirodnogo i tekhnogennogo radiatsionnogo zagryazneniya* (Environmental protection in the zone of natural and induced radiation pollution), Dnepropetrovsk, Gamaliya, 2007, 180 p.
11. Lyashenko V. I., Zhushman V. N., Gurin A. A. *Tsvetnaya metallurgiya*. 2009, no 12, pp. 3–13.
12. Serdyuk A. M., Stus' V. P., Lyashenko V. I. *Ekologiya okruzhayushchey srody i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti naseleniya v promyshlennykh regionakh Ukrainy*. Monografiya (Ecology and safety of life in the industrial regions in Ukraine. Monograph), Dnepropetrovsk, Porogi, 2011, 486 p.
13. Lyashenko V. I., Topol'niy F. P., Mostipanta M. I. *Ekologichna bezpeka uranovogo virobnitstva*. Monografiya (Екологічна безпека уранового виробництва. Monograph), Kirovograd, Izd-vo «KOD», 2011, 240 p.
14. Stus' V. P., Lyashenko V. I. *Ekologiya i promyshlennost'*. 2011, no 2, pp. 23–31.
15. Lyashenko V. I., Kovalenko G. D. *Ekologiya i promyshlennost'*. 2011, no 4, pp. 29–35.
16. Lyashenko V. I., Topol'nyy F. F., Lisova T. S. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 2, pp. 56–63.
17. Lyashenko V. I., Stus' V. P. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 3, pp. 55–60.
18. Lyashenko V. I., Stus' V. P., Chekushina E. V. *Tezisy dokladov XI mezhdunarodnoy konferentsii «Resursovosproizvodyashchie, malootkhodnye i prirodookhrannyye tekhnologii osvoeniya nedr»* (Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan, 18–21 sentyabrya 2012 g.) (XI International Conference Head-Notes: Resource-Reproducing, Low Waste and Environmental Technologies of Subsoil Development (Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan, from 18 to 21 September 2012)), Moscow, RUDN, 2013, pp. 196–198.
19. Lyashenko V. I. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2013, no 2, pp. 55–62.
20. Lyashenko V. I., Kovalenko G. D., Chekushina E. V. *Tezisy dokladov XII mezhdunarodnoy konferentsii «Resursovosproizvodyashchie, malootkhodnye i prirodookhrannyye tekhnologii osvoeniya nedr»* (Zandzhan, Iran, 16–22 sent. 2013 g.), T. 1. (Tezisy reports of the XII international conference «Resources reproducing, low-waste and nature protection technologies of development of bowels» (Zanjan, Iran, September 16–22, 2013), vol. 1), Moscow, RUDN, 2013, pp. 610–612.
21. Stus' V. P., Lyashenko V. I. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2013, no 12, pp. 41–47.
22. Lyashenko V. I. *Gornyy zhurnal*. 2014, no 4, pp. 113–116.
23. Lyashenko V. I. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 2015, no 1, pp. 6–15.