

19. Чирский В. С. Биопсийная диагностика неопухолевых заболеваний печени. СПб.: СПбМАПО, 2009. 80 с.
20. Коржевский Д. Э., Гиляров А. В. Основы гистологической техники. СПб.: СпецЛит, 2010. 96 с.
21. Кудряшов А. А. Патологоанатомическая диагностика болезней собак и кошек. СПб.: НОУ ДО «Ин-т ветеринарной биологии», 2011. 224 с.
22. Кузнецов С. Л., Мушкхамбаров Н. Н. Гистология, цитология и эмбриология: учебник для мед. вузов. М.: ООО «Мед. информ. агентство», 2012. 630 с.

Translit

1. Romejs B. Mikroskopicheskaia tehnika. M.: Inostrannaja literatura, 1953. 718 s.
2. Mikroskopicheskaia tehnika: ruk-vo dlja vrachej i laborantov / pod red. D. S. Sarkisova i Ju. L. Perova. M.: Medicina, 1996. 544 s.
3. Gistologija, jembriologija, citologija: uchebnik / pod red. Ju. I. Afanas'eva, N. A. Jurinoj. M.: Gjeotar-Media, 2012. 798 s.
4. Pirs Je. Gistohimija. M.: Inostrannaja literatura, 1962. 962 s.
5. Hjem A., Kormak D. Gistologija. M.: Mir, 1983. T. 3. 292 s.
6. Hjem A., Kormak D. Gistologija. M.: Mir, 1983. T. 5. 294 s.
7. Dacenko A. V., Shihodyrov V. V. Avtomaticheskij analiz izobrazhenij v issledovanii mikroциркуляторного русла // Arhiv patologii. 1986. T. 48, № 10. S. 75–78.
8. Dacenko A. V., Shihodyrov V. V., Sobolev V. A. Analiz agregatnogo sostojanija jeritocitov v mikroциркуляторном rusle razlichnyh organov na gistologicheskikh preparatah s pomoshh'ju avtomatizirovannoj sistemy analiza izobrazhenij // Gematologija i transfuziologija. 1988. T. 33, № 6. S. 57–60.
9. Kan'shina N. F. Patologoanatomicheskaja diagnostika ostroj pochechnoj nedostatochnosti (metodicheskie rekomendacii). M.: GULPP. 1976. 19 s.
10. Svetovaja mikroskopija v biologii: metody / pod red. A. Lejsi. M.: Mir, 1992. 464 s.
11. Salimov V. A. Atlas: Patologoanatomicheskaja i differencial'naja diagnostika faktornyh zabozevanij molodnjaka s.-h. zhivotnyh. M.: Kolos, 2001. 76 s.
12. Bykov V. L. Citologija i obshhaja gistologija: Funkcional'naja morfologija kletok i tkanej cheloveka. SPb.: SOTIS, 2002. 254 s.
13. Permjakov A. V., Viter V. I., Nevolin N. I. Sudebno-medicinskaja gistologija: ruk-vo dlja vrachej. Izhevsk; Ekaterinburg: Jekspertiza, 2003. 214 s.
14. Kozlov N. A. Obshhaja gistologija: Tkani domashnih mlekopitajushhij zhivotnyh: ucheb. posobie. SPb.: Lan', 2004. 224 s.
15. Mishnev O. D., Shhegolev A. I., Trusov O. A. Patologoanatomicheskaja diagnostika sepsisa: metodicheskie rekomendacii. M.: Ros. ob-vo patologoanatomov, 2004. 19 s.
16. Petrov S. V. Obshhaja hirurgija: uchebnik dlja vuzov. M.: Gjeotar-Media, 2005. 768 s.
17. Demchuk O. N., Firstova O. I., Shestakova O. A., Badjaeva E. E. O vnedrenii novyh proizvodstvennyh tehnologij v gistologicheskoe otdelenie GUZ «Bjuro SMJe» // Izbrannye voprosy sudebnoj mediciny i jekspertnoj praktiki. 2005. № 7. S. 18–21.
18. Firstova O. I., Badjaeva E. E. Osnovnye istochniki oshibok pri morfologicheskikh issledovanijah // Izbrannye voprosy sudebnoj mediciny i jekspertnoj praktiki. 2008. № 9. S. 117–120.
19. Chirskij V. S. Biopsijnaja diagnostika neopuholevyh zabozevanij pečeni. SPb.: SPbMAPO, 2009. 80 s.
20. Korzhevskij D. Je., Giljarov A. V. Osnovy gistologicheskoi tehniki. SPb.: SpecLit, 2010. 96 s.
21. Kudrjashov A. A. Patologoanatomicheskaja diagnostika boleznej sobak i koshek. SPb.: NOU DO «In-t veterinarnoj biologii», 2011. 224 s.
22. Kuznecov S. L., Mushkhamбаров N. N. Gistologija, citologija i jembriologija: uchebnik dlja med. vuzov. M.: ООО «Мед. информ. агентство», 2012. 630 с.

УДК 616.2–001:623.454.862

Краткое сообщение

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ РАСЧЕТАХ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ТРИТИЯ

Е. О. Грановская — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», инженер; **С. М. Шинкарев** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий отделом, доктор технических наук; **Б. А. Кухта** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий лабораторией, кандидат биологических наук; **А. А. Андросова** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», научный сотрудник; **В. Н. Яценко** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заведующий лабораторией, кандидат технических наук.

ANALYSIS AND ESTIMATION OF UNCERTAINTY OF THE PARAMETERS USED IN CALCULATION OF INTERNAL RADIATION DOSES OF TRITIUM

E. O. Granovskaya — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Engineer; **S. M. Shinkarev** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of Department, Doctor of Engineering; **B. A. Kukhta** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of Laboratory, Candidate of Biological Sciences; **A. A. Androsova** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Research assistant; **V. N. Yatsenko** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Head of Laboratory, Candidate of Engineering Sciences.

Дата поступления — 18.11.2013 г.

Дата принятия в печать — 16.12.2013 г.

Грановская Е. О., Шинкарев С. М., Кухта Б. А., Андросова А. А., Яценко В. Н. Анализ и оценка неопределенности параметров, использованных при расчетах доз внутреннего облучения от трития // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 4. С. 808–811.

На примере оценки дозы внутреннего облучения лиц из персонала от трития рассмотрена оценка ожидаемой эффективной дозы и неопределенности ее расчета при различных вариантах поступления ^3H : 1) равномерном хроническом и 2) однократном. Показано, что для условного измерения удельного содержания ^3H в пробе мочи на момент обследования значения оценки дозы с 95%-ной доверительной вероятностью могут изменяться в пределах двух порядков. Наиболее эффективным путем снижения диапазона неопределенности

расчета дозы является переход от ежеквартального к ежемесячному мониторингу, что приводит к сокращению указанного диапазона на порядок.

Ключевые слова: тритий, ожидаемая эффективная доза, неопределенность дозы, хроническое поступление, однократное поступление.

Granovskaya E. O., Shinkarev S. M., Koukhtha B. A., Androsova A. A., Yatsenko V. N. Analysis and estimation of uncertainty of the parameters used in calculation of internal radiation doses of tritium // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2013. Vol. 9, № 4. P. 808–811.

Assessment of committed effective dose and the uncertainty of its calculation for different variants of ³H intake: 1) homogeneous and chronic, 2) single, is considered by the example of internal tritium doses that workers had got. It has been shown that in case of conditional measurement of ³H concentration in urine sample the estimate of tritium dose may vary within two orders of magnitude in the 95% confidence interval. The most effective way to reduce the range of uncertainty of dose estimation is to replace a quarterly monitoring with a monthly one. It leads to reduction of the range of uncertainty by one order of magnitude.

Key words: tritium, committed effective dose, dose uncertainty, chronic intake, acute intake.

Введение. Наиболее сложной задачей в контроле профессионального облучения является оценка дозы внутреннего облучения. На примере оценки дозы внутреннего облучения персонала от трития рассмотрена оценка ожидаемой эффективной дозы (ОЭД) и неопределенности ее расчета при различных вариантах поступления ³H.

Можно выделить два типовых варианта поступления ³H в течение рассматриваемого периода контроля: 1) хроническое и 2) однократное (одномоментное). Оценка дозы внутреннего облучения этим работникам проводится на основании мониторинга рабочих мест и периодического определения удельного содержания ³H в жидкой фазе организма (конденсате выдыхаемого воздуха и пробах мочи). Предполагаем, что в рабочей зоне ³H находится в форме НТО.

Цель: разработка способа оценки ожидаемой эффективной дозы и неопределенности ее расчета при различных вариантах поступления в организм работников радиационно опасных предприятий.

Материал и методы. Для расчета значений ожидаемых эффективных доз внутреннего облучения вследствие поступления трития в организм использованы современные биокинетические и дозиметрические модели, разрабатываемые в последние десятилетия под эгидой МКРЗ [1–4]. В предположении равномерного хронического поступления трития в процессе работы на производстве в течение года ожидаемая эффективная доза (E) за год для работника составит:

$$\dot{A} = \dot{a}(50) \cdot A(t_m) \cdot V_{out} \cdot T_{work}, \quad (1)$$

где $\dot{a}(50)$ — дозовый коэффициент при поступлении ³H в организм взрослого человека, равный $1,8 \times 10^{-11}$ Зв/Бк [2, 6] независимо от пути поступления (ингаляционный или пероральный);

$A(t_m)$ — удельное содержание ³H в пробе мочи на момент обследования t_m , Бк/л;

V_{out} — объем суточного поступления / выведения жидкости из организма, принят равным 2,9 л/сут [5];

T_{work} — длительность работы в течение года, принята равной 330 сут. [6].

В рассматриваемом случае принимается, что поступление является равномерным, т.е. одно проведенное в году измерение позволяет характеризовать уровень поступления.

В предположении однократного поступления ³H в организм работника за период контроля (между каж-

дыми двумя последовательными измерениями его удельного содержания в пробах жидкой фазы организма, приблизительно совпадающими с моментами начала и прекращения контакта с ³H) ожидаемая эффективная доза за год (от поступления в данный период контроля) для работника рассчитывается по следующей формуле:

$$E = \frac{T_{work}}{\Delta T} \cdot \frac{e(50) \cdot A(t_m) \cdot M_0}{B_1 \times \exp\left(-\frac{\ln 2}{T_1} \cdot t\right) + B_2 \times \left(-\frac{\ln 2}{T_2} \cdot t\right)}, \quad (2)$$

где M_0 — масса воды в организме стандартного человека, принята равной 43 л [5, 6];

ΔT — период между индивидуальными измерениями (принимается постоянным), определяемый частотой ежегодного обследования, устанавливается в зависимости от ожидаемой эффективной дозы, сут.;

B_1 и B_2 — коэффициенты, соответствующие быстрой и медленной компонентам выведения ³H из организма, равные 0,97 и 0,03 соответственно [2, 6];

T_1 и T_2 — быстрый и медленный периоды полувыведения ³H из организма, равные 10 сут. и 40 сут, соответственно [2, 6];

t — временной интервал между поступлением ³H в организм и обследованием, проведенным в момент времени $t_m = \Delta T$, сут.

В рассматриваемом случае вкладом в выведение после последнего периода контроля за счет поступлений от предыдущих периодов контроля пренебрегают.

Поскольку точное время разового поступления ³H в период между двумя последовательными обследованиями неизвестно, то обычно принимают в качестве времени поступления ³H середину временного интервала между обследованиями [7]. При проведении расчета ОЭД и оценки ее неопределенности величине $A(t_m)$ присваивается значение 40 кБк/л (референтное значение), которому может соответствовать значимое поступление ³H.

Для оценки неопределенности расчета дозы по формулам (1) и (2) приняты следующие диапазоны вариативности параметров:

удельное содержание ³H в пробе мочи на момент обследования, $A(t_m)$, определяется с погрешностью 30% с доверительной вероятностью 95%;

значения дозового коэффициента при поступлении ³H в организм взрослого человека, $e(50)$, имеют логнормальное распределение со значением геометрического стандартного отклонения, равным 1,23 согласно работе [8];

значения объема суточного поступления / выведения жидкости из организма, V_{out} , с учетом рекоменда-

Ответственный автор — Грановская Евгения Олеговна
 Адрес: 123182, г. Москва, ул. Живописная, д. 46.
 Тел.: (499) 1909326
 E-mail: mephistka@gmail.com

ции МКРЗ [5], изменяются в диапазоне от 1,45 л/сут. до 4,5 л/сут., принят треугольный закон распределения;

масса воды в организме стандартного человека, M_o , изменяется в диапазоне от 35 до 60 л, принят треугольный закон распределения;

период между индивидуальными измерениями, ΔT , рассматривается равным 30 и 90 сут., с равномерным распределением его значений от 23 до 37 сут. и от 83 до 97 сут. соответственно;

зачения быстрого и медленного периодов полувыведения ^3H из организма, T_1 и T_2 , изменяются по логнормальному закону согласно [8] с геометрическими стандартными отклонениями, равными 1,41 и 1,78.

Результаты. На рис. 1 приведено распределение возможных значений ОЭД облучения работника от ^3H в предположении равномерного хронического поступления и референтного измеренного значения удельного содержания ^3H в пробе мочи 40 кБк/л, полученное розыгрышем 1000000 испытаний по методу Монте-Карло. Из рис. 1 следует, что медианное значение ОЭД составило около 0,7 мЗв, а с вероятностью 95% значения ОЭД находятся в диапазоне от 0,3 до 1,3 мЗв. В этом случае с учетом неопределенности расчета дозы можно считать, что ее оценка находится на уровне регистрации, принятом равным 1 мЗв [6]. Суммарная неопределенность ОЭД фактически определяется вариабельностью значений двух параметров V_{out} (42,8%) и ϵ (50) (37,3%).

Обсуждение. В случае сценария последовательных однократных (одномоментных) поступлений в середине соответствующих периодов контактов оценки возможных значений ОЭД и ее неопределенности будут в существенной степени зависеть от длительности периода между обследованиями.

Так, для 90-суточного интервала между двумя обследованиями в предположении однократного поступления в середине этого интервала возможное значение дозы будет характеризоваться медианой 2 мЗв с 95%-ным интервалом от 0,5 до 7,9 мЗв, что превышает уровень исследования, равный 5 мЗв в год [6]. При этом практически суммарная неопределенность ОЭД определяется вариабельностью параметра T_1 (84,7%), быстрой компоненты полувыведения ^3H .

Для 90-суточного интервала между двумя обследованиями в предположении однократного поступления в начале этого интервала (реализация максимально возможной дозы) возможное значение дозы будет характеризоваться медианой 8,1 мЗв с 95%-ным интервалом от 2 до 46 мЗв. Поскольку время, прошедшее после поступления, практически удваивается по сравнению с предыдущим вариантом, то суммарная неопределенность ОЭД уже определяется двумя параметрами T_1 (37,0%) и T_2 (43,6%), при этом ведущим является параметр T_2 . Верхняя граница интервала возможных значений ОЭД оказалась много выше уровня вмешательства, равного 10 мЗв [1]. Следовательно, указанный диапазон неопределенности неприемлем для контроля ОЭД внутреннего облучения. Таким образом, при измеренных значениях содержания ^3H в жидкой фазе организма на уровне 40 кБк/л частота контроля 1 раз в квартал недостаточна, т.е. при значимо высоких уровнях поступления ^3H контроль должен быть чаще.

Для 30-суточного интервала между двумя обследованиями в предположении однократного поступления в середине этого интервала возможное значение дозы будет характеризоваться медианой 1 мЗв с 95%-ным интервалом от 0,5 до 2,8 мЗв, что меньше уровня исследования, равного 5 мЗв в год [6]. При

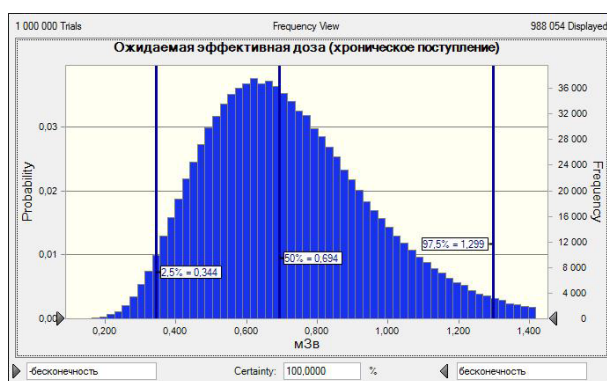


Рис. 1. Распределение возможных значений ОЭД облучения работника от ^3H в предположении равномерного хронического поступления

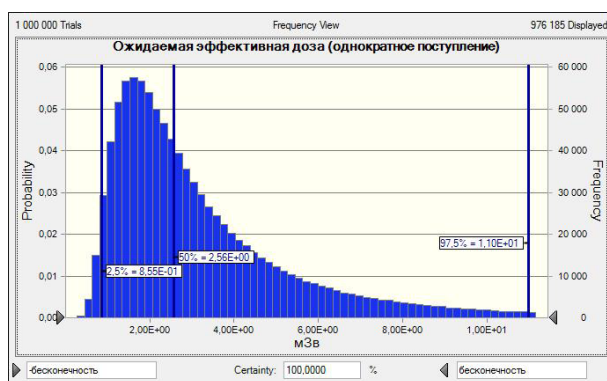


Рис. 2. Распределение возможных значений ОЭД облучения работника от ^3H в предположении однократного поступления в начале 30-суточного интервала

этом практически суммарная неопределенность ОЭД определяется вариабельностью параметра T_1 (58,9%), быстрой компоненты полувыведения ^3H .

Для 30-суточного интервала между двумя обследованиями в предположении самого неблагоприятного варианта однократного поступления трития (в начале этого интервала) возможное значение дозы будет характеризоваться медианой 2,6 мЗв с 95%-ным интервалом от 0,9 до 11 мЗв, т.е. может достичь уровня вмешательства, равного 10 мЗв в год [6] (рис. 2). Суммарная неопределенность ОЭД, так же как и в предыдущем случае, определяется вариабельностью параметра T_1 (79,8%), быстрой компоненты полувыведения ^3H .

Выводы. Таким образом, исходя из рассмотренного анализа различных вариантов поступления ^3H (хронического и однократного) в организм работника с разной периодичностью радиационного контроля внутреннего облучения (ежеквартально и ежемесячно), можно рекомендовать ежемесячный контроль. При этом показано, что неопределенность расчета значений ОЭД вполне приемлема для целей радиационного контроля и соответствует рекомендациям МКРЗ [1–4] и ISO 27048 [7].

Конфликт интересов не заявляется.

Библиографический список

- ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 1. Publication 56. Ann. ICRP 20 (2). Oxford: Pergamon Press, 1989.
- ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 2. Ingestion Dose Coefficients. Publication 67. Ann. ICRP 23 (3/4). Oxford: Pergamon Press, 1993.

3. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 4. Inhalation Dose Coefficients. Publication 71. Ann. ICRP 25 (3-4). Oxford: Pergamon Press, 1995.

4. ICRP. Limits on Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30. Part 1. Ann. ICRP 2 (3/4). Oxford: Pergamon Press, 1979.

5. ICRP. Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection Reference Values. ICRP Publication 89. Ann. ICRP 32 (3-4), 2002.

6. МУ 2.6.1.15–02. Тритий и его соединения. Контроль величины индивидуальной эффективной дозы внутреннего облучения при поступлении в организм человека / Министерство РФ по атомной энергии; Минздрав РФ; Федеральное управление «Медбиоэкстрем».

7. ISO 27048. International Standard. Radiation protection — Dose assessment for the monitoring of workers for internal radiation. 2011.

8. Harrison J. D., Khursheed A., Lambert B. E. Uncertainties in dose coefficients for intakes of tritiated water and organically bound forms of tritium by members of the public // Radiat. Prot. Dosim. 2002. № 98. P. 299–311.

Translit

1. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 1. Publication 56. Ann. ICRP 20 (2). Oxford: Pergamon Press, 1989.

2. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 2. Ingestion Dose Coefficients. Publication 67. Ann. ICRP 23 (3/4). Oxford: Pergamon Press, 1993.

3. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intakes of Radionuclides: Part 4. Inhalation Dose Coefficients. Publication 71. Ann. ICRP 25 (3-4). Oxford: Pergamon Press, 1995.

4. ICRP. Limits on Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30. Part 1. Ann. ICRP 2 (3/4). Oxford: Pergamon Press, 1979.

5. ICRP. Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection Reference Values. ICRP Publication 89. Ann. ICRP 32 (3-4), 2002.

6. МУ 2.6.1.15–02. Тритий и его соединения. Контроль величины индивидуальной эффективной дозы внутреннего облучения при поступлении в организм человека / Министерство РФ по атомной энергии; Минздрав РФ; Федеральное управление «Медбиоэкстрем».

7. ISO 27048. International Standard. Radiation protection — Dose assessment for the monitoring of workers for internal radiation. 2011.

8. Harrison J. D., Khursheed A., Lambert B. E. Uncertainties in dose coefficients for intakes of tritiated water and organically bound forms of tritium by members of the public // Radiat. Prot. Dosim. 2002. № 98. P. 299–311.

УДК 614.876: 621.0397

Обзор

ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЯДЕРНОГО НАСЛЕДИЯ (ОБЗОР)

К. В. Котенко — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», генеральный директор, профессор, доктор медицинских наук; **Н. К. Шандала** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства», заместитель генерального директора по науке и биофизическим технологиям, доктор медицинских наук.

PROBLEMS OF NUCLEAR HERITAGE REGULATION (REVIEW)

K. V. Kotenko — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Director general, Professor, Doctor of medical sciences; **N. K. Shandala** — State Scientific Research Center n.a. A. I. Burnazyan — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Deputy director general, Doctor of medical sciences.

Дата поступления — 9.12.2013 г.

Дата принятия в печать — 16.12.2013 г.

Котенко К. В., Шандала Н. К. Проблемы регулирования ядерного наследия (обзор) // Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9, № 4. С. 811–815.

Ядерным наследием являются объекты оборонно-промышленного комплекса, не отвечающие современным требованиям ядерной и радиационной безопасности, а также территории, загрязненные вследствие предшествовавшей ядерной деятельности и добычи урана. Главная проблема заключается в отсутствии в действующем законодательстве комплексных нормативно-правовых основ деятельности по вопросам обращения с ядерным наследием, предусматривающих реализацию принципов, направленных на предотвращение вредного воздействия объектов такого наследия на человека и окружающую среду, снижение бремени на последующие поколения.

Ключевые слова: ядерное наследие, радиоактивные отходы, отработавшее ядерное топливо, ситуация существующего облучения.

Kotenko K. V., Shandala N. K. Problems of nuclear heritage regulation (review) // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2013. Vol. 9, № 4. P. 811–815.

Nuclear heritage are the objects of defense industry complex which aren't meeting modern requirements of nuclear and radiation safety, and also the territories polluted owing to previous nuclear activity and production of uranium. The main existing problem consists in the absence in the current legislation of complex standard and legal bases of activity on questions of the address with the nuclear heritage, the principles providing realization directed on prevention of harmful effects of objects of such heritage on the person and environment, decrease of burden on the subsequent generations.

Key words: nuclear heritage, the radioactive waste, the fulfilled nuclear fuel, situation of existing radiation.

Начало XXI в. знаменует собой документально подтвержденную веку признания необходимости

урегулирования проблем ядерного наследия во всем мире и в России в частности. В 2006 г. Россия представила первый доклад о выполнении обязательств по «Объединенной Конвенции о безопасности обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)

Ответственный автор — Шандала Наталия Константиновна
 Адрес: 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46.
 Тел.: 499 190 9329
 E-mail: shandala-fmbc@bk.ru