

## ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОБЕДНЕННЫЙ УРАН (обзор литературы)

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);  
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Представлен информационно-аналитический обзор открытых научных источников, посвященных медицинским и экологическим последствиям применения боеприпасов с обедненным ураном. Рассматривается комплекс возможных этиологических факторов синдрома войны в Персидском заливе, Балканского синдрома, роста заболеваний среди жителей пострадавших территорий и ветеранов этих войн. Отмечена необходимость продолжения исследований по изучению отдаленных последствий применения боеприпасов, содержащих обедненный уран.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, обедненный уран, боеприпасы с обедненным ураном, радиобиология, военные синдромы, синдром Персидского залива, Балканский синдром.

### Введение

Постоянное расширение спектра техногенных факторов, загрязняющих окружающую среду и негативно влияющих на здоровье населения, является одной из актуальных проблем современного мира [4, 6]. В результате внедрения новых технологий и материалов как в мирные, так и военные сферы деятельности, со второй половины прошлого столетия расширился круг проблем, касающихся безопасности применения современного оружия. Кроме негативных последствий применения химического и ядерного оружия, появились новые вопросы, на которые нет однозначного ответа.

Особое внимание специалистов и общественности вызвало оружие с обедненным ураном (ОУ), которое армия США применила в Ираке и Югославии [18, 19, 25, 33]. Внимание со стороны общественности объясняется исторически сложившимся восприятием слова «уран», которое ассоциируется у населения с атомным оружием и трагическими последствиями его применения в городах Хиросиме и Нагасаки [37].

Внимание медицинских специалистов связано с появлением новых «военных синдромов», не наблюдавшихся во время ведения предыдущих войн. Военные синдромы являются одним из медицинских последствий войны. Истории и описанию таких синдромов более

чем за 100 предыдущих лет посвящен обзор К.С. Hyams и соавт. [31]. В Первую мировую войну (1914–1918 гг.) серьезную проблему для войск Антанты представляли синдромы Da Costa (нейроциркулярная астения) и траншейный шок, что объясняли нормальной реакцией на экстремальные воздействия. Реабилитация проводилась в сжатые сроки в военных подразделениях. В ходе Второй мировой войны (1935–1945 гг.) военный синдром напряжения встречался в британских войсках и считался неврозом, а не соматическим заболеванием. Более детально были изучены психологические стрессовые реакции, которые сопровождались соматическими симптомами: слабостью, головной болью, диареей. Также, как в Первую мировую войну, солдат удавалось возвратить в строй без госпитализации.

Одним из последствий американо-вьетнамской войны (1965–1975 гг.) стал посттравматический стрессовый синдром «Post traumatic stress disorder», который Американская психиатрическая ассоциация определила как «психическую травму, вызванную событиями, лежащими за пределами нормального человеческого опыта».

Пребывание войск 40-й армии Вооруженных сил СССР в Афганистане (1979–1989 гг.) способствовало развитию у военнослужащих «афганского синдрома».

Коннова Людмила Алексеевна – д-р мед. наук проф., вед. науч. сотр. Санкт-Петерб. ун-та Гос. противопожар. службы МЧС России (Россия, 198107, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), засл. деят. науки РФ; e-mail: konnova.spb@gmail.com;

Котенко Петр Константинович – д-р мед. наук проф., зав. каф. безопасности жизнедеятельности, экстремальной и радиац. медицины Всерос. центра экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2); e-mail: medicine@arcgerm.spb.ru;

Артамонова Галия Калимуловна – д-р юрид. наук проф., вед. науч. сотр. Санкт-Петерб. ун-та Гос. противопожар. службы МЧС России (Россия, 198107, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).

Боевые действия стран НАТО в Персидском заливе в 1991 г. стали причиной появления «синдрома войны в заливе» (СВЗ) (Gulf War Syndrome). У военнослужащих США, Великобритании и Канады после окончания военных действий развивался комплекс симптомов (головная боль, повышенная утомляемость, боли в мышцах и суставах, диарея, кожные высыпания, одышка, боль в грудной клетке) в сочетании с нарушениями сна, концентрации внимания, расстройствами памяти и депрессивными нарушениями при отсутствии физических и лабораторных признаков. По данным А. Duraković, у каждого 5-го ветерана-участника боевых действий со стороны антииракской коалиции наблюдался СВЗ [30]. СВЗ пополнил список военных синдромов, поскольку во время Второй мировой войны симптомокомплекса, подобного СВЗ, среди военнослужащих США и Великобритании не наблюдалось [31].

Уже после первого применения вооруженными силами США в Персидском заливе боеприпасов, содержащих обедненный уран (ОУ) (1991), в средствах массовой информации (СМИ) развернулось широкое обсуждение опасности применения таких боеприпасов для окружающей среды и здоровья населения, проживающего в пострадавших регионах. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) организовало ряд комиссий по изучению радиационных последствий на территориях, подвергшихся бомбардировкам.

В опубликованных докладах и отчетах комиссий четкого ответа о причине развития СВЗ нет [18, 19]. Результаты радиологических, токсикологических, клинических и экспериментальных исследований по проблеме СВЗ обобщены в 9 томах, изданных Национальной академией наук США (NAS), последний из которых опубликован в 2013 г. [32, 33].

Первоначально СВЗ пытались объяснить негативным воздействием таких факторов, как иракские пески, пропитанные нефтью; ядовитый дым горящей нефти; пестициды, которые использовали военнослужащие для защиты от комаров; растворы, которыми пропитывали палатки и одежду военнослужащих; бромид пиридопиримин – препарат, применявшийся на случай использования химического оружия; некачественные вакцины и лекарственные препараты, которые военнослужащие принимали для защиты от возможного поражения биологическим и химическим оружием.

Работы по исследованию этих факторов обобщены в 1-м томе публикаций NAS США, посвященных заболеваниям, связанным с во-

йной в Персидском заливе [32]. Предположение о роли прививок в развитии СВЗ возникло после выяснения низкого качества вакцин и отсутствия синдрома у ветеранов – участников войны вооруженных сил Франции, командование которых категорически отказалось от вакцинации.

Второе широкомасштабное применение вооруженными силами США боеприпасов, содержащих ОУ, в ходе войны с Югославией по времени совпало с появлением военного синдрома, получившего название «Балканский синдром», которому присущ тот же симптомокомплекс, что и для СВЗ, с признаками лучевого поражения у военнослужащих – участников боевых действий и у военнослужащих из состава миротворческих сил, которые несли службу рядом с пострадавшими от бомбардировок территориями.

Первые сообщения о том, что среди военнослужащих НАТО, участвовавших в военных действиях в Югославии, наблюдаются признаки лучевого поражения, для специалистов показались странными. Последствия контакта с обычным ОУ вряд ли могли проявиться так быстро и в таких масштабах. Подобные признаки возможны либо в случае присутствия примесей других изотопов урана, либо в результате образования продуктов взрыва, воздействие которых на человека остается неизвестным. В результате интерес к биологическим эффектам ОУ и продуктам взрыва значительно вырос.

Опубликованные результаты медико-биологических исследований пока не прояснили причины СВЗ и «Балканского синдрома», но позволяют предполагать наличие связи между загрязнением территорий продуктами взрывов и развитием заболеваний у военнослужащих и населения. Нерешенность проблемы сохранила ее актуальность.

### Материал и методы

Материалом для исследования послужили открытые научные источники медицинской и биологической информации по проблеме. Использованы электронные базы данных Всероссийского института научной и технической информации, Web ИРБИС, электронный каталог Библиотеки Академии наук России.

Методом исследования являются информационный поиск и анализ научно-экспериментальных данных:

- о свойствах ОУ и воздействии природного и ОУ на живые организмы в ранний и отдаленный период после инкорпорации;

- о заболеваемости военнослужащих, принимавших участие в войне на Балканах, и во-

еннослужащих миротворческих сил, а также населения, проживающего на территориях, подвергшихся бомбардировкам;

– о загрязнении почвы, грунтовых вод и растений в районах применения боеприпасов, содержащих ОУ;

– мнения и взгляды известных ученых (радиологов, онкологов, химиков, биологов) на возможную связь масштабного применения боеприпасов, содержащих ОУ, с заболеваниями военнослужащих и населения, проживающего на территориях, подвергшихся бомбардировкам.

### Результаты и их анализ

*Обедненный уран (depleted uranium)* – побочный продукт технологического процесса изготовления топлива для некоторых типов ядерных реакторов и материалов для ядерного оружия. Впервые ОУ был получен в 1940 г. как побочный продукт обогащения природного урана, который в настоящее время получают в больших количествах при выполнении ядерных программ [3, 24]. Природный уран непригоден для использования на АЭС, поскольку содержит всего 0,7 % расщепляющегося  $^{235}\text{U}$ . При изготовлении топлива для АЭС и материалов для ядерного оружия природный уран обогащают до определенного содержания в нем  $^{235}\text{U}$  (для разного типа АЭС достаточно от 3 до 20 %). Изотопы урана не различаются по химическим свойствам, для обогащения используют разницу в массе [24].

Смесь, остающаяся после удаления обогащенного урана, называют ОУ, поскольку в ней содержится уменьшенное количество изотопов  $^{235}\text{U}$  и  $^{234}\text{U}$ . ОУ на 60 % менее радиоактивен, чем природный уран, но в химическом отношении он ведет себя так же, как природный уран. Доза внешнего облучения от ОУ составляет около половины той, что даёт природный уран такой же массы, и с этой точки зрения он не опасен для человека. Изотопы природного и ОУ приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Изотопы в естественном и обедненном уране [34]

Изотоп	Период полураспада, лет	Удельная активность	Концентрация, Ки/г	Весовой процент
$^{234}\text{U}$	$2,46 \cdot 10^5$	$6,22 \cdot 10^{-3}$	0,0054	0,0007
$^{235}\text{U}$	$7,04 \cdot 10^8$	$2,16 \cdot 10^{-6}$	0,711	0,2
$^{236}\text{U}$	$2,34 \cdot 10^7$	$6,47 \cdot 10^{-5}$		
$^{238}\text{U}$	$4,47 \cdot 10^9$		99,28	99,8
Природный U		$6,85 \cdot 10^{-7}$		
Обедненный U		$3,85 \cdot 10^{-7}$		

После отработки реакторного топлива из него извлекают плутоний, и остается реакторный (ОУ) – смесь активно распадающихся радиоактивных изотопов, среди которых обязательно присутствуют изотопы  $^{232}\text{U}$  и  $^{236}\text{U}$ . Активность реакторного урана в сотни и тысячи раз больше, чем природного [3, 11]. Используемый министерством обороны США ОУ содержит около 0,2 %  $^{235}\text{U}$  и следы  $^{236}\text{U}$  от переработанного урана.

Химическая токсичность природного урана была признана более двухсот лет назад, о радиационной опасности изотопов урана, определяющей при внутреннем загрязнении организма антирепродуктивные, канцерогенные и мутагенные свойства, стало известно с начала ядерной эры [3, 11]. Но в составе обедненного урана не должно быть примесей высокоактивных изотопов (например  $^{235}\text{U}$ ), что делает его радиационно не опасным продуктом.

Долгое время ОУ был малополезен из-за низкой экономической ценности, но сегодня ОУ популярен вследствие его высокой плотности и большого сечения захвата нейтронов. ОУ используется для производства хвостового оперения «Боингов», в качестве противовесов в самолётах, ракетах, килях яхт и даже лифтах.

Со второй половины XX в. ОУ стали использовать при изготовлении брони танков и высокоэффективных броневых снарядов. Преимущества ОУ, как материала броневых сердечников, лежат в совершенно неядерной области. ОУ практически не радиоактивен, а его физические свойства обеспечивают «самозатачивание» снаряда при прохождении через броню, он не расплющивается и не тормозится. Благодаря пирофорности (способности в мелкодробленном состоянии к самовоспламенению на воздухе при отсутствии нагрева) и токсичности урана при пробитии брони остатки уранового сердечника вспыхивают, создают пожар внутри броневых объектов и наполняют боевое отделение токсичными газами.

Урановые подкалиберные снаряды (*прим. ред.* – боеприпасы, диаметр боевой части которого меньше диаметра ствола. Применяются в основном для увеличения начальной скорости боеприпасов. Чаще всего используются для борьбы с бронированными целями) приняты на вооружение в большинстве танкостроительных держав, но в отличие от других стран армия США не имеет сегодня других подкалиберных снарядов, кроме урановых. Остальные страны используют в мирное время боеприпасы из вольфрама и хранят запасы урановых снарядов на случай «большой войны»

[25]. Высокое броневое действие, большие запасы ОУ и его дешевизна по сравнению с вольфрамом делают отказ от его применения в боеприпасах маловероятным.

Во всех локальных военных конфликтах последнего времени США, несмотря на недостаточность сведений об отдаленных медицинских последствиях продуктов, образующихся в результате взрывов, использовали боеприпасы, содержащие ОУ.

В ходе операции «Буря в пустыне» (1991) сухопутные войска США израсходовали 9552 танковых и 1,7 млн малокалиберных снарядов, содержащих ОУ, оставив на земле Ирака и Кувейта свыше 200 т ОУ.

*«Взрывные» продукты снарядов с ОУ и их биологические эффекты.* В доступной научной литературе данные о физических закономерностях, сопутствующих боевому использованию боеприпасов с ОУ, незначительны. Отдаленные последствия применения такого оружия остаются до конца не выясненными, поскольку их изучение требует долговременных эпидемиологических исследований.

Известно, что после взрыва снаряда с ОУ около 70 % его превращается в пыль с частицами не больше 5 мкм [21]. Несмотря на малую радиоактивность, при попадании нерастворимых токсичных наночастиц в дыхательные пути человека их накопление и долговременное пребывание в тканях позволяют предполагать опасность для здоровья. В связи с этим представляется неправомерным отрицать риск негативного влияния образующейся при взрывах пыли обеднённого урана на здоровье человека, в том числе канцерогенный и тератогенный.

В результате применения боеприпасов с ОУ в песках Ирака было рассеяно более 3 т урановой пыли. В общей сложности в военных конфликтах в Ираке и Югославии США использовали около 900 тыс. боеприпасов, суммарная масса ОУ которых составляет 300 т. Перечисленные факты делают правомерным рассмотрение продуктов, образующихся при использовании боеприпасов с ОУ, в качестве экологически опасных факторов [25, 29, 35, 36].

После окончания военных действий в СМИ появились сообщения о заболевании военнослужащих, воевавших в Персидском заливе, лейкоемией и другими онкологическими заболеваниями и о случаях рождения неполноценных детей в семьях ветеранов и у населения, пострадавшего от обстрела и бомбардировок территорий. Такая уверенность не поддерживается специалистами, поскольку ОУ практически не радиоактивен. Активность 3 т

пыли, рассеянной в песках Ирака, составляет примерно 1 МБк, что в 1 млн раз меньше, чем ежегодно дает угольная электростанция. Принимая во внимание токсичность урановой пыли и аэрозолей, образующихся при взрывах, можно предполагать, что причиной возрастания перечисленных патологических отклонений является накопление нерастворимых частиц в организме человека.

Согласно данным обследования 160 военнослужащих НАТО, которые попали под обстрел или были ранены урановыми осколками, спустя 8 лет после окончания войны содержание ОУ в организме ветеранов этой группы оказалось в 100 раз выше, чем у необстрелянных [30]. Солдаты Ирака медицинского обследования не проходили. Мнение о радиотоксичности ОУ среди исследователей до сих пор остается неоднозначным. А. Duraković, например, считает, что пока еще мы очень мало знаем о действии малых доз радиации, а долговременное пребывание в тканях организма альфа-излучающих радионуклидов даже с очень незначительной активностью может стать причиной местного воспаления и привести к развитию опухоли. В медицине считается нормой 13,2 случая заболевания лейкоемией на 100 тыс. жителей. В 100-тысячной натовской группировке на Балканах наблюдалось до 20 смертельных случаев и до 50 заболевших. И это не просто среднестатистические данные на 100 тыс. человек. Молодые мужчины регулярно проходили медицинское обследование [30].

Химические свойства изотопов урана одинаковы, и, являясь химически активными элементами, они образуют большое число легко- и труднорастворимых соединений, обладающих токсическим свойством [3, 11, 24]. Выраженность эффекта находится в прямой связи с растворимостью его соединений, что в одинаковой мере проявляется при любом пути поступления его в организм. Попадая внутрь организма через желудочно-кишечный тракт или ингаляционным путем, растворимые соединения урана всасываются в кровь и разносятся по органам, но депонируются, главным образом, в почках, которые в ранние сроки поступления урана являются критическим органом. При длительном поступлении в организм уран может задерживаться в костной ткани. Но при использовании оружия с ОУ растворимые соединения урана не образуются, а в воде уран почти нерастворим.

Выведение из организма человека и животных труднорастворимых соединений

(четырёхфтористого урана, двуокиси урана, окиси – закиси урана) происходит очень медленно – в течение нескольких лет с двумя периодами полувыведения в 120 и 360 сут 86 % урана, задержанного во всем организме, откладывается в костях, 6,5 % – в почках. Химическая токсичность урана и его соединений близка к токсичности ртути или мышьяка и их соединений. Острая и хроническая урановая интоксикация характеризуются политропным действием урана на различные органы и системы организма [11, 29]. Установлено, что длительность поступления ОУ и его распределение в органах и тканях человека зависит от путей поступления в организм: при ингаляционном – уран накапливается в легких, при пероральном – в костях и печени [16]. В эксперименте на животных однократная инкорпорация обедненного урана вызывала нарушение метаболизма структурных образований органов-мишеней, которые взаимоотягощали друг друга на фоне токсического воздействия ОУ, формируя полиорганный эффект поражения [9]. Однократное введение внутрь организма водных растворов ОУ сопровождалось морфофункциональными изменениями в целом ряде органов, включая органы желудочно-кишечного тракта, эндокринные железы и головной мозг, что подтверждает полиорганный эффект ОУ и позволяет предполагать возможную связь развивающихся изменений с причинными поведенческими реакциями [1, 2, 7, 8, 17, 23, 29]. Данные лабораторных исследований головного мозга крыс и изменения в их поведении в разное время после введения взрослым животным ОУ выявили связь нарушений в поведении животных с накоплением ОУ в некоторых отделах мозга [30]. Это позволило автору сделать вывод о нейротоксичности ОУ. Полиорганный эффект ОУ подтверждают и данные исследования аккумуляции ОУ в органах крыс после имплантации фрагментов с ОУ [40]. Результаты выполненных исследований свидетельствуют, что наибольшая опасность обедненного урана связана с его попаданием в организм через органы дыхания с мелкодисперсной пылью и особенно с аэрозолями.

В 1999 г. вышла 82-я публикация Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) «Анализ окружающей среды после конфликта». В ней приведены методы оценки возможных доз внешнего облучения на пострадавших территориях, результаты которых не превышают безопасных показателей, допустимых по современным нормам радиационной безопасности. Результаты были

аналогичны выполненным ранее расчетам при использовании максимальных допущений [34]. По мнению авторов публикации, основной источник внешнего облучения – это обращение с боеприпасами из ОУ или их фрагментами, а также проживание и передвижения в районах, загрязненных ОУ. Опасность несет внутреннее облучение в результате вдыхания мелких аэрозолей ОУ, возникающих при пожарах или ударе боеприпаса в цель. Наибольшему риску внешнего облучения подвергаются лица, занятые расчисткой территорий из-за прямого и длительного контакта с осколками боеприпасов, содержащих ОУ. Внутреннее облучение может произойти в результате вдыхания мелкодисперсных аэрозолей, попадания пыли в пищу или длительного нахождения осколков в теле. Риску подвергаются военнослужащие при нахождении в транспортных средствах, пораженных боеприпасами, содержащими ОУ, и персонал, привлеченный к проведению спасательных, ремонтных и очистительных работ. Среди населения могут пострадать лица, которые собирают осколки снарядов и обломки техники на сувениры. Исследователи выразили сожаление по поводу своевременно не проведенных измерений раненых. Отсутствие таких данных препятствует объективной информации о количестве людей, получивших облучение.

Появление сообщений о признаках лучевого воздействия на военнослужащих, участвовавших в боевых действиях на Балканах, было воспринято специалистами неоднозначно. ОУ практически не радиоактивен, а на открытой местности концентрация пыли снижается такими факторами, как ветер, конвективные процессы и т.д.

Н.А. Лошадкин и соавт. [15] рассматривают часто обсуждаемые причины военных синдромов – пестициды, прививки, антитоксины, паразиты и т.д. По мнению отечественных ученых, воздействие многофакторного комплекса низких уровней физических и сверхмалых концентраций химических веществ в среде в ходе военных действий может быть причиной развития массовых заболеваний неясной этиологии. Авторы разделяют точку зрения исследователей США о возможном потенцирующем эффекте, который проявляется в комплексе факторов сверхмалой концентрации и объясняет необычный симптомокомплекс; считают неубедительным возмозможность длительного воздействия паров зарина и иприта при высоких температурах окружающей среды и больших скоростях испарения жидкостей в пустыне.

Вопрос о комбинированном, комплексном и сочетанном действии малых концентраций токсикантов с другими неблагоприятными для здоровья факторами практически не изучен.

На каждой войне в ходе военных действий складывается экологически неблагоприятная обстановка с множеством опасных и вредных факторов в самом неожиданном их сочетании. Одним из таких факторов является мелкодисперсная пыль из ОУ. Естественно, она не влияет на радиационный фон, который измеряли подразделения радиационной, химической и биологической разведки (РХБР), поскольку ОУ является альфа-излучающим и не выделяет гамма-лучи. Удельная активность ОУ, как следует из данных из табл. 1, значительно ниже, чем у природного урана, и альфа-излучение не опасно для человека при внешнем облучении. Приборы РХБР не предназначены для регистрации альфа-частиц, тем более при низкой активности источника. Но при взрывах образуются мелкодисперсные аэрозоли, обладающие высокой степенью токсичности, которые способны сорбироваться на частичках продуктов горения нефти и в «концентрированном» виде поступать в организм человека через органы дыхания [15]. Оседая в тканях организма, они могут быть причиной лейкозов. Косвенным подтверждением такой ситуации является отсутствие случаев лейкемии у военнослужащих в Хорватии, где боеприпасы, содержащие ОУ, не применялись.

Что касается причин возрастания случаев врожденных заболеваний и роста числа онкологических больных среди населения территорий, подвергшихся бомбардировкам, представляют интерес исследования последних лет по изучению содержания ОУ и тяжелых металлов в волосах женщин, родивших детей с врожденными дефектами [28]. Установлено, что волосы женщин, проживающих в г. Фаллудже (Ирак), содержали значительно большее количество ОУ, чем волосы женщин из регионов, не подвергавшихся бомбардировкам боеприпасами, содержащими ОУ. Авторы с осторожностью предполагают влияние накопленного в организме женщин ОУ на развитие врожденных патологий у детей, не исключая роли и повышенного уровня ряда других тяжелых металлов.

*Этиология заболеваний, вызванных применением оружия с ОУ.* После окончания военных действий в Югославии международные комиссии проводили обследование территорий не только на местах боевых действий, но и на значительном расстоянии от них. Было обна-

ружено загрязнение почвы, растительности, водоемов и рек бассейна Дуная продуктами горения нефти, трансформаторных масел, хлорорганическими соединениями, соединениями ртути, кадмия, свинца и другими токсичными веществами. Полиморфность загрязнителей предполагает связь СВЗ и балканского синдрома с комплексным и комбинированным воздействием разных факторов, неблагоприятных для здоровья военных. Вещества, образующиеся при применении боеприпасов с ОУ, могут сорбироваться на частичках продуктов горения нефти и в таком виде поступать в организм через органы дыхания. В качестве «носителей» радионуклидов и токсичных веществ могут выступать также частицы аэрозолей, образующиеся при применении «графитовых» боеприпасов, которые армии НАТО применяли для выведения из строя сети электроснабжения. В Югославии боеприпасы применялись в авиационном варианте, бомбардировкам подверглись обширные площади, а 15 т ОУ, сброшенные на Югославию, превратились в пыль, разнесенную ветром по всем Балканам, загрязнив почву, воздух, растения и животных. Полные сведения о применении авиационных бомб с ОУ представлены в [36].

Научно-консультативный комитет по заболеваниям ветеранов войны в Персидском заливе опубликовал отчет (2008), в котором вновь рассматривает весь комплекс негативных факторов, которые могли бы послужить причиной развития СВЗ, представил сведения о частоте тех или иных симптомов и состояний военнослужащих, основанных на данных наблюдений за 697 тыс. ветеранов США, Великобритании, Австралии и Дании [38] и отраженных в табл. 2.

Практически у каждого четвертого наблюдали симптомы СВЗ: головную боль, слабость, проблемы с памятью, боли в мышцах и суставах, диарею, диспепсические расстройства. В группе американских ветеранов частота развития опухолей составила 33 %. В отчете приведены неоднозначные заключения специалистов о роли нейротоксичности урановой пыли. В приведенных комментариях психолог рассматривает СВЗ как неспецифическую реакцию на конфликтную ситуацию, характерную для военных действий, и называет ее «истерией».

Наибольшую частоту случаев СВЗ у ветеранов США объясняют возможным комбинированным действием фосфорорганических пестицидов и антидота отравляющих веществ нервно-паралитического действия, которые принимали американские военнослужащие.

Таблица 2  
Частота основных симптомов у ветеранов–участников войны  
в Персидском заливе (%)

Симптом	США	Велико-британия	Австралия	Дания
Слабость	23	23	10	16
Головная боль	17	18	7	13
Проблемы с памятью	32	28	12	23
Боли в мышцах и суставах	18	17	5	Менее 2
Диарея	16	-	9	13
Диспепсия	12	-	5	9
Неврологические проблемы	16	-	8	12
Ограниченные/поверхностные опухоли (Terminal tumors)	33	-	9	11
Хронические полисимптомные заболевания (Chronic multi-symptom illness)	-	26	-	-

Пестицидами пропитывали палатки и обмундирование, антидот принимали в достаточно больших дозах. В качестве аргумента в пользу такого вывода приводят результаты экспериментов на крысах. Было установлено, что одновременное введение этих препаратов в организм экспериментальных животных снижает антихолинэстеразную активность в нервной ткани, что может быть причиной развития полиневритов, которые возникали у ветеранов войны. В публикации приведены противоположные мнения о ведущей роли ОУ: они уравновешены – половина исследователей уверены, что ОУ является основным этиологическим фактором развития СВЗ, другая половина – отрицают такой вывод. Однозначных мнений нет, как нет конкретных подтверждений или опровержений.

Исследования последних лет позволяют по-иному взглянуть на роль токсичной урановой пыли в развитии СВЗ, возрастании частоты онкологических заболеваний у населения на пострадавших территориях Ирака и Югославии, увеличения частоты врожденной патологии у новорожденных.

Выявлен повышенный уровень ОУ у жителей Ирака на пострадавших от бомбежек территориях и получены достоверные данные о росте заболеваемости раком в Эль-Фаллудже – регионе, который подвергался массированным бомбардировкам [27, 28]. Однако исследования последних лет, результаты которых приведены выше, не позволяют так однозначно признать СВЗ результатом воздействия только одного определенного фактора, но и полностью отрицать причастность урановой пыли к развитию СВЗ пока рано. Вполне вероятно, что канцерогенное и тератогенное действие наночастиц керамических оксидов урана (менее 1 мкм в диаметре), которые попадают в организм при вдыхании взрывной пыли, связано

с их транслокацией в лимфатическую систему, где часть из них могут задержаться на десятки лет. В экспериментах на животных при ингаляционном воздействии урана четко наблюдалась обширная патология различных органов и систем, в том числе и угнетение костного мозга [3, 11]. Но уже это относится к отдаленным последствиям, которые пока еще недостаточно изучены.

Негативное воздействие ОУ стало проявляться у населения, проживающего на территориях, подвергшихся массированным бомбардировкам, спустя 5–10 лет после военной агрессии. В последующем

нельзя исключить нового роста онкологических заболеваний, лейкемии и патологических отклонений у новорожденных. Пик этих «эпидемий», этиология которых до конца не ясна, ожидается после 2020 г.

*Экологические последствия.* Под эгидой МАГАТЭ в рамках реализации Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) были созданы несколько комиссий для анализа сложившейся экологической ситуации на пострадавших от бомбежек территориях Югославии. Отчеты о проделанной работе представлены в докладах и публикациях МАГАТЭ и МКРЗ [8, 19]. В докладе ЮНЕП «Обедненный уран в Косово» группа международных экспертов в составе представителей МАГАТЭ и ряда национальных исследовательских учреждений Финляндии, Швеции, Норвегии, России и других стран осенью 2001 г. провела исследования в районах Сербии и Черногории, которые в 1999 г. подверглись бомбардировкам. Фрагменты авиационных бомб или частицы ОУ были обнаружены в 5 районах из 6. Власти Сербии и Черногории получили рекомендации о необходимости учесть потенциальный риск при проведении в загрязненном районе каких-либо земляных и строительных работ, а также соблюдать меры предосторожности при удалении или сжигании растений. Работа группы позволила выявить ряд мест и установить, что значимый риск возникает только в случае непосредственного контакта с этим местом с последующим загрязнением рук и появлением риска переноса в рот или непосредственного попадания почвы в организм через пищеварительную систему. Исследователи сделали вывод, что загрязнение поверхности почвы ОУ удастся обнаружить лишь в радиусе нескольких метров от мест нахождения бронебойных снарядов и в локализованных точках, образовавшихся при попадании таких снарядов в цель. Были даны

рекомендации применять профилактический подход к определению мест, в которых может оставаться ОУ, и к оценке необходимости очистки территории. Превышения допустимых международных норм, характеризующих степень радиоактивного или токсичного заражения, эксперты МАГАТЭ не обнаружили. Вместе с тем, в докладе отметили возможное загрязнение воды в долгосрочной перспективе вследствие коррозии урановых сердечников, остающихся в земле. «Пробойники», найденные экспертами, по причине коррозии уже потеряли 10–15 % своей массы. Процесс коррозии ОУ проходит намного быстрее, чем природного, и мобильность его частиц намного выше, поэтому он представляет опасность окружающей среде [4, 10, 13].

Загрязнение почвы и растений допускает возможность поступления в организм человека токсичных соединений урана с пищей. Результаты исследований, посвященных транслокации урана из почвы в растения, опубликованы в ряде работ отечественных исследователей [12–14, 22]. Уран относится к элементам с «барьерным» типом поглощения корневыми системами растений, максимальное его количество накапливается в корнях. Переход урана из почвы в растения следует принимать во внимание при ведении сельского хозяйства на загрязненных территориях.

### Заключение

На всех войнах военнослужащие подвергались воздействию опасных и вредных факторов среды на территории боевых действий, спектр и сочетание которых менялись в связи с внедрением в военную сферу новых технологий, материалов, техники и вооружения. В связи с этим изменялись и медицинские последствия войн, прежде всего, военные синдромы [30].

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные выяснению причин военных синдромов, они остаются неясными. Многофакторность, разнообразие сочетаний и комбинаций поражающих факторов, климатических условий, физического и психологического состояния военнослужащих препятствуют выяснению конкретных этиологических факторов военных синдромов. Это относится и к синдромам современных войн и вооруженных конфликтов. После военных операций США «Щит в пустыне» и «Буря в пустыне» в 1990–1991 гг. появился новый военный синдром – синдром войны в Персидском заливе – СВЗ, который был зарегистрирован сразу после окончания военных

действий у 80 тыс. военнослужащих США и 12 тыс. военнослужащих Великобритании. Мировая общественность связала появление СВЗ с применением нового вида боеприпасов, содержащих ОУ. Реакция мировой общественности была крайне негативной, поскольку понятие «уран» ассоциируется у человечества, в первую очередь, с атомным оружием. К изучению причин массового заболевания военнослужащих были привлечены ведущие специалисты в области экспериментальной и клинической медицины, радиобиологи, военные химики, экологи, токсикологи и т.д. Проблема СВЗ стала для США и Великобритании проблемой государственной важности. Министерства обороны и здравоохранения работали по специальным программам, были подвергнуты исследованию и обсуждению множество возможных причин возникновения и развития синдрома, ежегодно Национальная академия наук США выпускала тома, посвященные СВЗ [31, 32]. Но проблема до сих пор остается открытой.

Актуализация проблемы произошла после военных действий в Югославии, когда в войсках НАТО, принимавших участие в войне на Балканах, появилось массовое заболевание, во многом похожее на СВЗ и получившее название Балканский синдром. Отличие состояло в том, что у части заболевших быстро развивалась лейкемия [15]. Но удельная активность ОУ, которая значительно ниже, чем у природного урана, не предполагает, что его попадание в организм человека может вызвать такое быстрое поражение кроветворной системы. В то же время, токсичность пыли, образующейся при взрыве боеприпасов, содержащих ОУ, исключить нельзя, тем более в таком количестве, которое появлялось в результате массированных бомбардировок территорий Югославии.

На основании проведенного исследования, можно заключить, что оценка опасности применения боеприпасов, содержащих ОУ, для здоровья военнослужащих, населения и природы остается сложной, актуальной медико-биологической, экологической, социальной и правовой проблемой, решение которой требует изучения отдаленных последствий, организации длительного эпидемиологического мониторинга.

### Литература

1. Афанасьев Р.В., Зуев В.Г. Фосфатазная активность тканей органов пищеварения при инкорпорации обедненного урана и ее связь с причинными поведенческими реакциями // Воен.-мед. журн. 2010. Т. 331, № 2. С. 75–76.

2. Афанасьев Р.В., Герасимов Д.В., Терезанов О.Ю., Лаптев И.В. Изменение клеточного состава периферической крови при однократной инкорпорации обедненного урана в эксперименте // Воен.-мед. журн. 2012. Т. 333, № 2. С. 65–67.
3. Бекман И.Н. Уран. М.: Изд-во МГУ, 2009. 300 с.
4. Белоус Д.А. Радиация, биосфера, технология. СПб.: ДЕАН, 2004. 448 с.
5. Бова А.А., Борисов В.М., Нагорнов И.В. Медицинские последствия использования обеднённого урана в боеприпасах // Военная медицина. 2001. № 2. С. 111–112.
6. Василенко И.Я., Василенко О.И. Медицинские проблемы техногенного загрязнения окружающей среды // Гигиена и санитария. 2006. № 1. С. 22–25.
7. Воронцова З.А., Зюзина В.В., Проскурякова Е.Е., Набродов Г.М. Сравнительная характеристика отделов пищеварительной системы при инкорпорации обедненного урана // Вестн. новых мед. технологий. 2010. Т. XVII, № 2. С. 50–51.
8. Воронцова З.А., Гуреев А.С. Биоэффекты экзокринной и эндокринной паренхимы органов на обедненный уран // Здоровье и образование в XXI веке. 2013. Т. 15, № 1/4. С. 250–252.
9. Воронцова З.А., Народов Г.М., Кособуцкая С.А., Селявин С.С. Полиорганный эффект обедненного урана в эксперименте // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. XIX, № 2. С. 397–399.
10. Гребенюк А.Н., Бояринцев В.В., Сидоров Д.А. Задачи медицинской службы в области обеспечения токсико-радиологической безопасности военнослужащих // Воен.-мед. журн. 2009. Т. 330, № 4. С. 12–16.
11. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. М.: Энергоатомиздат, 1990. 336 с.
12. Касьяненко А.А., Кулиева Г.А., Ратников А.Н., Кальченко В.А. Действие обедненного урана на сельскохозяйственные культуры // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. М.: Изд-во РУДН, 2004. Вып. 6, ч. 2. С. 168–171.
13. Кулиева Г.А. Транслокация урана-238 из почвы в растения (на примере ячменя): автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 24 с.
14. Кулиева Г.А., Касьяненко А.А., Ратников А.Н., Жигарева Т.Л. Сельскохозяйственные растения, как биологические аккумуляторы обеднённого урана // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. М.: Изд-во РУДН, 2007. Вып. 9, ч. 2. С. 4–9.
15. Лошадкин Н.А., Голденков В.А., Дикий В.В. [и др.]. Случаи массовых заболеваний «неясной этиологии»: токсикологические аспекты. Роль малых доз физиологически активных веществ // Рос. хим. журн. (Журн. Рос. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева). 2002. Т. XLVI, № 6. С. 46–57.
16. Мордашова В.В. Длительность поступления урана и его распределение в органах и тканях человека в зависимости от путей поступления // Мед. радиология и радиац. безопасность. 2004. Т. 49, № 2. С. 5–12.
17. Набродов Г.М. Морфофункциональная характеристика печени в условиях отдаленных последствий однократного перорального введения обедненного урана: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2011. 19 с.
18. Обедненный уран. Фактологический бюллетень Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). 2001. № 257, Янв. 257 с.
19. Обедненный уран: источники, выдержки и воздействие на здоровье / ВОЗ / SDE / ПТО / 01.1. Женева, 2001. 6 с. URL: <http://www.strana-rosatom.ru/pdf/rsa95regions.pdf>.
20. Проскурякова Е.Е. Морфофункциональное состояние слизистой оболочки тощей и толстой кишки при однократном пероральном введении водного раствора обедненного урана: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2010. 24 с.
21. Растопшин М. Материал «Б» / Онлайн библиотека PLAM.RU. URL: [http://www.plam.ru/transportavi/tehnika\\_i\\_vooruzhenie\\_2002\\_05/p4.php](http://www.plam.ru/transportavi/tehnika_i_vooruzhenie_2002_05/p4.php).
22. Ратников А.Н., Жигарева Т.Л., Свириденко Д.Г. [и др.]. Поведение <sup>238</sup>U в системе почва–растение // Агроэкологическая безопасность в условиях техногенеза: сб. науч. тр. междунар. симпоз. Казань, 2006. С. 307–311.
23. Степанов Д.С., Воронцова З.А. Морфофункциональное состояние щитовидной железы после однократного перорального введения смешанного оксида обеднённого урана в эксперименте // Вестн. новых мед. технологий. 2010. Т. XVII, № 2. С. 52–53.
24. Тураев Н.С., Жерин И.И. Химия и технология урана. М.: ЦНИИАТОМИНФОРМ, 2005. 407 с.
25. Ушаков И.Б., Березин Г.И., Зуев В.Г. Обедненный уран: радиационные и экологические аспекты безопасности // Воен.-мед. журн. 2003. Т. 324, № 4. С. 56–59.
26. Фофанов В. Урановые боеприпасы: снаряды // Популярная механика. 2003. № 10. С. 78–81.
27. Al-Faluji A.A.R, Ali S.H, Al-Esawi A.A.J. Incidence of cancer in Fallujah above 10 years age with over view of common cancers in 2011 // Health. 2012. N 4. P. 591–596.
28. Alaani S., Tafash M., Busby C. [et al.]. Uranium and other contaminants in hair from the parents of children with congenital anomalies in Fallujah, Iraq // Conflkt and Health. 2011. Vol. 5, N 1. Article N 15.
29. Briner W. The toxicity of depleted uranium // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2010. Vol. 7, N 1. P. 303–313.
30. Durakovic A. On depleted uranium: Gulf war and Balkan syndrome // Croat. Med. J. 2001. Vol. 42, N 2. P. 130–134.
31. Hyams K.C., Wignall F.S., Roswell R. War Syndromes and Their Evaluation: From the U.S. Civil War to the Persian Gulf War // Ann. Intern. Med. 1996. Vol. 125. P. 398–405.
32. Gulf War and Health Volume 1. Depleted Uranium, Sarin, Pyridostigmine Bromide, Vaccines / Eds.: C.E. Fulco, C.T. Liverman, H.C. Sox. Washington: The National Academies Press, 2000. 380 P.
33. Gulf War and Health // National Academy of Sciences (NAS). 2013. Vol. 1–9. URL: <http://www>.

publichealth.va.gov/exposures/gulfwar/reports/instituteofmedicine.asp.

34. Fetter S., Von Hippel F.H. The Hazard Posed by Depleted Uranium Munition // *Science and Global Security*. 1999. Vol. 8, N 2. P. 125–161.

35. McClain D.E., Benson K.A., Dalton T.K., Ejniak J. [et al.]. Health effects of embedded depleted uranium // *Mil. Med.* 2002. Vol. 167, Suppl. 2. P. 117–119.

36. Metal of Dishonor – Depleted Uranium: How the Pentagon Radiates Soldiers & Civilians with DU-Weapons. 2nd edition. International Action Center, 2005. 260 p.

37. Rhodes R. The Making of the Atomic Bomb. New York [et al.] : Published by Simon & Schuster Inc. [et al.], 1986. 886 p.

38. What is Gulf War Syndrome? // *News Medical*. URL: <http://www.news-medical.net/health/What-is-Gulf-War-Syndrome.aspx>.

39. Wessely S., Cohn S. Contextualising Gulf War illness experience: A response to Sriver and Cable // *Social Science & Medicine*. 2008. Vol. 67. P. 1654–1656.

40. Zhu G. Accumulation and distribution of uranium in rats after implantation with depleted uranium fragments // *J. Radiat. Res.* 2009. Vol. 50, N 3. P. 183–192.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 1. P. 46–57.

**Konnova L.A., Kotenko P.K., Artamonova G.K.** Voprosy meditsinskikh i ekologicheskikh posledstviy primeneniya boepripasov, sodержashchikh obednennyi uran (obzor literatury) [Questions of health and environmental impacts of munitions containing depleted uranium (literature review)]

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia

(Russia, 196105, Saint-Petersburg, Moskovskiy Avenue, 149);

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia

(Russia, 194044, Saint-Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2)

Konnova Liudmila Alexseyevna – Dr. Med. Sci., Prof. of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (Russia, 196105, St. Peterburg, Moskovskiy Pr., 149);

Kotenko Petr Konstantinovich – Dr. Med. Sci. Prof., Head of Department of Life Safety, Extreme and Radiation Medicine of Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (Russia, 194044, St. Petersburg, Academica Lebedeva Str., 4/2); e-mail: [medicine@arcern.spb.ru](mailto:medicine@arcern.spb.ru);

Artamonova Galia Kalimulovna – Dr. Jurid. Sci. Prof., Leading Research Associate of Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia (Russia, 196105, St. Petersburg, Moskovskiy Pr., 149).

**Abstract.** An information-analytical review of the open scientific literature devoted to the health and environmental consequences of depleted uranium munitions. We consider the set of possible etiologic factors of Gulf War syndrome, the Balkan syndrome, growth of disorders among residents of affected areas and veterans of these wars. Continuing research into the long-term consequences of the use of munitions containing depleted uranium is required.

**Keywords:** emergency, depleted uranium, depleted uranium munitions, radiobiology, military syndromes, Gulf syndrome, Balkan syndrome.

#### References

1. Afanas'ev R.V., Zuev V.G. Fosfataznaya aktivnost' tkanei organov pishchevareniya pri inkorporatsii obednennogo urana i ee svyaz' s prichinnymi povedencheskimi reaktsiyami [Phosphatase activity of tissues of the digestive system in incorporating depleted uranium and its relationship with the causative behavioral reactions]. *Voенно-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2010. Vol. 331, N 2. P. 75–76. (In Russ.)

2. Afanas'ev R.V., Gerasimov D.V., Terezanov O.Yu., Laptev I.V. Izmenenie kletchnogo sostava perifericheskoi krovi pri odnokratnoi inkorporatsii obednennogo urana v eksperimente [Changing of cell composition in peripheral blood after a single incorporation of depleted uranium in the experiment]. *Voенно-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2012. Vol. 333, N 2. P. 65–67. (In Russ.)

3. Bekman I.N. Uran [Uranium]. Moskva. 2009. 300 p. (In Russ.)

4. Belous D.A. Radiatsiya, biosfera, tekhnologiya [Radiation, biosphere, technology]. Sankt-Peterburg. 2004. 448 p. (In Russ.)

5. Bova A.A., Borisov V.M., Nagornov I.V. Meditsinskie posledstviya ispol'zovaniya obednennogo urana v boepripasakh [Medical consequences of the use of depleted uranium in munitions]. *Voennaya meditsina* [Military medicine]. 2001. N 2. P. 111–112. (In Russ.)

6. Vasilenko I.Ya., Vasilenko O.I. Meditsinskie problemy tekhnogennoy zagryazneniya okruzhayushchei sredy [Medical problems of technogenic pollution]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 2006. N 1. P. 22–25. (In Russ.)

7. Vorontsova Z.A., Zyuzina V.V., Proskuryakova E.E., Nabrodov G.M. Sravnitel'naya kharakteristika otdelov pishchevaritel'noi sistemy pri inkorporatsii obednennogo urana [Comparative characteristics of the digestive system after incorporating depleted uranium]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2010. Vol. KhVII, N 2. P. 50–51. (In Russ.)

8. Vorontsova Z.A., Gureev A.S. Bioeffekty ekzokrinnoi i endokrinnoi parenkhimy organov na obednennyi uran [Bioeffects of depleted uranium on exocrine and endocrine organ parenchyma]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. Seriya Meditsina* [Health & education millennium. Series Medicine]. 2013. Vol. 15, N 1/4. P. 250–252. (In Russ.)

9. Vorontsova Z.A., Narodov G.M., Kosobutskaya S.A., Selyavin S.S. Poliorgannyi effekt obednennogo urana v eksperimente [Multiorgan effects of depleted uranium in the experiment]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2012. Vol. XIX, N 2. P. 397–399. (In Russ.)

10. Grebenyuk A.N., Boyarintsev V.V., Sidorov D.A. Zadachi meditsinskoi sluzhby v oblasti obespecheniya toksikoradiologicheskoi bezopasnosti voennosluzhashchikh [Objectives of medical service in the field of toxic and radiological security for servicemen]. *Voенно-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2009. Vol. 330, N 4. P. 12–16. (In Russ.)
11. Zhuravlev V.F. Toksikologiya radioaktivnykh veshchestv [Toxicology of radioactive substances.]. Moskva. 1990. 336 p. (In Russ.)
12. Kas'yanenko A.A., Kulieva G.A., Ratnikov A.N., Kal'chenko V.A. Deistvie obednennogo urana na sel'skokhozyaistvennye kul'tury [Action of depleted uranium on crops]. *Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya* [Topical issues of ecology and nature management] : collection of scientific works. Moskva. 2004. Issue 6, Part 2. P. 168–171. (In Russ.)
13. Kulieva G.A. Translokatsiya urana-238 iz pochvy v rasteniya (na primere yachmenya) [Translocation of uranium-238 from soil to plants (for example, barley)]: Abstract dissertation PhD Biol. Sci. Moskva. 2004. 24 p. (In Russ.)
14. Kulieva G.A., Kas'yanenko A.A., Ratnikov A.N., Zhigareva T.L. Sel'skokhozyaistvennye rasteniya, kak biologicheskie akkumulyatory obednennogo urana [Agricultural plants as biological storage of depleted uranium]. *Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya* [Topical issues of ecology and nature management] : collection of scientific works. Moskva. 2007. Issue 9, Part 2. P. 4–9. (In Russ.)
15. Loshadkin N.A., Goldenkov V.A., Dikii V.V. [et al.]. Sluchai massovykh zaboлевanii «neynasnoi etiologii»: toksikologicheskie aspekty. Rol' malykh doz fiziologicheski aktivnykh veshchestv [Cases of mass disorders "of unknown etiology": toxicological aspects. The role of small doses of physiologically active substances]. *Rossiiskii khimicheskii zhurnal* (Zhurnal Rossiiskogo khimicheskogo obshchestva imeni D.I. Mendeleeva) [Russian chemical journal (Journal of the Russian Chemical Society n.a. D.I. Mendeleev)]. 2002. Vol. XLVI, N 6. P. 46–57. (In Russ.)
16. Mordashova V.V. Dlitel'nost' postupleniya urana i ego raspredelenie v organakh i tkanyakh cheloveka v zavisimosti ot putei postupleniya [Duration of uranium absorption and distribution in human organs and tissues, depending on the route of entry]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* [Medical radiology and radiation safety]. 2004. Vol. 49, N 2. P. 5–12. (In Russ.)
17. Nabrodov G.M. Morfofunktsional'naya kharakteristika pecheni v usloviyakh otdalennykh posledstviy odnokratnogo peroral'nogo vvedeniya obednennogo urana [Morpho-functional characteristics of the liver in a setting of long-term effects of single oral administration of depleted uranium] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Volgograd. 2011. 19 p. (In Russ.)
18. Obednennyi uran. Faktologicheskii byulleten' Vsemirnoi organizatsii zdravookhraneniya [World Health Organization Fact Sheets] (World Health Organization, WHO). 2001. N 257, January. 257 p. (In Russ.)
19. Obednennyi uran: istochniki, vyderzhki i vozdeistvie na zdorov'e [Depleted Uranium: Sources, Exposure and Health Effects] / World Health Organization, WHO / SDE / PTO / 01.1. Zheneva. 2001. 6 p. URL: <http://www.strana-rosatom.ru/pdf/rsa95regions.pdf>. (In Russ.)
20. Proskuryakova E.E. Morfofunktsional'noe sostoyanie slizistoi obolochki toshchei i tolstoi kishki pri odnokratnom peroral'nom vvedenii vodnogo rastvora obednennogo urana [Morphofunctional state of the mucous membrane of the jejunum and colon after a single oral administration of an aqueous solution of depleted uranium]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Volgograd. 2010. 24 p. (In Russ.)
21. Rastopshin M. Material «B» [Material "B"]. Onlain biblioteka PLAM.RU [Online Library PLAM.RU]. URL: [http://www.plam.ru/transportavi/tehnika\\_i\\_vooruzhenie\\_2002\\_05/p4.php](http://www.plam.ru/transportavi/tehnika_i_vooruzhenie_2002_05/p4.php). (In Russ.)
22. Ratnikov A.N., Zhigareva T.L., Sviridenko D.G. [et al.]. Povedenie 238U v sisteme pochva–rastenie [The behavior of 238U in the soil-plant system]. *Agroekologicheskaya bezopasnost' v usloviyakh tekhnogeneza* [Agroecological security in technogenesis] : Scientific. Conf. Proceedings. Kazan'. 2006. P. 307–311. (In Russ.)
23. Stepanov D.S., Vorontsova Z.A. Morfofunktsional'noe sostoyanie shchitovidnoi zhelezy posle odnokratnogo peroral'nogo vvedeniya smeshannogo oksida obednennogo urana v eksperimente [Morphofunctional state of the thyroid gland after a single oral administration of mixed oxide depleted uranium in the experiment]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of New Medical Technologies]. 2010. Vol. XVII, N 2. P. 52–53. (In Russ.)
24. Turaev N.S., Zherin I.I. Khimiya i tekhnologiya urana [Chemistry and technology of uranium]. Moskva. 2005. 407 P. (In Russ.)
25. Ushakov I.B., Berezin G.I., Zuev V.G. Obednennyi uran: radiatsionnye i ekologicheskie aspekty bezopasnosti [Depleted uranium: radiation and environmental safety aspects]. *Voенно-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2003. Vol. 324, N 4. P. 56–59. (In Russ.)
26. Fofanov V. Uranovye boepripsy: snaryady [Uranium munitions: shells]. *Populyarnaya mekhanika* [Popular Mechanics]. 2003. N 10. P. 78–81. (In Russ.)
27. Al-Faluji A.A.R., Ali S.H., Al-Esawi A.A.J. Incidence of cancer in Fallujah above 10 years age with over view of common cancers in 2011. *Health*. 2012. N 4 (9). P. 591–596.
28. Alaani S., Tafash M., Busby C. [et al.]. Uranium and other contaminants in hair from the parents of children with congenital anomalies in Fallujah, Iraq. *Conflikt and Health*. 2011. Vol. 5, N 1. Article N 15.
29. Briner W. The toxicity of depleted uranium. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2010. Vol. 7, N 1. P. 303–313.
30. Durakovic A. On depleted uranium: Gulf war and Balkan syndrome. *Croat. Med. J.* 2001. Vol. 42, N 2. P. 130–134.
31. Hyams K.C., Wignall F.S., Roswell R. War Syndromes and Their Evaluation: From the U.S. Civil War to the Persian Gulf War. *Ann. Intern. Med.* 1996. Vol. 125. P. 398–405.
32. Gulf War and Health Volume 1. Depleted Uranium, Sarin, Pyridostigmine Bromide, Vaccines / Eds.: C.E. Fulco, C.T. Liverman, H.C. Sox. Washington : The National Academies Press. 2000. 380 P.
33. Gulf War and Health. National Academy of Sciences (NAS). 2013. Vol. 1–9. URL: <http://www.publichealth.va.gov/exposures/gulfwar/reports/instituteofmedicine.asp>.
34. Fetter S., Von Hippel F.N. The Hazard Posed by Depleted Uranium Munition. *Science and Global Security*. 1999. Vol. 8, N 2. P. 125–161.
35. McClain D.E., Benson K.A., Dalton T.K., Ejni J. [et al.]. Health effects of embedded depleted uranium. *Mil. Med.* 2002. Vol. 167, Suppl. 2. P. 117–119.
36. Metal of Dishonor – Depleted Uranium: How the Pentagon Radiates Soldiers & Civilians with DU-Weapons. 2nd edition. International Action Center. 2005. 260 p.

37. Rhodes R. The Making of the Atomic Bomb. New York [et al.]: Published by Simon & Schuster Inc. [et al.]. 1986. 886 p.
38. What is Gulf War Syndrome? News Medical. URL: <http://www.news-medical.net/health/What-is-Gulf-War-Syndrome.aspx>.
39. Wessely S., Cohn S. Contextualising Gulf War illness experience: A response to Sriver and Cable. *Social Science & Medicine*. 2008. Vol. 67. P. 1654–1656.
40. Zhu G. Accumulation and distribution of uranium in rats after implantation with depleted uranium fragments. *J. Radiat. Res.* 2009. Vol. 50, N 3. P. 183–192.
- Received 05.09.2014

---

---

**Продолжение библиографического списка журнальных статей**

(начало на стр. 21, 35)

- Тюрин Е.А., Говорунов И.Г., Шишкина О.Б., Ерёмченко Е.Н. Разработка алгоритма оценки биологических угроз методами неогеографии // Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие. 2012. Т. 7, № 1. С. 72–81.
- Удовиченко С.К., Топорков А.В., Карнаухов И.Г. [и др.]. Оценка внешних и внутренних угроз санитарно-эпидемиологическому благополучию населения в условиях проведения массовых спортивных мероприятий // Пробл. особо опасных инфекций. 2013. № 2. С. 26–32.
- Удовиченко С.К., Топорков А.В., Карнаухов И.Г. [и др.]. Оценка потенциальной эпидемической опасности международных массовых мероприятий по актуальным инфекционным болезням // Пробл. особо опасных инфекций. 2013. № 3. С. 29–39.
- Шуралев Э.А. Мультиплексная иммуноферментная хемилюминесцентная тест-платформа для индикации биопатогенов в организме // Нар. хозяйство. Вопр. инновационного развития. 2012. № 1. С. 258–261.
- Яхихажиев С.К., Кудрявцев Б.П., Яковенко Л.М. Анализ факторов, влияющих на развитие гнойно-воспалительных осложнений при открытых переломах костей конечностей в чрезвычайных ситуациях // Медицина катастроф. 2011. № 4. С. 15–17.

**Социальные риски**

- Бакланов В.Н., Федянин В.И., Яковлев О.В. Информационный риск в системах предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Информация и безопасность. 2010. Т. 13, № 1. С. 29–32.
- Востоков В.Ю., Минаева Я.В., Чясновичус Ю.К. К вопросу определения экономического эквивалента стоимости жизни среднестатистического человека // Пробл. управления рисками в техносфере. 2010. Т. 16, № 4. С. 74–84.
- Ибрагимов К.Р., Ремизов В.А. Социальные риски и прогнозирование чрезвычайных ситуаций в общественной жизни // Науч. и образоват. пробл. гражд. защиты. 2010. № 2. С. 65–69.
- Калина Е.С. Административные правонарушения, связанные с чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер. Право. 2013. Т. 13, № 1. С. 8–89.
- Палеева Н.Н. Ценности и ситуации риска // Психология и психотехника. 2012. № 11. С. 50–57.
- Плошкин В.В., Малышева Н.В. Источник опасности и опасные явления в социальной среде // Соц. политика и социология. 2012. № 4 (82). С. 75–84.
- Россихина Л.В. Оценка уровня риска чрезвычайной ситуации криминального характера в уголовно-исполнительной системе // Вестн. Воронеж. ин-та МВД России. 2012. № 4. С. 148–154.
- Шапошников А.С. Оценка риска чрезвычайных ситуаций, связанных с особенностями территории и массовым пребыванием людей // Технологии техносферной безопасности : электрон. журн. 2010. № 1. 6 с.
- Шойгу Ю.С., Пыжьянова Л.Г. Оценка социально-психологических факторов риска и оперативное прогнозирование неблагоприятных социально-психологических последствий в чрезвычайных ситуациях федерального характера // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2011. № 3. С. 87–92.
- Шойгу Ю.С., Пыжьянова Л.Г. Прогнозирование и управление социально-психологическими рисками во время чрезвычайной ситуации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14: Психология. 2011. № 4. С. 76–83.
- Яницкий О.Н. Солидарность в условиях катастроф: некоторые проблемы теории // Социол. ежегодник. 2013. Гл. 3. Т. 2012. С. 213–231.
- Яруллина Л.Р., Халитова Н.Н. Безопасность личности как социально-психологическая проблема // Вестн. НЦБЖД. 2014. № 1 (19). С. 56–60.

Составитель проф. В.И. Евдокимов