

2. Динамика факторов риска среди подростков / О. К. Лосева [и др.] // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. Сер. мед. наук. — 2001. — № 5. — С. 26–27.
3. Оценка информированности педиатров о факторах формирующих здоровье детей Крайнего Севера / С. А. Токарев [и др.] // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. Сер. Мед. наук. — 2007. — № 3. — С. 29–30.
4. Особенности поведенческих рисков, связанных со здоровьем, среди подростков трех регионов РФ / В. Н. Касаткин [и др.] // Школа здоровья. Сер. мед. наук. — 2000. — № 3. — С. 5–15.
5. Осипчик, С. Белорусских школьников будут тестировать на наркотики / С. Осипчик // Информационный портал газеты «Светлогорский бизнес» [Электронный ресурс]. — 2012. — Режим доступа: <http://www.sv-biznes.info/allnews/54589/>. — Дата доступа: 29.03.12.
6. Скворцова, Е. С. О некоторых факторах риска здоровья подростков и организации их мониторинга в Российской Федерации / Е. С. Скворцова // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. Сер. мед. наук. — 1998. — № 4. — С. 20–24.
7. Сухарев, А. Г. Научное обоснование системы социально-гигиенического мониторинга детского и подросткового населения / А. Г. Сухарев // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. Сер. мед. наук. — 1999. — № 1. — С. 11–14.
8. Швецова, Л. Факторы, влияющие на состояние психического здоровья школьников / Л. Швецова // Библиотека статей о здоровом образе жизни [Электронный ресурс]. — 2007. — Режим доступа: <http://besthealth.spb.ru/?p=32>. — Дата доступа: 08.12.07.
9. Усанова, Е. П. Современные подходы к формированию здоровья детей в образовательных учреждениях / Е. П. Усанова // Школа здоровья. Сер. мед. наук. — 1998. — № 3-4. — С. 81-87.

Поступила 10.05.2012

УДК 613.1:546.265.1:612.119

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ НА ГЕМОПОЭТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

М. А. Чайковская¹, С. В. Гончаров²

¹Гомельский государственный медицинский университет

²Институт радиобиологии НАН Беларуси, Гомель

Цель: изучить влияние диоксида серы на гемопоэтическую систему белых мышей линии Af.

Материал и методы. Объект исследования — белые мыши линии Af (возраст 2,5–3 мес.) массой 22–28 г. Ингаляционное воздействие диоксида серы (SO₂) проводилось на установке УИН-2М в течение 2 ч. Концентрация газа в камере составляла C_{SO₂} = 5 мг/м³. Изучены морфометрические параметры органов системы эритронов у мышей линии Af после 2-часовой ингаляции SO₂. Методами исследования была гематологические, биохимические, иммунологические, статистические.

Результаты. Диоксид серы статистически значимо не влияет на массу печени и легких. Масса селезенки на 7 сутки после ингаляции SO₂ не отличается от контроля, а к 14 суткам статистически значимо снижается на 18 %. При ингаляционном воздействии SO₂ на мышей уровень MetHb к 7–14 суткам значимо не отличается от контроля (имеет тенденцию к повышению на ~ 10 %). При действия SO₂ на 4 сутки изменений со стороны НМГО не происходит, а на 7 — реакция значимо ускорена по параметру t_{1/2} на 20 %. К 14 суткам данная тенденция сохраняется и, помимо уменьшения лаг-фазы, ускорение реакции происходит и за счет увеличения C_{Met/T}, но без значимых различий.

Заключение. Проведенное исследование показало, что диоксид серы при данной концентрации вызывает незначительные изменения со стороны гемопоэтической системы. Выраженность изменений зависит от концентрации и времени воздействия данного поллютанта.

Ключевые слова: диоксид серы, белые мыши линии Af, метгемоглобин, нитрит натрия.

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF SULFUR DIOXIDE AFFECT ON HAEMOPOETIC SYSTEM

M. A. Chaikovskaya¹, S. V. Goncharov²

¹Gomel State Medical University, Belarus

²Institute of Radiobiology, National Academy of Sciences, Gomel, Belarus

Objective: to study the effect of sulfur dioxide on haemopoetic system of Af line white mice.

Material and methods. The object of the study is Af white mice (2,5–3 months) with mass of 22–28 g. The inhalation of sulfur dioxide (SO₂) was conducted on the facility UIN-2M for 2 hours with the concentration of gas in the chamber S_{SO₂} of 5 mg/m³. The morphometric parameters of erythron system were studied in the Af mice after the 2-hour SO₂ inhalation. The methods of the study included hematologic, biochemical, immunological, and statistical.

Results. Sulfur dioxide does not significantly affect liver and lungs mass. Spleen mass after SO₂ inhalation did not differ from the control one on day 7, and on day 14 it significantly reduced by 18 %. MetHb level to days 7–14 after the SO₂ inhalation on the mice was not significantly different from the control one (it had a tendency to increase by ~ 10 %). After the SO₂ effect on day 4 there were no NMGO changes, but on day 7 the reaction was significantly accelerated by the parameter t_{1/2} by 20 %. By day 14 this trend persisted, in addition to reducing the lag phase, the acceleration of the reaction occurred at the expense of S_{Met/T} increase, but without any significant differences.

Conclusion. The carried out research showed that sulfur dioxide at the given concentration caused slight changes in haemopoietic system. The magnitude of the changes depended on the concentration and exposure time of the pollutant.

Key words: sulfur dioxid, AF line white mice, methemoglobin, sodium nitrite.

Введение

Одним из приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха является диоксид серы. В 2009 г. произошло резкое увеличение валовых выбросов данного соединения (за счет выбросов от стационарных источников) в Республике Беларусь. В целом за последние 5 лет выбросы SO_2 увеличились в 1,9 раза. Выбросы диоксида серы в расчете на единицу территории страны увеличились на 89 %, в расчете на душу населения — на 94 %. По распределению плотности выбросов оксидов серы Гомельская область является одной из ведущих в стране. Так, максимальная плотность выбросов SO_2 отмечается в Витебской области ($1,1 \text{ т/км}^2$), далее идут Минская и Гомельская области ($0,7\text{--}0,9 \text{ т/км}^2$) [1].

Время жизни SO_2 в атмосфере 4 сут., концентрации его могут колебаться от $0,02$ до $15,0 \text{ мкг/м}^3$. Диоксид серы является раздражающим газом, который может вызвать спазм бронхов, особенно при физической нагрузке или у больных бронхиальной астмой. Кроме того, он способствует нарушению мукоцилиарного клиренса и усилению бронхоспастического эффекта, вызываемого O_3 и холодным воздухом. Эффект обусловлен раздражением холинэргических рецепторов и повышением активности тучных клеток, то есть нервным и воспалительным механизмами. Серная кислота в атмосфере сорбируется на ультрамелких частицах оксидов металлов. Такие частицы могут проникать глубоко в легкие и вызывать в критических зонах значительные физиологические, биохимические и морфологические изменения с повреждением эпителиальных и эндотелиальных клеток и нарушением диффузионной способности [2].

При исследовании длительного воздействия диоксида серы крысы подвергали воздействию в концентрациях $0,1$, $0,5$ и $1,5 \text{ мг/м}^3$ в течение 96 дней. Гистологическое исследование выявило интерстициальную пневмонию, бронхит, трахеит и перибронхит после воздействия двух высших концентраций [3]. Хроническое ингаляционное воздействие диоксида серы в концентрации $0,01 \text{ мг/м}^3$ вызывает увеличение уровня общих фосфолипидов в бронхоальвеолярной жидкости, в основе которого лежит раздражение эпителиальных структур в нижних дыхательных путях, ответом на которое, в частности, может быть стимуляция сурфактантстимулирующего аппарата, что носит компенсаторный характер.

Ряд исследований был посвящен изучению действия диоксида серы в сочетании с другими агентами. Так, крысы в течение 65 дней круглосуточно подвергали воздействию диоксида серы в концентрации $4,86 \text{ мг/м}^3$ в смеси с аэрозолем серной кислоты в концентрации 1 мг/м^3 . Имела место суммация эффектов (гистопатологические изменения в альвеолярной ткани),

вызываемых изолированным воздействием каждого из загрязняющих веществ [4]. Различные аэрозоли металлов, в том числе растворимые соли двухвалентного железа, марганца и ванадия могут катализировать окисление диоксида серы. Суммация эффекта у белых крыс обнаружена при совместном воздействии диоксида серы в концентрации $0,15 \text{ мг/м}^3$ и диоксида азота в концентрации $0,1 \text{ мг/м}^3$ в течение 3-месячного периода.

Значительные колебания результатов экспериментов на животных отражают различия чувствительности отдельных видов, уровней воздействия (в основном высокие, на порядок превышающие ПДД) и методов, использованных для оценки эффектов. Следует подчеркнуть, что экстраполяция этих результатов с животных на человека значительно затруднена, но тем не менее эти данные дают некоторое представление о возможных механизмах действия и реакциях, которые могут наблюдаться.

Исследования воздействия диоксида серы на население были проведены на основе как кратковременных, так и длительных воздействий и касались изменения показателей смертности и заболеваемости. Об увеличении смертности при комбинированных воздействиях сообщалось в связи с эпизодами высокого загрязнения при средних 24-часовых концентрациях для диоксида серы порядка $0,5 \text{ мг/м}^3$ [5].

Цель исследования

Экспериментальное изучение действия диоксида серы на гемопоэтическую систему.

Материалы и методы

Объектом исследования служили белые мыши линии Af (возраст $2,5\text{--}3$ мес.) массой $22\text{--}28$ г, которые содержались на стандартной диете в виварии г. Минска. Часть мышей использовалась для снятия фоновых показателей и оценки их реакции к действию данного поллютанта. Аналогичные действия в соответствии со сроками проводили с животными, находившимися в виварии г. Минска.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с приказом Минвуза СССР № 742 от 13 ноября 1984 г. «Об утверждении правил работ с использованием экспериментальных животных», Конвенцией по защите животных, используемых в эксперименте и других научных целях, принятой Советом Европы в 1986 г., согласно «Положению о порядке использования лабораторных животных в научно-исследовательских работах и педагогическом процессе Гомельского государственного медицинского института и мерах по реализации требований биомедицинской этики», утвержденному Ученым Советом ГГМУ №54-А от 23.05.2002 года, и требованиями, регламентирующими работу с экспериментальными животными.

Ингаляционное воздействие диоксидом серы (SO₂) проводилось на установке УИН-2М в течение 2 ч. Концентрация газа в камере составляла C_{SO₂} = 5 мг/м³.

Проводилось изучение морфометрических параметров органов системы эритрона у мышей линии Af после 2-часовой ингаляции SO₂.

Концентрацию метгемоглобина (MetHb) определяли в отмытых эритроцитах по методу Evellyn-Malloy [6] на спектрофотометре Ultrospec Amersham при λ = 630 нм. Изучение процесса нитритного метгемоглобинообразования (НМГО) проводили по методу Betke [7].

Определяемыми параметрами были: 1) T — время реакции, 2) t_{1/2} — время образования 50 % MetHb, 3) t_{1/10} — время образования 10 % MetHb (уровень «бессимптомной метгемоглобинемии»), 4) скорость реакции (C/T) — производная концентрации от времени, 5) лаг-фаза (период индукции) — время, определяемое по точке пересечения участка кривой, соответствующей автокаталитической реакции, с прямолинейным участком начала реакции.

Выбор морфофизиологических показателей в качестве тестов для оценки повреждающих воздействий, в частности, индекса селезенки, обусловлен тем, что они являются индикаторами физиологического состояния, позволяющими судить о напряженности обменного баланса в организме в качестве одного из стрессовых маркеров в лабораторных исследованиях [8].

Статистическую обработку экспериментального материала проводили с использованием пакетов прикладных программ для медико-биологических исследований «Microsoft Excel», «Statistica», 6.0.

Результаты и обсуждение

В процессе обработки методик у мышей линии Af определены:

- а) исходные исследуемые показатели системы эритрона: эритроциты — 10,22 ± 0,42 трлн/л; гемоглобин — 138,62 ± 5,81 г/л; метгемоглобин (MetHb) — 0,56–1,79 (1,31 ± 0,42) %; индекс массы селезенки — 464,43 ± 115,73 мг/100 г тела;
- б) кинетические параметры НМГО (таблица 1):

Таблица 1 — Кинетические параметры НМГО у мышей линии Af

№ опыта	T, с	t _{1/2} , с	t _{1/10} , с	лагфаза, с	C/T, %/с	t _{1/2} //T, %	t _{1/10} //T, %	лаг-фаза // T, %
1	670,00 ± 51,77	535,50 ± 36,75	371,83 ± 21,13	497,00 ± 39,67	1,11 ± 0,27	80,03 ± 3,60	55,65 ± 3,36	74,35 ± 5,49
2	623,33 ± 34,45	502,83 ± 28,83	399,67 ± 23,97	469,50 ± 29,29	1,18 ± 0,04	80,67 ± 1,23	64,11 ± 1,02	75,31 ± 1,33

Ингаляция мышей диоксидом серы приводит к незначительному уменьшению индекса массы печени во все сроки по сравнению с контролем (таблица 2). Масса селезенки у животных, подвергшихся воздействию SO₂, к 14 сут-

кам была статистически значимо снижена — на 18 % (рисунок 1). Динамика массы легких относительно массы печени и селезенки носит обратный характер: увеличивается на 5,8 % на 7 сутки и на 22 % — на 14.

Таблица 2 — Индексы массы органов лабораторных мышей линии Af после воздействия SO₂ в течение 2 часов

Группы	Печень ¹	Селезенка ²	Легкие ²
7 сутки после заправки			
Контроль	5,59 ± 0,15	449,71 ± 96,80	708,49 ± 85,30
SO ₂	5,21 ± 0,45	420,11 ± 112,89	749,72 ± 101,50
14 сутки после заправки			
Контроль	5,37 ± 0,28	501,76 ± 26,97	816,87 ± 88,77
SO ₂	4,90 ± 0,25	425,73 ± 26,77*	999,47 ± 162,05

Примечание. 1 — единица измерения г/100 г веса животного; 2 — единица измерения мг/100 г веса животного; * различия достоверны при p ≤ 0,05.

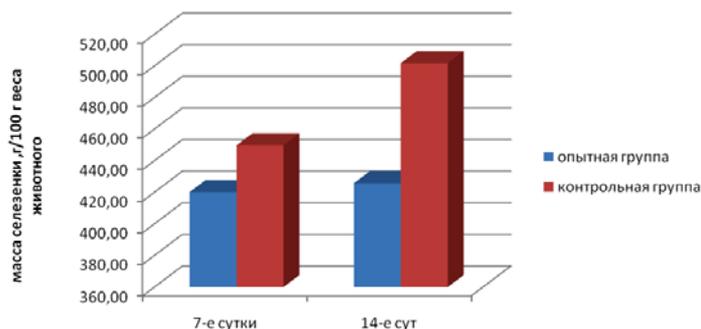


Рисунок 1 — Индекс массы селезенки у мышей линии Af на 7 и 14 сутки

В ходе исследований было изучено состояние Hb по уровню MetHb, а также степень резистентности Hb на добавочное действие нитрита натрия (НМГО).

Результаты показали, что после ингаляции SO₂ у мышей уровень MetHb к 7–14 суткам имел тенденцию к повышению (MetHb повышался на ~ 10 %), но статистически значимых различий между опытной и кон-

трольной группой не обнаружено (таблица 3, рисунок 2).

Изучение кинетики НМГО показало, что у мышей на 4 сутки изменений не происходило, а на 7 — реакция была значимо ускорена по параметру t_{1/2} на 20 %. К 14 суткам данная тенденция сохранялась и, помимо уменьшения лаг-фазы, реакция ускорялась и за счет увеличения C_{Met}/T, но значимых различий с контролем не отмечалось (рисунок 3).

Таблица 3 — Уровень MetHb (%) у мышей Af на 7–14 сутки после ингаляции SO₂

Группы		Mean ± S	M
7 сутки после затравки	Контроль	1,14 ± 0,23	1,12
	SO ₂	1,27 ± 0,24	1,23
14 сутки после затравки	Контроль	0,93 ± 0,02	0,94
	SO ₂	1,03 ± 0,20	1,06

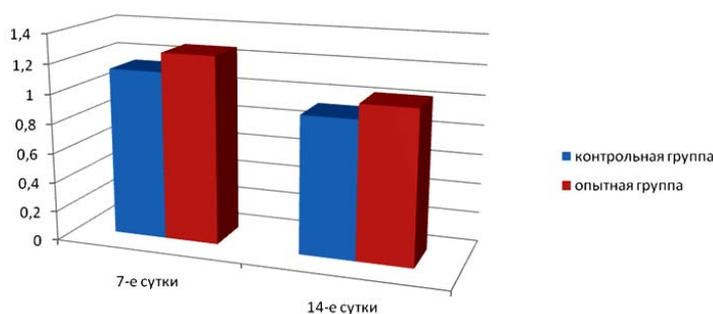


Рисунок 2 — Уровень метгемоглобина у мышей линии Af на 7 и 14 сутки

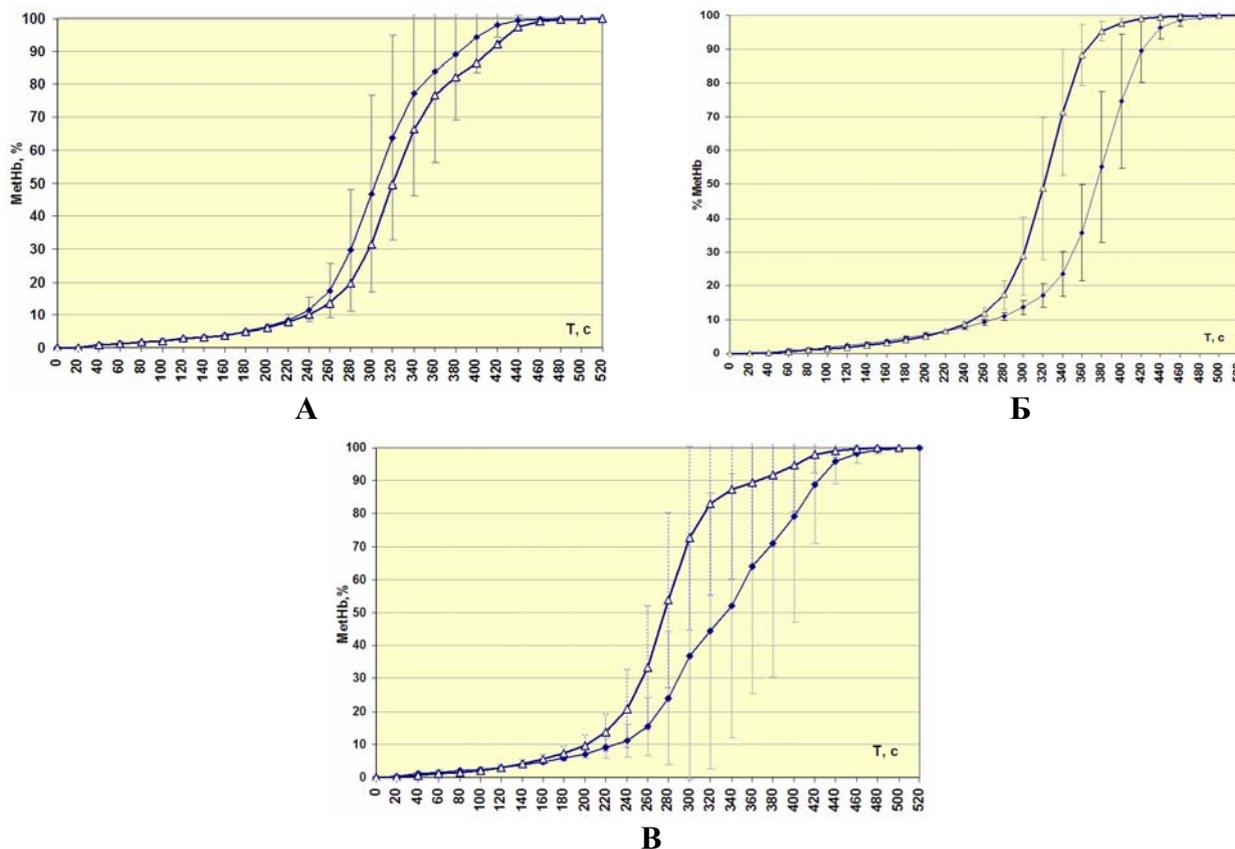


Рисунок 3 — Кинетика НМГО у мышей Af на 4 (А), 7 (Б) и 14 (В) сутки после ингаляции SO₂ (5 мг/м³, 2 часа):

◆ — контроль; ▲ — SO₂.

Выводы

1) Диоксид серы статистически значимо не влияет на массу печени и легких. Масса селезенки на 7 сутки после ингаляции SO₂ не отличается от контроля, а к 14-м суткам статистически значимо снижается — на 18 %.

2) При ингаляции SO₂ на мышцей уровень MetHb к 7–14 суткам значимо не отличается от контроля, (имеет тенденцию к повышению на ~ 10 %).

3) При действии SO₂ на 4 сутки изменений со стороны НМГО не происходит, а на 7 реакция значимо ускорена по параметру t_{1/2} на 20 %. К 14 суткам данная тенденция сохраняется и, помимо уменьшения лаг-фазы, ускорение реакции происходит и за счет увеличения CMet/T, но без значимых различий.

Проведенное исследование показало, что диоксид серы при данной концентрации вызывает незначительные изменения со стороны гемопозитической системы. Выраженность изменений зависит от концентрации и времени воздействия данного поллютанта.

Исследования проведены при финансовой поддержке Белорусского республиканского

фонда фундаментальных исследований НАН Беларуси (грант БРФФИ № Б11М-031).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состояние окружающей среды Республики Беларусь: нац. доклад / М-во природ. ресур. и окружающей среды Республики Беларусь, Гос. науч. учр-е «Инс-т природопользования НАН РБ». — Минск: Белтаможсервис, 2010. — С. 14–19.
2. Биличенко, Т. Н. Методологические аспекты оценки влияния качества атмосферного воздуха на формирование болезней органов дыхания у населения (обзор литературы) / Т. Н. Биличенко // Пульмонология. — 2006. — № 4. — С. 94–103.
3. Окислы серы и взвешенные частицы. ВОЗ. Серия «Гигиенические критерии состояния окружающей среды». — Женева, 1982. — Вып. 8. — 131 с.
4. Буштуева, Н. А. Биологическое действие и гигиеническое значение атмосферных загрязнений / Н. А. Буштуева. — М.: Медицина, 1966. — С. 142–172.
5. Human response to controlled levels of sulfur dioxide / I. Andersen [et al.] // Arch. Environ Health. — 1974. — Vol. 28. — P. 31–39.
6. Клинические формы повреждения гемоглобина / М. С. Кушаковский [и др.]. — М.: Медицина, 1968. — 326 с.
7. Betke, K. I. Oxydation menschlicher und tierischer Oxyhaemoglobine durch Kaliumferricyanid / K. I. Betke, I. Greinacher, F. Hecker // Arch. Exp. Path. Pharmac. — 1956. — Vol. 229. — P. 207–213.
8. Выявление тестов для оценки биологических последствий воздействия рентгеновского излучения в малых дозах переменной мощности на животных / М. А. Климович [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2009. — Т. 49, № 4. — С. 473–477.

Поступила 14.05.2012

УДК-614.876.06:621.039.58

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНО-ЭМПИРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СРЕДНИХ НАКОПЛЕННЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЧЕРНОБЫЛЬСКИМИ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ

Л. А. Чунихин¹, Н. Г. Власова¹, Д. Н. Дроздов¹, В. Н. Бортновский²

¹Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека, г. Гомель

²Гомельский государственный медицинский университет

Проведен сравнительный анализ оценок накопленных доз облучения населения, проживающего на загрязнённых черновыльскими радионуклидами территориях, по методикам, действующим в Республике Беларусь и Российской Федерации. Выполнена модификация методики, использующейся в Беларуси, на основе инструментальных результатов СИЧ-измерений и ТЛ-дозиметрии. Было показано, что имеются существенные различия в оценках дозы внутреннего облучения, полученных при использовании методик Беларуси и РФ. Сравнение оценок дозы внутреннего облучения, проведенных по методике Беларуси и ее модификации, показало различия, начиная с 1993 г. Оценки дозы внешнего облучения, которые проводились по методике РФ, также отличаются от результатов белорусских методик. Для того, чтобы в полной мере использовать данные Единого регистра, необходимо согласование методов оценки дозы облучения.

Ключевые слова: авария на ЧАЭС, радионуклиды, накопленная доза облучения, цезий-137, Регистр лиц.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF EMPIRIC-CALCULATED ASSESSMENT METHODS FOR ACCUMULATED DOSES IN POPULATION OF BELARUS RESIDING ON THE CHERNOBYL RADIONUCLIDE CONTAMINATED TERRITORIES

L. A. Chunikhin¹, N. G. Vlasova¹, D. N. Drozdov¹, V. N. Bortnovsky²

¹Republican Center for Radiation Medicine and Human Ecology, Gomel

²Gomel State Medicine University

The article presents the comparative analysis of assessed accumulated doses in the population residing on the territories contaminated with Chernobyl radionuclides conducted by methods valid in the Republic of Belarus and the Russian Federation. The technique, used in Belarus, was modified on basis of WBC-measurements and TL-