О.П. Гундарова[1], Н.В. Маслов[1], В.П. Федоров[2], А.Г. Кварацхелия[1]

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

[1]ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. нормальной анатомии человека; [2]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры» Минспорта России, каф. медико-биологических дисциплин

Резюме. Проанализированы литературные и собственные данные о влиянии Чернобыльской радиационной аварии на экологию и здоровье ликвидаторов и населения. Отмечено, что за 30 лет после аварии основная задача– минимизация ущерба здоровью населения была выполнена. Авария на ЧАЭС не повлекла серьезных нарушений в объектах живой природы. Но со временем обеспокоенность общества последствиями аварии только увеличивалась что предопределило долговременный характер работ по социально-психологической реабилитации ликвидаторов и населения. В локализации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС приняли участие более 1000 членов экипажей военной вертолетной авиации, получивших дозы облучения от 0,05 до 0,5 Гр. Впострадиационномпериоде у вертолетчиков наблюдался значительный рост психоневрологических заболеваний. Это связано не только с внешним, но и с внутренним облучением, а также с психогенными факторами и неблагоприятными социально-гигиеническими условиями жизни ликвидаторов. Экспериментальные исследования на животных облученных в дозах сопоставимых с полученными ликвидаторами показали отсутствие значимых органических изменений в головном мозге, но в тоже время определенную нестабильность в структурно-функциональной организации нейронов, которая при определенных условиях может служить фоном для развития патологических состояний.

Ключевые слова: Чернобыльская радиационная авария, ликвидаторы последствий аварии, влияние последствий аварии на экологию и здоровье населения, головной мозг и радиация.

Основные итоги научных исследований по ядерной проблеме Века доложены на ряде конференций, посвященных 30-летию со дня аварии на Чернобыльской АЭС. Отмечено, чтона протяжении всех 30 лет прошедших после аварии проводилась работа по ликвидации ее последствий и основная задача – минимизация ущерба здоровью населения была выполнена. Чернобыльская радиационная авария не привела к серьезным изменениям в состоянии объектов живой природы, но введениеадминистративными органами многочисленных ограниченийзначительно повлияло на условия жизни людей [4, 5, 9, 16, 17]. На радиационно загрязненных территориях социально-экономическая ситуация усугублялась сложной психологической обстановкой, обусловленной спецификой восприятия населением факторов радиационного воздействия и степени их реального влияния на здоровье [1, 2, 10, 18]. Предпринятые в первые послеаварийные годызапретительные и ограничительные меры противоречилисложившемуся за многие годы укладу жизни. Конечно эти меры обеспечили эффективное снижение доз внутреннего облучения людей, особенно в 1986–1989 гг., но продление этих запретов и ограничений только способствовала формированию среди населения неадекватного восприятия реальных последствий аварии и повышению социально-психологической напряженности. При мониторингесостояния здоровья населения и ликвидаторов, дозиметрическом

мониторинге территорий, загрязненных радионуклидами, и радиационно-эпидемиологического анализа полученных данных значительно расширились наши знания о биологических и экологических эффектах малых доз ионизирующего излучения, однако на ряд вопросов ответы еще не получены. Сведения о состоянии здоровья населения, проживающего на радиационно загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территориях, обобщены в Российском Национальном докладе [9]. Такустановлено, что показатели смертности среди ликвидаторов и жителей, радиационно загрязненных регионов России находятся в пределах соответствующих значений для населения страны в целом. За время, прошедшее после 1986 г. тысячи работников, принимавших участие в ликвидации последствий аварии, а также людей, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях, умерли по естественным причинами и, видимо, с этим связана неадекватная оценка числа пострадавших из-за аварии на ЧАЭС.Это подтверждает анализ данныхо состоянии здоровья населения, проживающего на загрязненных территориях,накопленных Национальным регистром (НРЭР) за длительный период наблюдений [5].

В основном на ликвидаторов воздействовало внешнее радиационное облучение, обусловленное гамма-излучением выпавших на почву и поверхности зданий радионуклидов. При этом дозиметрический контроль в зоне аварии был начат только через несколько месяцев [8]. Зарегистрированная дозавнешнего облучения ликвидаторов в 1986 г. была значительно ниже установленного допустимого предела дозы (250 мГр), и только у 5% ликвидаторов этот предел был превышен. Основная часть радиационной нагрузкиу ликвидаторов формировалась как при выполнениинеобходимыхдля минимизации последствий аварии работ, но и при проведении неоправданных операций, например, полная дезактивация города Припять, крыши здания реактора и т.п. [8]. Средняя доза внешнего радиационного облучения ликвидаторов последствий аварии с 1986 по 1990 гг., составила 107 мГр. Это ниже предела дозы для ликвидаторов установленного на 1986 г. и полностью укладывается в рекомендуемые МКРЗ и МАГАТЭ нормативы допустимого облучения людей, привлекаемых к проведению противоаварийных мероприятий [6, 12, 22]. В тоже время у вертолетчиков, принимавших участие в ликвидации аварии выявлен ряд заболеваний, среди которых значительное место занимают психические и неврологические нарушения, что превышает показатели контрольной группы вертолетчиков более чем в 5 раз [4, 13, 19]. Причина и патогенез заболеваний нервной системы у ликвидаторов до настоящего времени не установлены. Порой органические изменения нервной системы трактуются как функциональные и наоборот, а нередко жалобы ликвидаторов расцениваются специалистами как проявление установок на получение льгот или отражение радиофобии [2, 10, 14]. Конечнорадиационный контроль у вертолетчиков соблюдался, но тем не менее, нейропсихические заболевания у них являются ведущей причиной инвалидности и с возрастом заболеваемостьтольконарастала. В связи с этим необходимо было выполнить в этом направлениияряд фундаментальных исследований, отдифференцировав влияние

факторов нерадиационной природы и проявления радиофобии [2, 13, 15].Для ликвидаторов аварии на ЧАЭС характернарезистентность к традиционной терапии, чтосвидетельствует о наличии органических изменений в ЦНС и невозможности полного функционального восстановления организма. Однако прямых доказательств исследователи не приводят, хотя необходимость этого была определена еще в первой программе (С.27), направленной на ликвидацию последствий Чернобыльской аварии. Выявить наиболее критические мишени,доза-временные зависимости для ионизирующего излучения, и проследить все стадии изменений в ранние и отдаленные срокивозможно только в экспериментах на животных. При этом можно исключить влияние сопутствующих факторов, в том числе психогенные травмы, инкорпорацию радионуклидов и использовать методики, неприемлемые для человека с последующей экстраполяцией на него полученных данных [11, 13,19, 21].

Проведенные намиэкспериментальные исследования на животных, облученных в дозах, сопоставимых с полученными ликвидаторами [4, 11, 13, 19, 20] показали, что нервная система обладает высокой морфофункциональной чувствительностью к малым внешним радиационным воздействиям. Нервные клетки различных отделов головного мозга реагируют на ионизирующее излучение однотипными изменениями, которые не являются специфическими, а возникают в ЦНС при различных патогенных воздействиях. Все изменения имеют волнообразныйхарактер не имеютлинейной дозовой или временной зависимости, а также зависимости от мощности дозы и режима облучения. При изученных дозах и сроках пострадиационного периода преобладали изменения, отражающие варианты функциональной активности нейронов. Это совокупность конформационных, метаболических и пролиферативных изменений внутриклеточных биополимеров цитомембран, которые, с одной стороны, превышают объем физиологической изменчивости, а с другой – не достигают уровня типовых патологических изменений. Количество нейронов с деструктивными изменениями увеличивалось только в конце жизни животных.Вокруг таких нейроновпроисходит гиперплазия нейроглии, а на месте клеточных теней наблюдается ее скопления, образующие своеобразные нейроглиальные розетки. Однако в пострадиационном периоде нейрон-глиальные отношения, видимо, не играют значимой роли в реакции нейронов различных отделов головного мозга на малые дозы ионизирующего излучения[4, 13, 14, 19].

Более выраженные изменения наблюдались в сенсомоторной коре и коре мозжечка и более лабильными оказались при самой малой исследованной дозе гамма облучения – 10 сГр. Видимо при меньших дозах эффект раздражения преобладает над ионизацией. Наибольшей чувствительностью отличались структуры нейронов, имеющих отношение к синтезу белка (ядра, ядрышки). При этом содержание белка в нервных клетках к концу пострадиационного периодапри всех режимах облучения снижалось. Математическом моделирование подтвердило, что динамика нейроморфологических показателей при гамма облучении в малых дозах имеют нелинейный характер со слабой корреляционной связью между эффектом и такими

факторами как доза, время после воздействия, а также совместное влияние дозы и времени. Совместное влияние дозы и прошедшего после облучения времени, как правило, нивелировало церебральные эффекты. В связи с этимбольшинство нейроморфологических показателей не имело существенных различий в начальных и конечных значениях доза-временных параметров, а изменения в большей степени отличались при их средних значениях. Динамика нейроморфологических показателей головного мозга свидетельствует о том, что ионизирующее излучение в малых дозах приводит в ряде случаев к разнонаправленным эффектам, снижая одни показатели и повышая другие, что свидетельствует о риске увеличения неблагоприятных эффектов. Вероятно, что, наряду с внешним облучением и психогенными факторами, влияющими на структуру заболеваемости у ликвидаторов радиационной аварии, надо учитывать и инкорпорирование в их организм долго живущих радионуклидов [8, 12].

Расчетные значения средних эффективных доз, полученных населением как за счет внешнего, так и за счет внутреннего облучения за период 1986–2005 гг. составили около 35 мГр для эвакуированных лиц и 3,5 мГр для жителей четырех наиболее загрязненных регионов России [2, 5, 9]. За двадцать лет наблюдений средняя доза облучения жителей четырех областей составила 0,17 мГр/год, что согласно НРВ-2009/99в шесть раз ниже допустимой дозы облучения для населения. Даже в Брянской области для большинства населенных пунктов вклад чернобыльской составляющей не являлся преобладающим в общей структуре облучения населения.Динамика заболеваемости населения РФ, ЦФО, Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областям с 1992 по 2009 гг. свидетельствует о том, что значимых различий в показателях первичной заболеваемости в целом не отмечается.Не установленозначимых изменений показателей первичной заболеваемости и в шести наиболее пострадавших районов Брянской области по сравнению со средними областными данными. При этом смертность населения и ликвидаторов от рассматриваемых причин смерти не превышаласреднего российского уровня. Проанализирована динамика стандартизованного отношения смертности (SMR) ко всем причинам смерти в когорте ликвидаторов, ав качестве контроля использовались опубликованные ВОЗ показатели смертности для мужского населения в России,. Установлено, что с 1992 по 1996 гг. SMR был ниже контроля и значения этого показателя изменялись с 0,73 до 0,89. После 1997 г. значение SMR возросло, но статистически значимо не превысило единицы.

Малые дозы ионизирующего излучения не вызывали появления каких-либо новых заболеваний, но,видимо, способствовали развитию заболеваний, наблюдающихся и у необлученных пациентов. При облучении в малых дозах нарушения здоровья носят вероятностный характер и принять решение в отношении конкретного пациента затруднительно. В тоже время при больших дозах облучения можно достаточно уверенно говорить о причинно-следственной связи возникновения заболеваний.Отсутствие опыта привело к тому, что в первые годы после аварии практически все заболевания у ликвидаторов 1986–1987 гг. МЭС связывали с

последствиями Чернобыльской радиационной аварии. Однако при последующем переосвидетельствовании ликвидаторов по всем классам заболеваний число положительных решений, за исключением новообразований, существенно уменьшилось[1, 3]. Надо учитывать, что деятельность МЭС была сопряжена с объективными трудностями:с одной стороны высокой мотивированностью лиц, претендующих на установление связи заболевания с радиацией, а с другой стороны невозможностью опровержения связи между радиационным воздействием и реально обнаруженным у человека заболеванием. Положение усугублялось еще и возрастными изменениями у ликвидаторов и населения радиоактивно загрязненных территорий. Примечательно, что по ряду показателей состояние здоровья населения, пострадавшего от аварии на ЧАЭС не отличается от всей популяции Республики Беларусь, а в Республике Молдова обнаруженные у ликвидаторов последствия аварии на ЧАЭС были относительно схожи с результатами исследований 1992–1999 гг. [13, 15, 19]. Большой интерес в плане отдаленных последствий влияния Чернобыльской аварии на ликвидаторов и населения из чернобыльской зоны представляет работа [7]«Медицинский «Чернобыль» в Израиле – через 30 лет после катастрофы». Автор отмечает, что с конца 80-х, начала 90-х годов прошлого столетия множество жителей из районов, связанных с Чернобыльской аварией, оказались в Израиле. Средняя индивидуальная доза для всех участников ликвидации последствий аварии в 1986–1987 гг. принята равной 100 мГр. Такое облучение не ведет к патологическим последствиям, требующим медицинского вмешательства. Однако сформированная журналистами массовая негативная информация способствует углублению и появлению психологических травм у многих чернобыльцев, что получило название «чернобыльский синдром». При формировании такого явления радиационный фактор играет меньшую роль, чем постановления, действия и слова чиновников, журналистов и других публичных людей, не являющихся специалистами в области радиационной биологии, радиационной экологии и не имеющих к никакого отношения к клинической медицине. В Израиле анализ состояния здоровья участников ликвидации последствий аварии не выявил взаимосвязи между полученной дозой облучения и причинами смерти ликвидаторов. Уровень смертности был ниже среднего уровня смертности мужчин всех возрастов Украины, Беларуси и России, а структура смертности соответствует таковой для мужчин трудоспособного возраста названных стран. Вместе с тем В.И. Легеза [6] считает, что с проблемой «Чернобыльского синдрома» связано «ускоренное старение» организма. Однако связь между поглощенной дозой излучения и описанным феноменомне установлена, что свидетельствует о преимущественной роли не лучевых факторов в его этиологии. Косвенно это подтверждается тем, что основной причиной ранней смертности ликвидаторов явилось прогрессирование сердечно-сосудистой и цереброваскулярной патологии, не имеющих доказанной патогенетической связи с радиационным воздействием. В докладе Чернобыльского форума 2005 г. отмечалось, что наиболее серьезной медико-социальной проблемой, вызванной аварией на ЧАЭС, являются ее

последствия для психического здоровья населения. Характер социально-психологических последствий связан не только с самой аварией и непосредственной угрозой для здоровья людей, но и с принимавшимися решениями по защите населения и последующей реабилитации территорий. Одной из главных факторов возникновения эмоционального стресса явились ошибки государственной информационной политики: неполное информирование на начальных стадиях аварии (1986 г.) и последующее избыточное неадекватное информирование (1989–1991г.) населения об условиях безопасного проживания на территориях, подвергшихся радиационному воздействию. В большей степени это стало проявлением реакции общества на связанные с Чернобыльской аварией управленческие решения, которые повлияли на жизни миллионов людей. В 1991 году были приняты законы, касающиеся социальной защиты граждан. Было признано, что радиационному воздействию вследствие Чернобыльской аварии на территории России подверглось более 2 млн. человек, а обеспокоенность общества последствиями аварии со временем только увеличивалась. Это свидетельствует о долговременном характеремероприятий по социально-психологической реабилитации населения.

Литература.

1. Алексанин С.С. Патогенетические закономерности формирования соматической патологии после радиационных аварий в отдаленном периоде / С.С. Алексанин // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2008. – Т. 23, № 3. – С. 10–13.

2. Гуськова А.К. Радиация и мозг человека / А.К. Гуськова // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2001. – Т. 46, № 5. – С. 47–55.

3. Гуськова А.К. Основные итоги и источники ошибок в установлении радиационного этиопатогенеза неврологических синдромов и симптомов / А.К. Гуськова // Журнал неврологии и психиатрии. – 2007.– № 12.– С. 66–70.

4. Гундарова О.П. Оценка психоневрологического статуса ликвидаторов радиационных аварий / О.П. Гундарова, В.П. Федоров, Р.В. Афанасьев, В.Г. Зуев – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012. – 232 с.

5. Иванов В.К. Медицинские радиологические последствия Чернобыля для населения России. Оценка радиационных рисков / В.К. Иванов, А.Ф. Цыб // Медицинская радиология и радиационная защита.– 2003.– Т.48,№ 6.– С. 74.

6. Легеза В.И. Основные направления медицинской защиты участников ликвидации последствий радиационных аварий в ближайшие и отдаленные сроки / В.И. Легеза, В.М. Резник // Медицинские радиологические последствия Чернобыля: фактические данные спустя 30 лет. – Обнинск, 2016. – С.78.

7. Лясс Ф. Медицинский «Чернобыль» в Израиле – через 30 лет после катастрофы / Ф. Лясс // Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет. – Обнинск, 2016. – С. 85.

8. Мастрюков А.А. Ядерная катастрофа века / А.А. Мастрюков, В.П. Федоров.– Воронеж: «Научная книга», 2016. – 410 с.

9. Российский Национальный Доклад 25 лет Чернобыльской аварии. Итоги и перспективы преодоления ее последствий в России 1986–2011 / Под общей редакцией С.К. Шойгу, Л.А. Большова. – Москва, 2011. – 160 с.

10. Румянцева Г.М. Психическая дезадаптация участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС / Г.М. Румянцева, О.В. Чинкина, Т.М. Левина // Русский медицинский журнал.– 1998.– Т.1, № 1. – С. 23–28.

11. Сгибнева Н.В. Пластичность нейронов сенсомоторной коры при повышенном радиационном фоне / Н.В. Сгибнева, В.П. Федоров, О.П. Гундарова, Н.В. Маслов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2017. – Т.62, № 1. – С. 20–25.

12. Ушаков И.Б. Экология человека после Чернобыльской катастрофы: радиационный экологический стресс и здоровье человека / И.Б. Ушаков, Н.И. Арлащенко, С.К. Солдатов, В.И. Попов. – М.-Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001.– 723 с.

13. Ушаков И.Б. Малые радиационные воздействия и мозг / И.Б. Ушаков, В.П. Федоров. – Воронеж: «Научная книга», 2015. – 536 с.

14. Ушаков И.Б. Механизмы развития церебральных эффектов при малых радиационных воздействиях / И.Б. Ушаков, В.П. Федоров // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2017. – Т.37,№2. – С.211–212.

15. Ушаков И.Б. Радиационная безопасность авиационных специалистов при ликвидации последствий чернобыльской аварии / И.Б. Ушаков, В.П. Федоров // Сборник статей международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017». – Севастополь, 2017. – С.1403–1406.

16. Ушаков И.Б. Экологические и медико-социальные последствия Чернобыльской аварии / И.Б. Ушаков, В.П. Федоров // Сборник статей международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017». – Севастополь, 2017. – С.1400–1403.

17. Ушаков И. Б. Церебральные эффекты у ликвидаторов последствий Чернобыльской радиационной аварии / И.Б. Ушаков, В.П. Федоров // Человек и электромагнитные поля: Сборник докладов V Международной конференции. – Саров, 2017. – С.431–440.

18. Федоров В.П. Психоневрологический статус ликвидаторов радиационных аварий / В.П. Федоров, О.П. Гундарова, Н.В. Маслов // Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды: Матер. междунар. конф. (Биорад, 2014). – Сыктывкар, 2014. – С. 258–262.

19. Федоров В.П. Церебральные эффекты у ликвидаторов Чернобыльской аварии: монография / В.П. Федоров, И.Б. Ушаков, Н.В. Федоров. –LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2016. – 390 с.

20. Федоров В.П. Моделирование радиоцеребральных эффектов у авиационных специалистов при ликвидации последствий Чернобыльской аварии / В.П. Федоров, А.Н. Асташова // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2017. – Т.59, №3. – С. 149–151.

21. Федоров В. П. Радиационные риски вертолетчиков, участвующих в ликвидации последствий чернобыльской радиационной аварии / В.П. Федоров, Н.В. Маслов, Н.В. Сгибнева, О.П. Гундарова // Морфология – физической культуре, спорту, клинической и авиационно-космической медицине:материалыVВсероссийской научной конференции. – Москва: МГАФК. – С.231–236.

22. Федоров В.П. Радиационные риски вертолетчиков при ликвидации Чернобыльской радиационной аварии / В.П. Федоров, И.Б. Ушаков, А.Н. Асташова // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: сборник научных статей VI Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2017. – С. 118–124.

23. Федоров В.П. Работоспособность и здоровье профессионалов в чрезвычайных ситуациях радиационной аварии / В.П. Федоров, А.Н.Асташова, Е.Н. Семенов // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе: сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2017. – С.363–373.

Abstract.

***O.P. Gundarova*[1]*, N.V. Maslov*[1]*, V.P. Fyodorov*[1]*, A.G. Kvaratskheliya*[1]**

Ecological and hygienic assessment of consequences of Chernobyl radiation accident

[1]*Voronezh State Medical University;* [2]*Voronezh State Institute of Physical Culture*

Summary. The authors analyze the literature and their own data on the impact of the Chernobyl radiation accident on the ecology and health of liquidators and the population. It is noted that for 30 years after the accident, the main task – to minimize damage to public health was performed. The accident at Chernobyl did not cause major changes in the status of objects of wildlife. However, over time, public concern about the consequences of the accident did not decrease, but only increased. This largely determined the long-term nature of work on the socio-psychological rehabilitation of liquidators and the population.Localization of consequences of the Chernobyl disaster was attended by more than 1,000 crew

members of a military helicopter aviation. Doses of external irradiation of liquidators ranged from 0.05 to 0.5 Gy, the duration of stay in the zone with an increased level of contamination by nuclear fission products up to 10 days. In the post radiation period, the helicopter was observed a significant increase in neuropsychiatric diseases. It is connected not only with external, but also with internal irradiation, as well as with psychogenic factors and unfavorable social and hygienic living conditions of liquidators. Experimental studies on animals irradiated in doses comparable to the obtained liquidators showed the absence of significant organic changes in the brain, but at the same time a certain instability in the structural and functional organization of neurons, which under certain conditions can serve as a background for the development of pathological conditions.

Keywords: Chernobyl radiation accident, liquidators of consequences of accident, impact of consequences of accident on ecology and health of the population, brain and radiation.

References.

1. Aleksanin S.S. Pathogenetic laws of formation of somatic pathology after radiation accidents in the distant period / S.S. Aleksanin // Bulletin of the Russian military medical Academy. – 2008. – Vol. 23, № 3. – P. 10–13.

2. Guskova A. K. Radiation and the human brain / A. K. Guskova // Meditsinskaya radiologiya I Radiatsionnaya Bezopasnost'. – 2001. – Vol. 46, №. 5. –P. 47–55.

3. GuskovaA. K.The main results and sources of errors in the establishment of radiation etiopathogenesis of neurological syndromes and symptoms / A. K. Guskova// Journal of Neurology and Psychiatry. – 2007.– № 12.– P. 66–70.

4. GundarovaO.P. Assessment of neuropsychiatric status of the liquidators of radiation accidents / O.P. Gundarova, V.P. Fyodorov, R.V. Afanas'ev, V.G. Zuev. – Voronezh: Nauchnaya kniga, 2012. – 232 p.

5. Ivanov V. K. Medical radiological consequences of the Chernobyl accident for the population of Russia. Radiation risk assessment / V. K. Ivanov, A. F. Tsyb // Medical radiology and radiation protection. – 2003. – Vol. 48, № 6. – P. 74.

6. Legeza V.I. The basic directions of health protection of participants of liquidation of consequences of radiation accidents in the early and late periods / V.I. Legeza, V. M. Reznik // Medical radiological consequences of Chernobyl: evidence after 30 years. – Obninsk, 2016. – P. 78.

7. Lyass F. Medical "Chernobyl" in Israel – 30 years after the disaster / F. Lyass // medical radiological consequences of Chernobyl: forecast and actual data after 30 years. – Obninsk, 2016. – P. 85.

8. Mastryukov A. A. Nuclear disaster of the century / A. A. Mastryukov, V. P. Fyodorov. Voronezh: "Nauchnaya kniga", 2016. – 410 p.

9. The Russian national Report 25 years after the Chernobyl accident. Results and prospects of overcoming its consequences in Russia 1986–2011 / Under the General editorship of Sergei Shoigu, L. A. Bolshov. – Moscow, 2011. – 160 p.

10. Rumyantseva G. M. Mental disadaptation of participants of liquidation of the Chernobyl accident / G. M. Rumyantseva // Russian medical journal. – 1998. – Vol. 1, No. 1. – P. 23–28.

11. Sgibneva N. V. Plasticity of sensory motor cortex neurons with increased background radiation / N. V. Sgibneva, V. P. Fyodorov, O. P. Gundarova, N. V. Maslov // Medical radiology and radiation safety. – 2017. – Vol. 62, № 1. – P. 20–25.

12. Ushakov I. B. Human Ecology after the Chernobyl disaster: radiation, environmental stress and human health / I. B. Ushakov, N. I. Arlashchenko, S. K. Soldatov, V. I. Popov. – Voronezh: Voronezh state University, 2001. – 723 p.

13. Ushakov I. B. Small radiation exposure and brain / I. B. Ushakov, V. P. Fyodorov. – Voronezh: "Nauchnaya kniga", 2015. – 536 p.

14. Ushakov I. B. Mechanisms of development of cerebral effects at low radiation exposure / I. B. Ushakov, V. P. Fyodorov // Bulletin of the Russian military medical Academy. – 2017. – Vol. 37, № 2. – P. 211–212.

15. Ushakov I. B. Radiation safety of aviation specialists in the aftermath of the Chernobyl accident / I. B. Ushakov, V. P. Fyodorov // Collection of articles of the international scientific and practical conference "Environmental, industrial and energy security–2017". – Sevastopol, 2017. – P. 1403–1406.

16. Ushakov I. B. Ecological and medico-social consequences of the Chernobyl accident / I. B. Ushakov, V. P. Fyodorov // Proceedings of the international scientific-practical conference "Environmental, industrial and energy security – 2017". – Sevastopol, 2017. – P. 1400–1403.

17. Ushakov I. B. Cerebral effects in the liquidators of the Chernobyl radiation accident / I. B. Ushakov, V. P. Fyodorov // Man and electromagnetic fields: a Collection of papers of the V International conference. – Sarov, 2017. – P. 431–440.

18. Fyodorov V. P. Psychoneurological status of liquidators of radiation accidents / V. P. Fyodorov, O. P. Gundarova, N. V. Maslov // Biological effects of small doses of ionizing radiation and radioactive pollution: mater. internationalconf. (BioRad, 2014). – Syktyvkar, 2014. – P. 258–262.

19. Fyodorov V. Cerebral effects in liquidators of the Chernobyl accident / V. Fyodorov, I. Ushakov, N. Fyodorov. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 390 p.

20. Fyodorov V. P. Modeling of radio-cerebral effects in aviation specialists in the aftermath of the Chernobyl accident / V. P. Fyodorov, A. N. Astashova // Bulletin of the Russian military medical Academy. – 2017. – Vol. 59, № 3. – P. 149–151.

21. Fyodorov V. P. Radiation risks of the helicopter pilots participating in liquidation of consequences of the Chernobyl radiation accident / V. P. Fyodorov, N. V. Maslov, N. V. Sgibneva, O. P. Gundarova // Morphology-physical culture, sports, clinical and aerospace medicine: proceedings of the V all-Russian scientific conference. – Moscow: MSAPC. – P. 231–236.

22. Fyodorov V. P. Radiation risks of helicopter pilots in the liquidation of the Chernobyl radiation accident / V. P. Fyodorov, I. B. Ushakov, A. N. Astashova // Medical-biological and pedagogical basis of adaptation, sports activities and healthy lifestyle: collection of scientific articles VI international scientific and practical conference. – Voronezh: Nauchnaya kniga, 2017. – P. 118–124.

23. Fyodorov V. P. Health and health professionals in emergency situations a radiological accident / V. P. Fyodorov, A. N. Astashova, E. N. Semenov // Physical culture, sport and health in modern society: collection of scientific articles of all-Russian scientific-practical conference. – Voronezh: Nauchnaya kniga, 2017. – P. 363–373.

Сведения об авторах: Гундарова Ольга Петровна – ассистент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им.Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Маслов Николай Владимирович – кандидат медицинских наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им.Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Федоров Владимир Петрович – доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры»Минспорта России, каф. медико-биологических дисциплин; Кварацхелия Анна Гуладиевна – кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им.Н.Н. Бурденко» Минздрава России, г.Воронеж, Россия, anna_kvar_83@mail.ru