

**Научно-практический
журнал**

УЧРЕДИТЕЛЬ:
Федеральное бюджетное
учреждение науки
«Санкт-Петербургский
научно-исследовательский
институт радиационной гигиены
имени профессора П.В. Рамзаева»

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-28716 от 6 июля 2007 г.

В 2015 году журнал был зарегистрирован как сетевое издание Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ЭЛ № ФС77-63702 от 10 ноября 2015 г.

Издается ежеквартально.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается с письменного разрешения редакции.

Ссылка на журнал «РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА» обязательна.

Журнал включен в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Журнал индексируется в мультидисциплинарной библиографической и реферативной базе SCOPUS, Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Корректор А.М. Плаксина
Компьютерная верстка
А.В. Гнездиловой

Адрес редакции:
197101, Санкт-Петербург,
ул. Мира, дом 8
Тел. (812) 233-4283, 233-5016
Тел./Факс (812) 233-4283
E-mail: journal@niirg.ru
Сайт: www.radhyg.ru

Тираж 300 экз.

ISSN 1998-426X



9 771998 426783 >

Индекс для подписки в агентстве
«Роспечать» – **57988**

© «Радиационная гигиена», 2017

РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА

RADIATIONNAYA GYGIENA

Председатель редакционного совета
Г.Г. Онищенко

Главный редактор
И.К. Романович



Том 10 № 4, 2017

Председатель редакционного совета

Онищенко Геннадий Григорьевич — Государственная Дума, д.м.н., профессор, академик РАН (Москва, Российская Федерация)

Главный редактор

Романович Иван Константинович — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора

Вишнякова Надежда Михайловна — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.м.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Редакционный совет

Алексанин Сергей Сергеевич — ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, д.м.н. профессор (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Алексахин Рудольф Михайлович — ГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и радиозологии», д.б.н. профессор, академик РАН (Обнинск, Российская Федерация)

Башкетова Наталия Семеновна — Управление Роспотребнадзора по г. Санкт-Петербургу (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Горбанев Сергей Анатольевич — ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья», д.м.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Зарединов Дамир Арифович — Министерство здравоохранения Республики Узбекистан, д.м.н., профессор (Ташкент, Республика Узбекистан)

Иванов Виктор Константинович — Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр имени П.А. Герцена» Минздрава России», д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН (Обнинск, Российская Федерация)

Ильин Леонид Андреевич — ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, д.м.н., профессор, академик РАН (Москва, Российская Федерация)

Кашпаров Валерий Александрович — Украинский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии, д.б.н. (Киев, Украина)

Марченко Татьяна Андреевна — Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий), д.м.н., профессор (Москва, Российская Федерация)

Мирсаидов Умас Мирсаидович — Агентство по ядерной и радиационной безопасности Академии наук Республики Таджикистан, д.х.н., профессор, академик АН РТ (Душанбе, Республика Таджикистан)

Надареишвили Давид Кназович — Центр экспериментальной биомедицины им. И. Бериташвили (Тбилиси, Грузия)

Рожко Александр Валентинович — ГУ «Республиканский научный центр радиационной медицины и экологии человека», д.м.н. (Гомель, Республика Беларусь)

Софронов Генрих Александрович — ФБНУ «Институт экспериментальной медицины», д.м.н., профессор, академик РАН (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Ушаков Игорь Борисович — ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, д.м.н., профессор, академик РАН (Москва, Российская Федерация).

Редакционная коллегия

Архангельская Генриэтта Владимировна — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.м.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Балонов Михаил Исаакович — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Балтрукова Татьяна Борисовна — ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Вакуловский Сергей Мстиславович — Институт проблем мониторинга окружающей среды (ИПМ) ФГУ НПО «Тайфун», д.т.н., профессор (Обнинск, Российская Федерация)

Гребеньков Сергей Васильевич — ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Ермолина Елена Павловна — ГБОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования Минздрава России, к.м.н. (Москва, Российская Федерация)

Звонова Ирина Александровна — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.т.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Кадука Марина Валерьевна — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», к.б.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Константинов Юрий Олегович — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», к.т.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Маттссон Ларс Юхан Скорен — Лундский университет, профессор (Мальмё, Швеция)

Омельчук Василий Владимирович — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.м.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Рамзаев Валерий Павлович — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», к.м.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Репин Виктор Степанович — ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», д.б.н. (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Рыбников Виктор Юрьевич — ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, д.м.н., д-р психол. наук, профессор (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Савкин Михаил Николаевич — ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, к.т.н. (Москва, Российская Федерация)

Шайдаков Евгений Владимирович — ФБНУ «Институт экспериментальной медицины», д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Шандала Наталья Константиновна — ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, д.м.н., профессор (Москва, Российская Федерация)

FOUNDER:
Federal Scientific Organization
«Saint-Petersburg Research Institute
of Radiation Hygiene
after Professor P.V. Ramzaev»

Quarterly published

Editorial office address:
Mira str., 8, 197101,
St.-Petersburg, Russia
Phone: (812) 233-42-83, 233-50-16
Phone/Fax: (812) 233-42-83
E-mail: journal@niirg.ru
Web: www.radhyg.ru

RADIATION HYGIENE

Chairman of Editorial Council
Gennadiy G. Onishchenko

Editor-in-Chief
Ivan K. Romanovich



RADIATION HYGIENE

Vol. 10 № 4, 2017

Chairman of Editorial Council

Gennadiy G. Onishchenko — the State Duma, Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, M.D. Professor (Moscow, Russian Federation)

Editor-in-Chief

Ivan K. Romanovich — Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, M.D., Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russian Federation)

Deputy Editor-in-Chief

Nadezhda M. Vishnyakova — Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, M.D. (Saint Petersburg, Russian Federation)

Members of Editorial Council

Sergey S. Aleksanin — Federal State Organization «A.M. Nikiforov All-Russia Center of Emergency and Radiation Medicine» of EMERCOM of Russia, M.D., Professor (Saint Petersburg, Russian Federation)

Rudolf M. Aleksakhin — Russian Institute of Radiology and Agroecology (Obninsk Russian Federation)

Nataliya S. Bashketova — Saint Petersburg Rospotrebnadzor Department (Saint Petersburg, Russian Federation)

Sergey A. Gorbaney — Northwest Public Health Research Center (Saint Petersburg, Russian Federation)

Damir A. Zaredinov — Uzbekistan Republic Healthcare Ministry, M.D., Professor (Tashkent, Uzbekistan Republic)

Valeriy A. Kashparov — Ukrainian Scientific Research Institute of Agricultural Radiology, Doctor of Biology (Kiev, Ukraine)

Ulmas M. Mirsaidov — Agency for Nuclear and Radiation Safety of the Academy of Sciences of Tajikistan Republic, Doctor of Chemistry, Professor, Academician of AS TR. (Dushanbe, Tajikistan Republic)

David K. Nadareshvili — Center of Experimental Biomedicine after I. Beritashvili (Tbilisi, Georgia)

Viktor K. Ivanov — Medical Radiological Center of Science after A.F. Tsyba — Branch of Federal State Organization «P.A. Herzen Federal Medical Research Center» of Healthcare Ministry», Doctor of Engineering, Professor, corresponding member of the Russian (Obninsk, Russian Federation)

Leonid A. Ilyin — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia after A.I. Burnasyan, M.D., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Tat'yana A. Marchenko — All-Russian Research Institute on the Problems of Civil Defense and Emergency Situations of the Russian EMERCOM, Doctor of Medical Sciences, Professor (Moscow, Russian Federation)

Aleksandr V. Rozhko — Republican Scientific Center of Radiation Medicine and Human Ecology M.D. (Gomel, Belarus Republic)

Genrikh A. Sofronov — Federal State Scientific Organization «Institute of Experimental Medicine», Member of the Russian Sciences Academy, Professor, Doctor of Medical Sciences, (Saint Petersburg, Russian Federation)

Igor' B. Ushakov — Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia after A.I. Burnasyan, Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Honoured Doctor of the Russian Federation, Medical Major General of the Reserve (Moscow, Russian Federation)

Editorial Board

Genrietta V. Arkhangelskaya — Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, M.D. (Saint Petersburg, Russian Federation)

Mikhail I. Balonov — Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Doctor of Biology, Professor (Saint Petersburg, Russian Federation)

Tat'yana B. Baltrukova — Northwest State Medical University after I.I. Mechnikov (Saint Petersburg, Russian Federation)

Sergey M. Vakulovsky — Federal State Budgetary Institution "Research and Production Association «Typhoon», Doctor of Engineering, Professor (Kaluga region, Russian Federation)

Sergey V. Grebenkov — Northwest State Medical University after I.I. Mechnikov, M.D., Professor (Saint Petersburg, Russian Federation)

Elena P. Ermolina — Russian Medical Academy of Postgraduate Education of Russian Healthcare Ministry, Candidate of Medicine (Moscow, Russian Federation)

Irina A. Zvonova — Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Doctor of Engineering (Saint Petersburg, Russian Federation)

Marina V. Kaduka — Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Candidate of biological science (Saint Petersburg, Russian Federation)

Yuriy O. Konstantinov — Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Candidate of Engineering (Saint Petersburg, Russian Federation)

Mattsson Lars Juhan Sören — Professor of medical radiation physics department of Lund University (Malmö, Sweden)

Vasily V. Omelchuk — Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, M.D. (Saint Petersburg, Russian Federation)

Valeriy P. Ramzaev — Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Candidate of Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Victor S. Repin — Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Doctor of Biology (Saint Petersburg, Russian Federation)

Victor Yu. Rybnikov — Federal State Organization «A.M. Nikiforov All-Russia Center of Emergency and Radiation Medicine» EMERCOM of Russia), M.D., Doctor of Psychology, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation (Saint Petersburg, Russian Federation)

Mikhail N. Savkin — All-Russian Scientific Research Institute of Railway Hygiene of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Candidate of Engineering (Moscow, Russian Federation)

Evgeniy V. Shaydakov — Federal State Scientific Organization «Institute of Experimental Medicine», M.D., Professor (Saint Petersburg, Russian Federation)

Natal'ya K. Shandala — Federal Medical Biophysical Center after A.I. Burnasyan of Federal Medical Biological Agency of Russia, M.D., Professor (Moscow, Russian Federation)

СОДЕРЖАНИЕ

Том 10 № 4, 2017

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Голиков В.Ю., Романович И.К.

Обоснование радиологических критериев использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением на основе дозового подхода 6

Левашкина И.М., Алексанин С.С., Серебрякова С.В., Грибанова Т.Г.

О влиянии малых и средних доз радиации на структуру проводящих путей головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде (по данным высокочастотной рутинной и диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии)..... 23

Чипига Л.А., Звонова И.А., Рыжкова Д.В., Меньков М.А., Долгушин М.Б.

Уровни облучения пациентов и возможные пути оптимизации ПЭТ-диагностики в России..... 31

Рехтина Л.С., Соколов Н.В., Библин А.М., Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р.

Проблемы аналитического обеспечения коммуникации рисков: обоснование подходов к разработке исследовательских баз данных по вопросам радиационной безопасности и социальных рисков..... 44

Губин А.Т., Сакович В.А.

Дополнение квазибиологической модели радиогенной заболеваемости раком 53

Соснина С.Ф., Окатенко П.В.

Эндокринно-обменная патология у детей работниц атомного производства..... 59

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР

Барковский А.Н., Рамзаев В.П., Романович И.К.

Проблемы использования минимально значимой активности для регулирования обращения с закрытыми радионуклидными источниками гамма-излучения 67

Брук Г.Я., Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю., Громов А.В., Жеско Т.В., Кадука М.В., Кравцова О.С., Сапрыкин К.А., Степанов В.С., Титов Н.В., Яковлев В.А.

Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов)..... 73

РЕЦЕНЗИИ

Рецензия на учебник Л.А. Ильина, И.П. Коренкова, Б.Я. Наркевича «Радиационная гигиена» 79

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ ЗА 2017 ГОД.....81

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

«РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА»85

CONTENTS

Vol. 10 № 4, 2017

RESEARCH ARTICLES

Golikov V.Yu., Romanovich I.K.

Justification for the radiological criteria for the use of areas with residual radioactive contamination based on the dose approach20

Levashkina I.M., Aleksanin S.S., Serebryakova S.V., Gribanova T.G.

Low and mean radiation doses impact on the cerebral tracts structure of the Chernobyl accident liquidators in the remote period (based on routine and diffusion-tensor magnetic resonance imaging data).....29

Chipiga L.A., Zvonova I.A., Ryzhkova D.V., Menkov M.A., Dolgushin M.B.

Levels of patients exposure and a potential for optimization of the PET diagnostics in the Russian Federation.....42

Rekhtina L.S., Sokolov N.V., Biblin A.M., Repin L.V., Akhmatdinov R.R.

Analytical issues of risk communication. Rationale for approaches to developing research databases on radiation safety and social risks.....51

Gubin A.T., Sakovich V.A.

Addition to the quasi-biological model of radiogenic cancer morbidity58

Sosnina S.F., Okatenko P.V.

Endocrine-metabolic pathology in children of female workers on nuclear industry enterprise 65

SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE

Barkovsky A.N., Ramzaev V.P., Romanovich I.K.

The problems of using exemption activity values for regulating the management of sealed radionuclide sources of gamma-radiation71

Bruk G.Ya., Romanovich I.K., Bazyukin A.B., Bratiloova A.A., Vlasov A.Yu., Gromov A.V., Zhesko T.V., Kaduka M.V., Kravtsova O.S., Saprykin K.A., Stepanov V.S., Titov N.V., Yakovlev V.A.

The average annual effective doses for the population of the settlements of the Russian Federation attributed to zones of radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 201777

REVIEWS

Review of the textbook L.A. Ilyina, I.P. Korenkova, B.Ya. Narkevich «Radiation hygiene» 79

LIST OF ARTICLES FOR 201781

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE –

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....85

Обоснование радиологических критериев использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением на основе дозового подхода

В.Ю. Голиков, И.К. Романович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В статье представлена методология оценки радиологических критериев использования территории (земельный участок с находящимися на нем зданиями) с остаточным радиоактивным загрязнением от так называемой «зеленой площадки», т. е. полного освобождения от радиационного контроля, до введения ряда ограничений на использование территории. В соответствии с целями дальнейшего использования территории рассмотрен ряд сценариев и путей облучения населения. Определен набор моделей и их параметров, соответствующих количеству рассматриваемых путей облучения. Полагая равномерное распределение радионуклида с единичной концентрацией в зоне источника, методом стохастического моделирования рассчитывали распределение эффективных доз у населения, проживающего на территории с остаточным радиоактивным загрязнением для различных сценариев облучения, 95% квантиль которого приписывали дозе у представителей критической группы населения. После этого необходимое значение радиологического критерия в зависимости от реализуемого сценария определяли как отношение граничного значения годовой эффективной дозы $E_L = 0,3$ мЗв и 95% квантиля в распределении эффективной дозы от единичного загрязнения. Представлены численные значения радиологических критериев при нахождении радионуклидов в почве как для сценариев облучения, соответствующих постоянному проживанию населения на загрязненной территории, так и при рекреационном ее использовании. Дополнительно рассмотрен так называемый производственный сценарий, соответствующий ограниченному времени пребывания на загрязненной территории и одновременному воздействию радионуклидов, содержащихся как в почве, так и в конструкциях зданий. Проведено сравнение результатов собственных расчетов с данными других авторов.

Ключевые слова: снятие с эксплуатации установок, радиологический критерий освобождения площадки, сценарии облучения, пути облучения, стохастическое моделирование, эффективная доза.

Введение

Использование территорий с остаточным радиоактивным загрязнением, обусловленным результатами прошлой деятельности, например при выводе из эксплуатации объектов атомной энергетики, связано с процедурой снятия с этих территорий (объектов) всех или некоторых регулирующих требований радиационной безопасности. Одним из наиболее важных понятий этой процедуры является достижение «конечного состояния» (end-state) территории (земельного участка с находящимися на нем зданиями), характеризующегося уровнем остаточного радиоактивного загрязнения, позволяющим ее использование для конкретных целей (для неограниченного ис-

пользования (так называемая «зеленая площадка») или использования с теми или иными ограничениями).

Требования безопасности МАГАТЭ WS-R-5 [1], адресованные этому вопросу, констатируют, что участки территории, на которых располагались объекты атомной энергетики, подлежат очистке, и эта деятельность является составной частью работ по выводу их из эксплуатации.

Для установления последующего статуса территории могут быть использованы как дозовый критерий, так и критерий на основе ограничения риска от дополнительного облучения за счет остаточного радиоактивного загрязнения у населения. В первом случае для неограниченного использования территории по радиологическому фактору следует обеспечить, чтобы годовая эффективная

Голиков Владислав Юрьевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: sg235@rambler.ru

доза, получаемая членами критической группы населения, оставалась ниже заданного граничного значения, как правило, 10–300 мкЗв/год. Во втором случае ограничивают значение пожизненного риска от облучения этим источником, как правило, в диапазоне 10^{-6} – 10^{-4} [2–5]. При этом считается, что процедуры оптимизации ниже граничного значения годовой эффективной дозы 10 мкЗв/год будут, скорее всего, не оправданы с точки зрения радиологической защиты. Для ограниченного использования территории следует обеспечить, чтобы, с учетом введенных ограничений, годовая эффективная доза не превышала значение, равное 300 мкЗв/год, и чтобы, если в будущем ограничения действовать перестанут, годовая эффективная доза не могла превысить 1 мЗв/год [1].

Относительно соотношения величин доз при освождении территорий и освобождения материалов от радиационного контроля руководство по безопасности [1] оговаривает, что в отношении территорий целесообразно допускать более высокое значение годовой граничной дозы (т.е. 200–300 мкЗв/год), по сравнению с освобождением от контроля материала (т.е. 10–20 мкЗв/год). Отметим, что значения удельных активностей радионуклидов, указанные в Приложении 3 к ОСПОРБ 99/2010, соответствуют значению годовой граничной дозы 10 мкЗв/год или уровню пожизненного риска около 10^{-6} .

Данные литературы [2, 4, 5, 7] показывают, что наиболее часто остаточное радиоактивное загрязнение почвы связано со следующими радионуклидами: H-3, C-14, Cs-137, Co-60, Sr-90, Ra-226, изотопами урана и трансуранными элементами. При этом такие мобильные элементы, как углерод и стронций, встречаются как в почве, так и в воде, а очень мобильный тритий – преимущественно в воде.

Уровень остаточного радиоактивного загрязнения территории и соответствующий ему уровень дозы облучения населения, позволяющий ее использование для конкретных целей, как правило, определяется с помощью радиозэкологического моделирования с использованием различных сценариев и путей облучения людей. Желательно, чтобы такого рода моделирование позволяло оценивать как частные значения радиологических критериев для конкретных случаев и территорий с известным изотопным составом загрязнения, известными метеорологическими, гидрологическими и другими характеристиками, так и их более общие значения для больших регионов (страны), не учитывающие специфические детали отдельных территорий, но рассматривающие все возможные пути облучения человека и демонстрирующие общие подходы и алгоритмы решения данной задачи в целом.

В настоящее время для решения такого рода задач широкое распространение в мире получил пакет компьютерных программ RESRAD (RESidual RADioactivity), разработанный в Argonne National Laboratory под эгидой DOE и NRC США [8]. В своей работе мы использовали подходы и некоторые предварительные результаты расчетов (см. ниже), полученные с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2 и RESRAD-BUILD 3.5.

Цель исследования – разработка методологии определения значений концентраций радионуклидов в почве и конструкциях зданий, соответствующих заданному годовому значению эффективной дозы облучения пред-

ставителей критической группы населения при данном сценарии облучения, зависящем от дальнейших целей использования территории с остаточным радиоактивным загрязнением.

Материалы и методы

Рассматриваемые сценарии и пути облучения

В качестве граничного значения годовой эффективной дозы (согласно МКРЗ 60 [9]) у представителей критической группы населения, допускающего освобождение территории без ограничений по радиологическому фактору, использовали значение 0,3 мЗв/год. В качестве представителя критической группы населения в рамках решаемой задачи рассматривался гипотетический индивид, который будет подвергаться облучению от остаточного радиоактивного загрязнения территории (почвы и зданий), согласно сценариям, определенным в зависимости от дальнейших целей ее использования, и доза которого не превысит граничное значение с вероятностью 95%.

Рассматривались следующие сценарии облучения людей, как без каких-либо ограничений использования территории, так и с введением ряда ограничений по ее использованию:

1. *Сценарий 1 (жители сельского населенного пункта, фермеры)* предполагает постоянное проживание на загрязненной территории и неограниченное сельскохозяйственное использование земли, включающее производство и потребление продукции растениеводства и животноводства, потребление природных продуктов (грибов и ягод), потребление рыбы и питьевой воды из водоемов (колодцев, скважин), расположенных на этой территории.

2. *Сценарий 2 (жители пригорода, ПГТ)* предполагает постоянное проживание на загрязненной территории и ограничение на сельскохозяйственное использование земли (производство и потребление только продукции растениеводства – приусадебное хозяйство).

3. *Сценарий 3 (жители города)* предполагает постоянное проживание человека в городской застройке без сельскохозяйственного использования загрязненной земли.

4. *Сценарий 4 (работающие на загрязненной территории)* предполагает временное нахождение на загрязненной территории, включая пребывание внутри зданий и сооружений (2000 ч/год).

5. *Сценарий 5* предполагает временное нахождение на загрязненной территории (суммарно 1 месяц в году) и рекреационное ее использование (туризм).

Рассматривались следующие возможные пути облучения представителей критической группы населения:

– Прямое внешнее облучение от радионуклидов, содержащихся в почве или конструкциях зданий.

– Внутреннее облучение за счет ингаляции радионуклидов, находящихся в воздухе за счет их ресуспензии (внутреннее облучение за счет радона не рассматривалось).

– Внутреннее облучение за счет пищевого поступления радионуклидов в организм с продуктами питания (растительного и животного происхождения), питьевой водой, рыбой из местных водоемов.

– Внутреннее облучение за счет прямого поступления радионуклидов в организм с частицами почвы.

Перечень путей облучения, учитываемых при рассмотрении того или иного сценария, представлен в таблице 1.

Используемые здесь модели являются значительным упрощением реальных сложных процессов миграции радионуклидов в окружающей среде. При расчете доз по каждому пути облучения в качестве исходных данных использовали не только средние значения параметров, отражающих те или иные процессы формирования доз, но и их распределения. Как следствие, на выходе расчета получали распределение доз, обусловленное присутствием радионуклидов в почве или конструкциях зданий, 95% перцентиль которого использовали для определения значения концентрации, соответствующей заданной годовой граничной дозе с учетом сценария облучения. Таким образом, используемый здесь метод расчета обеспечивал с вероятностью 95% превышение граничного значения дозы у индивида, подвергающегося облучению от остаточного радиоактивного загрязнения, с учетом заданного сценария облучения и неопределенности исходных данных. Для реализации такого метода расчета значений радиологического критерия (стохастическое моделирование) использовали программу Crystal Ball [10].

Рассматриваемые радионуклиды

Выбор списка радионуклидов (табл. 2), для которых рассчитывались численные значения радиологических критериев, был основан на литературных данных о реальной встречаемости отдельных радионуклидов при освобождении площадок и реабилитации территорий, где использовались объекты атомной энергетики [2, 4, 5, 7], и на значении периода полураспада радионуклида. Выбирались радионуклиды или цепочки радионуклидов с периодом полураспада материнского радионуклида, как правило, более 5 лет. Этот выбор был обусловлен тем обстоятельством, что процедура вывода из эксплуатации объекта атомной энергетики и последующая реабилитация территории занимает достаточно длительное время (как минимум более 10 лет) и короткоживущие радионуклиды успевают в значительной мере распасться.

Как видно из представленного списка, рассматриваются несколько групп радионуклидов, радиологическая опасность которых обусловлена:

- в основном, внешним облучением гамма-излучением (например, Co-60, Cs-137+D);
- внутренним облучением за счет бета-частиц (например, H-3, C-14, Sr-90+D);

Пути облучения, учитываемые при рассмотрении того или иного сценария

Таблица 1

Radiation pathways that are taken into account when considering a particular scenario

[Table 1]

Путь облучения [Pathway]	1 ¹⁾	2	3	4	5
Внешнее облучение от почвы [External exposure from soil]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]
Внешнее облучение от конструкций зданий [External exposure from building constructions]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Да [Yes]	Нет [No]
Ингаляция (ресуспензия) [Inhalation (resuspension)]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]
Внутреннее облучение за счет потребления: [Internal exposure due to consumption of:]					
овощей, зелени [vegetables, greens]	Да [Yes]	Да [Yes]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]
мяса [meat]	Да [Yes]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Да (дичь, Cs) [Yes (game, Cs)]
молока [milk]	Да [Yes]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]
рыбы [fish]	Да [Yes]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Да [Yes]
грибов и ягод [mushrooms and berries]	Да [Yes] (Cs, Sr, Pu)	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Да [Yes] (Cs, Sr, Pu)
воды [drinking water]	Да [Yes]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]
частиц почвы [soil particles]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]	Да [Yes]

¹⁾номер сценария.
[¹⁾number of scenario].

Таблица 2
Рассматриваемый список радионуклидов
[Table 2
The list of radionuclides under consideration]

Радионуклид [Radionuclide]	Период полураспада ($T_{1/2}$), лет [Half-life ($T_{1/2}$), years]	K_i^{kerma} , (мГр/год)/ (Бк/кг) ¹⁾ [(mGy/yr)/(Bq/kg)]
H-3	12,4	–
C-14	5,73	–
Cs-137+D ²⁾	30	1,31E-03
Sr-90+D	29,1	–
Ra-226+D	1,6E03 ³⁾	3,53E-03
Am-241+D	432	2,22E-05
Co-60	5,27	5,40E-03
Pu-239	2,41E04	3,23E-07
Th-232	1,41E10	5,67E-07
U-234	2,45E05	6,88E-07
U-238+D	4,47E09	4,13E-05

¹⁾ см. соотношение (1) ниже;

²⁾ +D означает включение в рассмотрение дочерних радионуклидов с периодом полураспада менее 6 месяцев;

³⁾ E03 означает 10³.

[¹⁾see the ratio (1) below;

²⁾ +D means that the daughter decay products (half-life > 6 months) of the radionuclide have been included into consideration;

³⁾ E03 = 10³]

– комбинированным облучением (внешним + внутренним) за счет гамма-излучения и альфа-частиц (например, Ra-226+D).

Анализ путей облучения

При характеристике каждого пути облучения можно выделить следующие основные моменты:

1. Анализ источника излучения включает рассмотрение геометрии источника, его концентрации в почве, распад и нарастание концентрации присутствующих дочерних радионуклидов и их удаление из зоны источника благодаря процессам эрозии, выщелачивания и диффузии.

2. Анализ миграции радионуклидов в окружающей среде связан с проблемами идентификации путей миграции радионуклидов от источника к месту облучения человека и определению скоростей миграции вдоль этих путей.

3. Использование соответствующих дозовых коэффициентов позволяет перейти от концентрации нуклида в среде к характеристикам облучения человека.

4. Сценарий облучения, определяющий поведение человека на загрязненной территории, существенным образом влияет на дальнейшее использование высвобождаемой площадки.

Внешнее облучение

В качестве источника внешнего излучения использовали слой почвы толщиной 30 см плотностью 1,5 г/см³ с равномерно распределенным в ней радионуклидом, а в качестве характеристики поля излучения – значение кер-

мы в воздухе на высоте 1 м над почвой. Горизонтальные размеры источника не были ограничены. Т. е. фактически для энергий гамма-излучения радионуклидов, представленных в таблице 2, геометрия этого источника соответствовала полупространству [11]. В качестве характеристики облучения представителей критической группы населения использовали годовое значение эффективной дозы $E_i^{ext}(t)$ (согласно МКРЗ 60), рассчитываемое для i-го радионуклида с использованием соотношения:

$$E_i^{ext}(t) = C_i^{soil}(t) \cdot K_i^{kerma} \cdot K_i^E \cdot K_{snow} \cdot (ShF \cdot OF_{in} + (1 - OF_{in})), \text{ мЗв/год (1)}$$

где: $C_i^{soil}(t)$ – концентрация i-го радионуклида в почве, Бк/кг;

K_i^{kerma} – дозовый коэффициент, равный значению кермы в воздухе на высоте 1 м над объемным источником (почвой) в виде полупространства с равномерным распределением i-го радионуклида с концентрацией 1 Бк/кг, (мГр/год)/(Бк/кг);

K_i^E – коэффициент перехода от значения кермы в воздухе к значению эффективной дозы у взрослого человека (согласно МКРЗ 60) в изотропном поле гамма-излучения i-го радионуклида, Зв/Гр;

K_{snow} – усредненный в течение года коэффициент экранирования поля излучения источника снежным покровом, отн. ед.;

OF_{in} – фактор времени, равный отношению среднегодового значению времени пребывания представителей критической группы населения внутри помещений на загрязненной территории, отн. ед.;

ShF – защитный фактор помещения, равный отношению мощностей доз гамма-излучения внутри и вне помещения, отн. ед.

Значения дозового коэффициента K_i^{kerma} для радионуклидов, указанных в таблице 2, были рассчитаны на основании данных для ряда моноэнергетических источников гамма-излучения из работы [11] с учетом схемы распада радионуклидов [12]. Их значения представлены в таблице 2. В качестве значения коэффициента K_i^E для гамма-излучения с энергией от 0,06 до 3 МэВ в изотропном поле гамма-излучения использовали нормально распределенную величину со средним значением 0,72 Зв/Гр [13] и значением среднего квадратичного отклонения 0,05 Зв/Гр, оцененного для взрослого человека весом от 40 до 120 кг на основании данных из [14].

В качестве параметра K_{snow} использовали величину с равномерным распределением в диапазоне значений 0,8–1. Фактор времени OF_{in} соответствовал группе взрослого населения, работающего преимущественно вне помещений, и являлся нормально распределенной величиной со средним значением 0,635 и значением среднего квадратичного отклонения 0,18. Данные в отношении K_{snow} и OF_{in} были основаны на результатах исследований на территориях России, загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС [15–17].

Значения защитного фактора помещения (ShF) в зависимости от энергии гамма-излучения источника оценивались на основании результатов расчетов методом Монте Карло для одноэтажного здания размером 10×10 м, высотой потолков 2,5 м, стенами из бетона толщиной 10 см и бетонным полом толщиной 10 см с подсыпкой гравием 10 см [18, 19]. В отличие от «чернобыльской» ситуации, в этом случае источник излучения находился как в почве вне здания, так и в почве под полом здания. Распределение

значений ShF аппроксимировалось ограниченным лог-нормальным распределением (нижний предел – 0,01, верхний предел – 0,9) с геометрическим средним, зависящим от энергии гамма-излучения источника ($ShF = 0,2, 0,27, 0,35$ для 0,3 МэВ, 0,66 МэВ и 1,25 МэВ соответственно) и постоянным значением геометрического стандартного отклонения, равным 1,8 [16, 17].

Внутреннее облучение за счет ингаляции радионуклидов, находящихся в воздухе, за счет их ресуспензии

Рассматривался ингаляционный путь поступления радионуклидов в организм человека только за счет их ресуспензии – ветрового подъема с частицами загрязненной почвы. Поступление радионуклидов в организм человека и соответствующая доза, как и в случае внешнего облучения, зависит от времени пребывания людей внутри и вне помещений и интенсивности их дыхания и определяется соотношением:

$$E_i^{inh}(t) = C_i^{air}(t) \cdot e_i^{inh} \cdot V \cdot (0,4 \cdot OF_{in} + (1 - OF_{in})), \text{ мЗв/год} \quad (2)$$

где: $C_i^{air}(t)$ – концентрация i -го радионуклида в воздухе, Бк/м³; e_i^{inh} – дозовый коэффициент, определяющий ожидаемую (за 50 лет) эффективную дозу внутреннего облучения, соответствующую ингаляционному пути поступления радионуклида в организм в рассматриваемом году, мЗв/Бк; 0,4 – принятое соотношение концентраций радионуклида в помещении и на открытом воздухе, отн. ед. [20]; OF_{in} – фактор времени, равный отношению среднегодовому значению времени пребывания представителей критической группы населения внутри помещений на загрязненной территории, отн. ед.;

V – годовой объем вдыхаемого воздуха для представителей взрослого населения, м³/год.

Значения C_i^{air} рассчитывали с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2 [8]. В этой программе по умолчанию для расчета C_i^{air} используется консервативная оценка значения массы почвенных частиц (размером ~ 1 мкм), содержащихся в единице объема воздуха, вследствие ветрового подъема – 10⁻⁴ г/м³. Это среднее значение учитывало как короткие периоды высокого содержания пыли в воздухе (специфические сельскохозяйственные работы), так и длительные периоды с гораздо меньшей ее концентрацией в воздухе [21]. Дополнительно учитывалось разбавление радиоактивной пыли для участка ограниченных размеров переносом «чистой» пыли с незагрязненной территории. Так, для участка размером 1 га расчетное значение фактора разбавления составляло 0,168 [22]. Однако при выполнении собственных оценок эффективной дозы за счет ингаляции мы не учитывали фактор разбавления, т.е. содержание радионуклидов в воздухе за счет ветрового подъема при их концентрации в почве 1 Бк/кг полагали равным 10⁻⁷ Бк/м³.

Значения e_i^{inh} заимствовали из НРБ 99/09, а в качестве распределения величины V использовали треугольное распределение с минимальным, наиболее вероятным и максимальным значениями 4220, 8100 и 12400 м³/год соответственно.

Внутреннее облучение за счет поступления радионуклидов в организм с продуктами питания и питьевой водой

Рассматривались следующие категории сельскохозяйственных продуктов: зелень листовая, овощи (кроме картофеля), картофель, молоко, мясо и рыба. Радиоактивное загрязнение молока и мяса животных моделировалось через потребление ими загрязненного корма (травы). Кроме того, в рамках сценариев 1 и 5 моделировали потребление человеком таких природных продуктов, как грибы, ягоды и дичь.

Пути облучения за счет пищевого поступления радионуклидов в организм можно разделить на связанные и не связанные с водным переносом радионуклидов. Вклад в дозу внутреннего облучения, связанный с водным переносом радионуклидов (в основном за счет потребления питьевой воды и рыбы), будет отсрочен, как правило, на длительное время, пока радионуклид достигнет водных горизонтов и поверхностных вод. Таким образом, вклады в дозу, связанные с водным переносом радионуклидов и не связанные с ним, будут существенно разнесены по времени.

Дозу внутреннего облучения за счет поступления радионуклидов в организм с продуктами питания и водой оценивали согласно следующим соотношениям:

для продуктов растениеводства

$$E_{i,p}^{ing}(t) = C_i^{soil}(t) \cdot e_i^{ing} \cdot \sum_k V_k \cdot CR_{ik}, \text{ мЗв/год}, \quad (3)$$

для продуктов животноводства (молоко и мясо)

$$E_{i,m}^{ing}(t) = C_i^{soil}(t) \cdot CR_{gr} \cdot e_i^{ing} \cdot (V_{milk} \cdot 55 \cdot F_{milk} + V_{meat} \cdot 68 \cdot F_{meat}), \text{ мЗв/год}, \quad (4)$$

для питьевой воды

$$E_{i,w}^{ing}(t) = C_i^{water}(t) \cdot e_i^{ing} \cdot V_w, \text{ мЗв/год} \quad (5)$$

для пресноводной рыбы

$$E_{i,F}^{ing}(t) = C_i^{water}(t) \cdot e_i^{ing} \cdot V_F \cdot CR_{iF}, \text{ мЗв/год} \quad (6)$$

где e_i^{ing} – дозовый коэффициент для i -го радионуклида в случае его перорального поступления в организм человека, мЗв/Бк;

C_i^{water} – концентрация i -го радионуклида в воде, Бк/л;

V_k , V_{milk} , V_{meat} , V_w , V_F – годовое потребление (кг/год, л/год) пищевых продуктов и питьевой воды (табл. 3);

CR_{ik} – отношение концентраций i -го радионуклида в k -м продукте растениеводства к его концентрации в почве [23], пересчитанное к (Бк/кг (влажный вес в k -м продукте))/(Бк/кг (сухой вес в почве));

CR_{gr} – то же для травы [23];

CR_{iF} – отношение концентраций i -го радионуклида в мышцах пресноводной рыбы к его концентрации в воде [23], л/кг;

F_{milk} , F_{meat} – коэффициенты, от которых зависит переход радионуклидов в молоко и мясо соответственно, определяемые как отношение концентрации i -го радионуклида в молоке или мясе к ежедневному поступлению его в организм животного с кормом, день/л или день/кг [23];

55 и 68 кг/день – потребление корма коровами, дающими молоко и мясо, соответственно [20].

Значения C_i^{water} рассчитывали с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2 [8].

Годовое потребление каждого пищевого продукта моделировалось треугольным распределением, параметры которого были определены на основании чернобыльских исследований [24] и представлены в таблице 3.

Таблица 3
Параметры треугольных распределений, моделирующих годовое потребление пищевых продуктов
[Table 3
Parameters of triangular distributions that model annual consumption of foodstuffs]

Продукт [Foodstuff]	V, кг/год [V, kg/yr]		
	Наиболее вероятное [Most likely]	Минимум [Minimum]	Максимум [Maximum]
Мясо [Meat]	44	19	71
Молоко [Milk]	89	53	127
Картофель [Potato]	100	66	143
Рыба [Fish]	6,2	1,0	16
Зелень листовая [Green]	1,7	0	3
Овощи (кроме картофеля) [Vegetables (except potatoes)]	93	61	130

Распределение потребления питьевой воды моделировалось ограниченным логарифмически нормальным распределением (нижний предел – 100, верхний предел – 1000) с геометрическим средним 730 л/год и геометрическим стандартным отклонением, равным 1,6 [20].

Распределения величин CR_{ik} , CR_{gr} , CR_{ip} , F_{milk} , F_{meat} моделировались ограниченными логарифмически нормальными распределениями, параметры которых были оценены на основании данных, опубликованных в [23].

Внутреннее облучение за счет прямого поступления радионуклидов в организм с частицами почвы

Ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения за счет прямого поступления радионуклидов в организм с частицами почвы зависит от прямого годового потребления почвы человеком и концентрации радионуклида в почве и определяется соотношением:

$$E_{i,soil}^{ing}(t) = C_i^{soil}(t) \cdot e_i^{ing} \cdot V_{soil}, \text{ мЗв/год, (7)}$$

где V_{soil} – годовое потребление почвы, кг/год.

Годовое потребление почвы моделировалось треугольным распределением с минимальным, наиболее вероятным и максимальным значениями 0; 18,3 и 36,5 г/год соответственно [20].

Суммарная доза внутреннего облучения за счет поступления радионуклидов в организм с продуктами питания, водой и почвой определяется суммой отдельных компонентов, рассчитываемых согласно соотношениям (3)–(7).

Радиологический критерий использования освобождаемой площадки

Математически в рамках дозового подхода условие дальнейшего использования освобождаемой площадки без радиологических ограничений можно записать следующим образом:

$$E(t) \leq E_L, \quad t_r \leq t \leq t_h, \quad (8)$$

где $E(t)$ – средняя годовая эффективная доза облучения представителей критической группы населения через t лет после заключительного радиологического обследования площадки, мЗв/год;

$E_L = 0,3$ мЗв/год – значение годовой граничной эффективной дозы;

t_r – время освобождения площадки из-под радиационного контроля (по умолчанию – 1 год);

t_h – рассматриваемый временной горизонт для расчета дозы (по умолчанию – 1000 лет);

Принято, что $t=0$ соответствует времени выполнения заключительного радиологического обследования площадки органами государственного надзора.

В случае смеси равномерно распределенных в зоне источника радионуклидов неравенство (8) можно переписать следующим образом:

$$M(t) = \sum_i C_i(0) / G_i(t_m) \leq 1, \quad t_r \leq t \leq t_h, \quad (9)$$

где $M(t) = E(t)/E_L$ – доля граничной дозы, получаемая представителем критической группы населения во время t после заключительного радиологического обследования площадки, отн. ед.;

$C_i(0)$ – начальная (на момент заключительного радиологического обследования) концентрация i -го радионуклида в зоне радиоактивного загрязнения ($t = 0$), Бк/кг;

$G_i(t_m)$ – минимальное значение концентрации i -го радионуклида в зоне радиоактивного загрязнения при $t = t_m$ внутри интервала времени $t_r \leq t \leq t_h$, соответствующее значению граничной дозы E_L , Бк/кг.

Неравенство (9) соответствует случаю одновременного воздействия нескольких радионуклидов.

Значение $G_i(t_m)$ для i -го радионуклида, равномерно распределенного в зоне источника, определяется следующим образом:

$$G_i(t_m) = E_L / ESR_i(t = t_m), \quad (10)$$

где $ESR_i(t) = \sum_j ESR_{ip,j}(t)$ – отношение эффективной дозы к концентрации i -го радионуклида в зоне источника в момент времени t , (мЗв/год)/(Бк/кг), и

$ESR_{ip}(t)$ – отношение эффективной дозы к концентрации i -го радионуклида в зоне источника при p -м пути облучения в момент времени t , (мЗв/год)/(Бк/кг).

Значение $ESR_{ip}(t)$ определяется следующим образом:

$$ESR_{ip}(t) = E_{ip}(t) / C_i(0), \quad (11)$$

где $E_{ip}(t)$ – значение годовой эффективной дозы, получаемой представителем критической группы населения за счет i -го радионуклида (и его дочерних продуктов) при p -м пути облучения в момент времени t ;

Собственно расчет значений $G_i(t_m)$ в почве и конструкциях зданий для выбранного списка радионуклидов и являлся целью настоящей работы.

Результаты и обсуждение

Результаты расчетов значений радиологического критерия при содержании радионуклидов в почве

Вначале с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2 [8] проводили предварительные расчеты величины $ESR_i(t)$ с целью нахождения значения времени $t=t_m$ внутри интервала времени $0 \leq t \leq 1000$ лет для разных радионуклидов, которое соответствует максимальному значению $ESR_i(t=t_m)$. Примеры результатов этих расчетов приведены на рисунках 1 и 2.

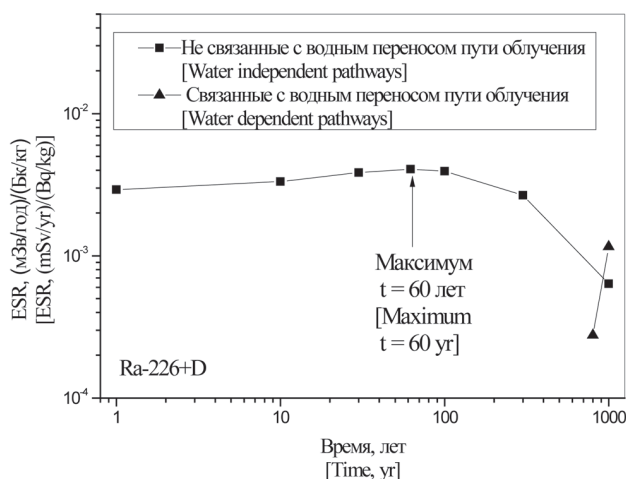


Рис. 1. Динамика величины $ESR(t)$ (сценарий 1) в случае загрязнения почвы цепочкой радионуклидов Ra-226+D
[Fig. 1. Dynamics of the value of $ESR(t)$ (scenario 1) in the case of soil contamination by the chain of radionuclides Ra-226+D]

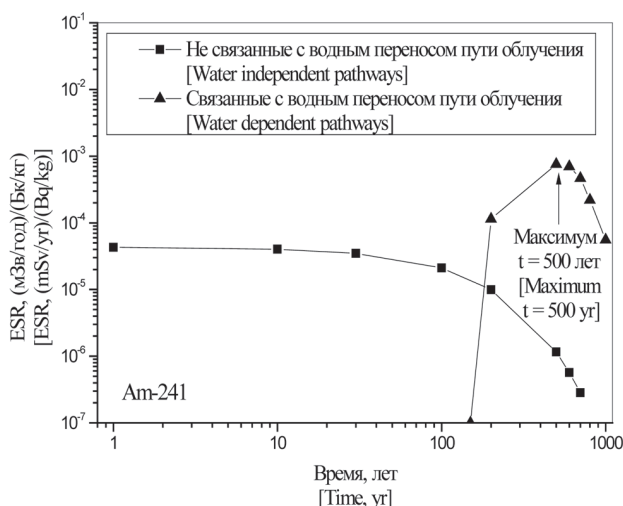


Рис. 2. Динамика величины $ESR(t)$ (сценарий 1) в случае загрязнения почвы радионуклидом Am-241+D
[Fig. 2. Dynamics of the $ESR(t)$ value (scenario 1) in the case of soil contamination by the radionuclide Am-241+D]

Существуют два вида причин появления максимума $ESR_i(t)$ при $t > 0$ лет: накопление с течением времени дочерних продуктов, как в случае Ra-226 + D (см. рис. 1), или проникновение с течением времени радионуклида в водные горизонты, питьевую воду и рыбу, как в случае Am-241+D (см. рис. 2). Результаты предварительных расчетов показали,

что из 11 радионуклидов, представленных в таблице 2, в двух случаях (Ra-226+D и Th-232) появление максимума значения функции $ESR_i(t)$ при $t > 0$ обусловлено накоплением дочерних продуктов и в двух случаях (Am-241+D и U-238+D) – проникновением радионуклида в водные горизонты. Для остальных радионуклидов максимум значения $ESR_i(t)$ реализуется в первый год после проведения заключительного радиологического обследования площадки.

На следующем этапе расчета, используя значения концентрации радионуклидов в почве, воде и воздухе при $t=t_m$, рассчитанные ранее с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2, на базе соотношений (2)–(7) и программы Crystal Ball [10] рассчитывались распределения величин $ESR_{ip}(t=t_m)$, $ESR_{iv}(t=t_m)$. Затем, используя значение 95% перцентиля распределения, согласно соотношению (10), рассчитывали необходимое значение радиологического критерия $G_i(t_m)$ для i -го радионуклида.

На рисунках 3–5 представлены результаты расчетов распределения величины $ESR(t=t_m)$ для представителей различных групп радионуклидов, согласно сценарию 1 (основной сценарий, включающий максимальное количество путей облучения):

1. Co-60 (см. рис. 3) представляет группу радионуклидов, для которых основным (критическим) путем облучения является внешнее облучение. Для Co-60 соотношение средних значений распределения дозы внешнего облучения и суммарной дозы составляет около 0,99.

2. Для такого широко распространенного при решении задач реабилитации загрязненных площадок (территорий) радионуклида, как Sr-90+D, критический путь облучения связан с внутренним облучением, обусловленным потреблением сельскохозяйственных продуктов питания растительного происхождения (см. рис. 4). Соотношение средних значений распределения дозы внутреннего облучения за счет потребления зелени, овощей и картофеля с приусадебного хозяйства и суммарной дозы составляет 0,82.

3. Для радионуклидов, способных в течение рассматриваемого времени $0 \leq t \leq 1000$ лет проникнуть в водные горизонты, как правило, критическим путем облучения становится путь, связанный с потреблением питьевой воды и рыбы. В качестве представителя этой группы радионуклидов на рисунке 5 представлены результаты расчетов распределения величины $ESR(t=500 \text{ лет})$ для Am-241+D. В этом случае соотношения средних значений распределений дозы за счет потребления воды и рыбы и суммарной дозы облучения составляли 0,82 и 0,16 соответственно.

В таблице 4 представлены результаты сравнения значений $G_i^{soil}(t_m)$ в почве, полученных различными авторами, для ряда радионуклидов при условиях облучения, согласно сценарию 1. Как уже отмечалось выше, такого рода расчеты очень часто выполнялись с помощью пакета программ RESRAD и набора исходных параметров, содержащихся в описаниях к этому пакету программ. В настоящей работе на стадии предварительных расчетов также использовали программу RESRAD-ONSITE 7.2, но только для оценки значения времени реализации максимального значения функции $ESR(t=t_m)$ и значения концентрации радионуклидов в это время в почве, воздухе и воде. Далее программа RESRAD-ONSITE 7.2 не использовалась, а вместо нее с помощью стохастического моде-

лирования на базе программы Crystal Ball рассчитывали распределение величины $ESR(t=t_m)$ и необходимое для оценки $G_i^{soil}(t_m)$ в почве значение 95% квантиля этого распределения. При проведении этих расчетов в качестве исходных параметров, входящих в уравнения (2)–(7), использовали данные из технического документа МАГАТЭ

[23], а также результаты собственных чернобыльских исследований [16, 17, 24]. То есть используемый в настоящей работе набор параметров моделей, определяющих дозы облучения, частично отличался от аналогичного набора параметров, используемых по умолчанию в программе RESRAD-ONSITE 7.2.

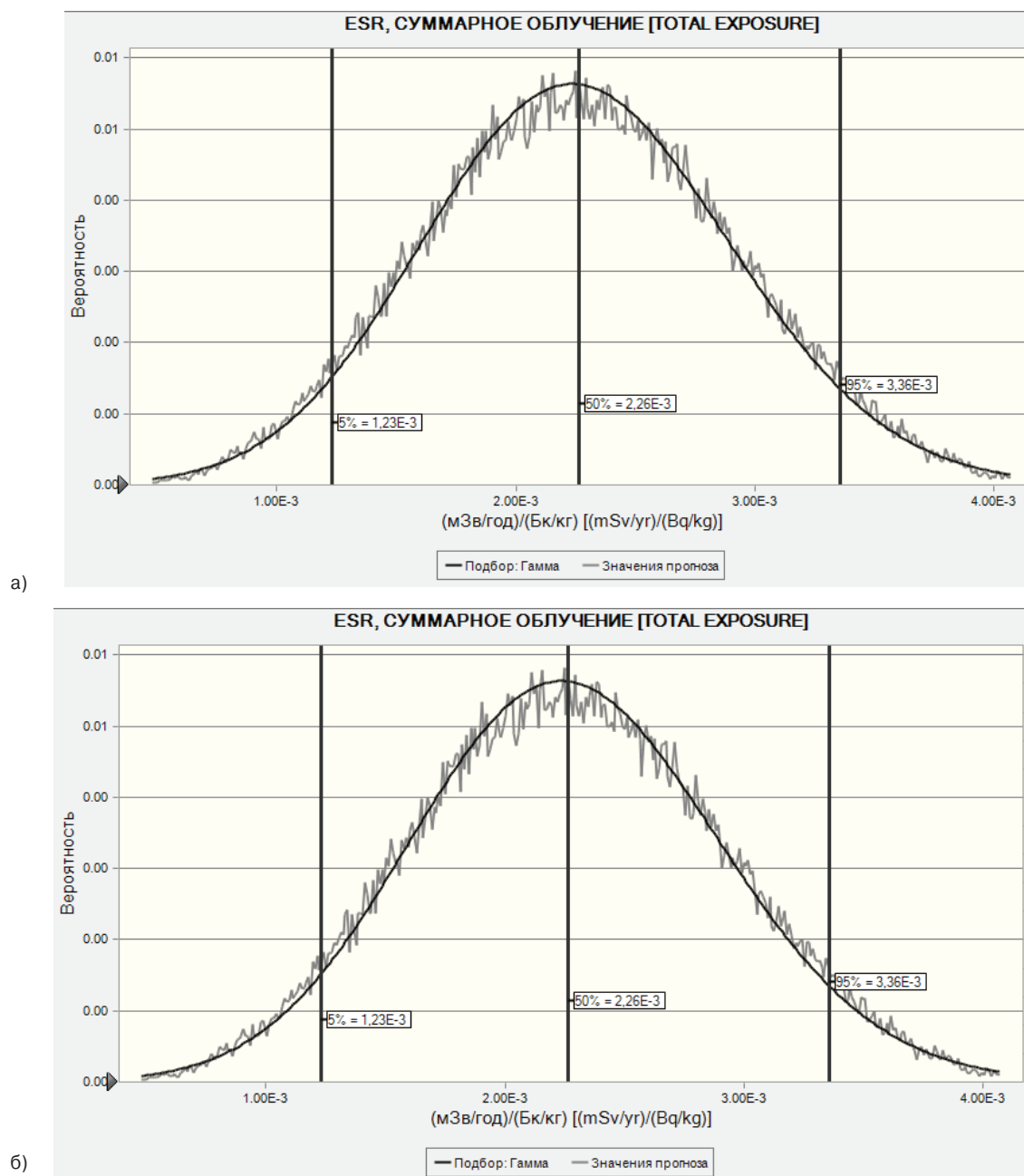


Рис. 3. Распределение величины ESR для радионуклида Co-60 в первый год после проведения заключительного радиологического обследования площадки в случае: а) – суммарного облучения за счет всех путей и б) – только внешнего облучения
[Fig. 3. The distribution of ESR values for the radionuclide Co-60 in the first year after the final radiological survey of the site in the case: a) the total exposure through all pathways, and b) only external exposure]

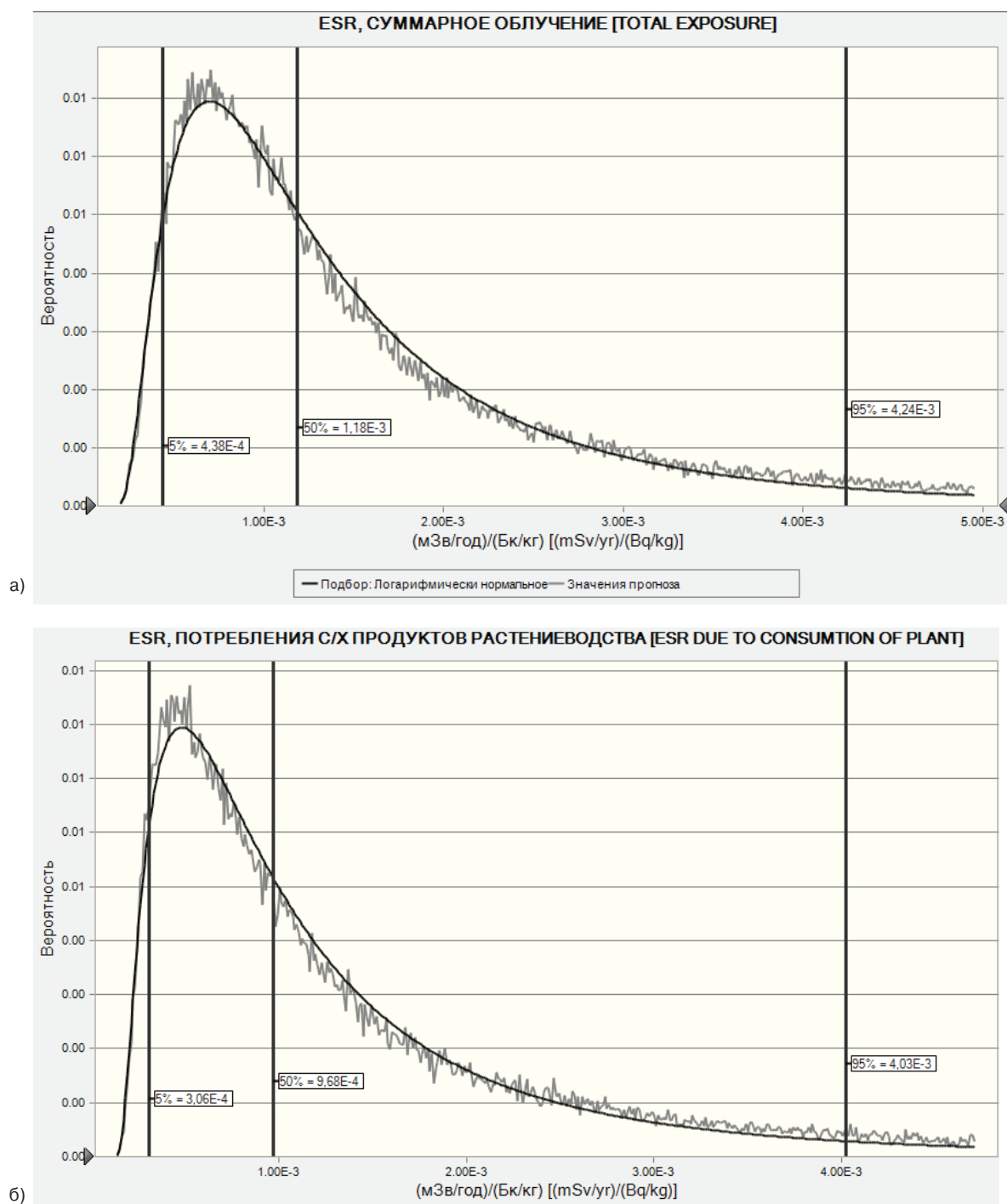
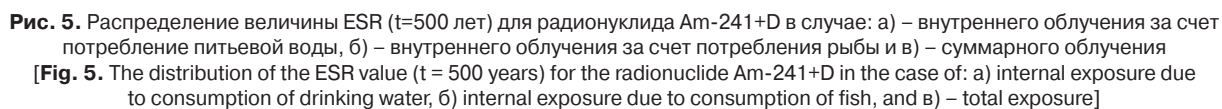


Рис. 4. Распределение величины ESR для радионуклида Sr-90+D в первый год после проведения заключительного радиологического обследования площадки в случае: а) – суммарного облучения за счет всех путей и б) – внутреннего облучения только за счет продуктов растениеводства

[Fig. 4. The distribution of ESR values for the radionuclide Sr-90+D in the first year after the final radiological survey of the site in the case: a) the total exposure through all pathways, and b) internal exposure due to consumption of plant growing products]



Для проведения тестирования собственной методики расчетов использовали:

1. Результаты расчетов, полученные нами для аналогичных вариантов с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2. В этом случае мы обладали наибольшим количеством информации о проведении расчетов обоими методами.

2. Результаты расчетов, опубликованные за рубежом [25–28].

К сожалению, в доступной нам российской литературе такого рода результаты обнаружить не удалось. Результаты сравнения представлены в таблице 4.

Сравнительный анализ результатов (см. выше п. 1) показал следующее:

1. Необходимым и достаточным условием близости результатов расчетов, полученных разными методами,

является близость как центральных характеристик распределения расчетной величины (среднее значение, медиана), так и характеристик ее рассеяния (среднее квадратичное отклонение, стандартное геометрическое отклонение). Этим условиям полностью соответствовали, например, результаты расчетов для радионуклида Cs-137+D (рис. 6).

2. Для некоторых радионуклидов центральные характеристики распределения расчетной величины оказались близки, но характеристики ее рассеяния, полученные разными методами, существенно различались. Примером такой ситуации может служить сравнение распределений величины ESR для радионуклида Ra-226+D (рис. 7). В этом случае значения медиан распределений величины ESR различаются всего лишь на 15%, тогда как соотношения 95% и 50% квантилей для двух методов

Таблица 4

Сравнение результатов расчетов значений $G_i^{soil}(t_m)$ (сценарий 1), полученных различными авторами

[Table 4]

[Comparison of calculations results of the values $G_i^{soil}(t_m)$ (scenario 1) obtained by different authors]

Радионуклид [Radionuclide]	t_m , лет [t_m , year]	$G_i^{soil}(t_m)$, Бк/кг [$G_i^{soil}(t_m)$, Bq/kg]					
		Данная работа [Present work]	RESRAD-ONSITE 7.2 ¹⁾	[25]	[26]	[27]	[28]
Cs-137+D	1	200	220	400	490	460	270
Sr-90+D	1	70	50	89	75	80	1000
Ra-226+D	62	10	56	–	27	75	–
Am-241+D	500	200	310	1,6E03	94	727	8,4E03
Co-60	1	90	120	89	170	–	180
Pu-239	1	2,5E03	2,1E03	1,5E03	100	1,3E03	1,2E04
Th-232	100	50	20	–	49	1000	–
U-234	1	1,6E03	6,0E03	4,1E03	580	–	1,8E04
U-238+D	1000	1,4E03	2,3E03	3,0E03	22	60	3,3E03

¹⁾ собственные расчеты с помощью программы RESRAD-ONSITE 7.2.

[¹⁾ own calculations using RESRAD-ONSITE 7.2]

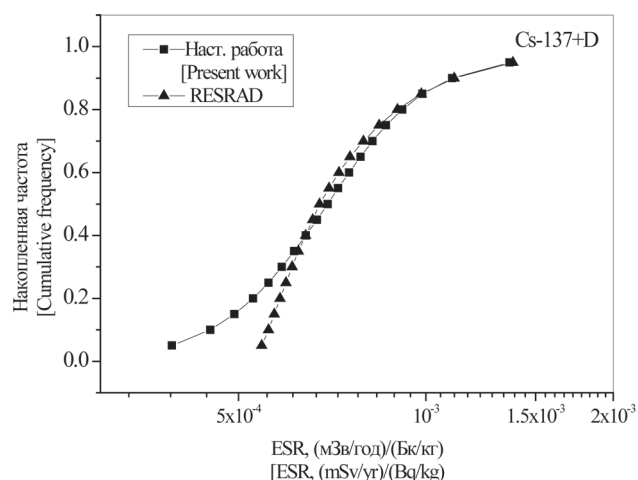


Рис. 6. Сравнение распределений величины ESR для радионуклида Cs-137+D, рассчитанных разными методами [Fig. 6. Comparison of the ESR distributions for the radionuclide Cs-137+D calculated by different methods]

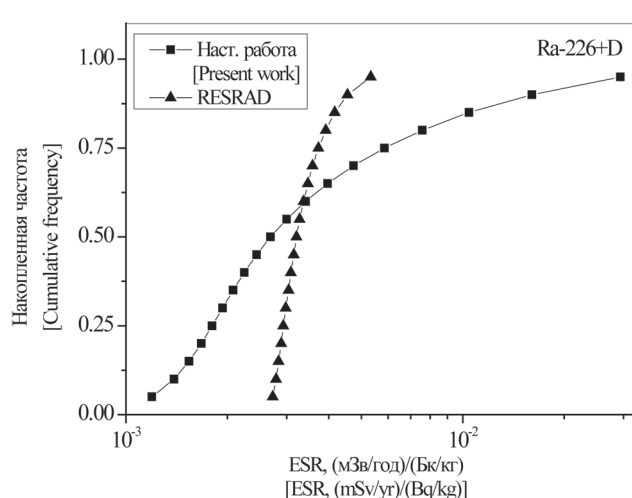


Рис. 7. Сравнение распределений величины ESR для радионуклида Ra-226+D, рассчитанных разными методами [Fig. 7. Comparison of the ESR distributions for the radionuclide Ra-226+D calculated by different methods]

расчета составляли около 10 раз (данная работа) и всего лишь 1,7 раза (RESRAD), что и приводит к отличию значений $G_i^{soil}(t_m)$ в 5,6 раза (см. табл. 4).

3. Есть ситуации, когда существенно различаются как центральные характеристики распределения расчетной величины, так и характеристики ее рассеяния. Примером такой ситуации может служить сравнение характеристик распределений величины ESR для радионуклида Pu-239 (рис. 8). В этом случае значения медиан распределений величины ESR различались в два раза, а соотношения 95% и 50% квантилей составляли 1,3 раза (данная работа) и 3 раза (RESRAD).

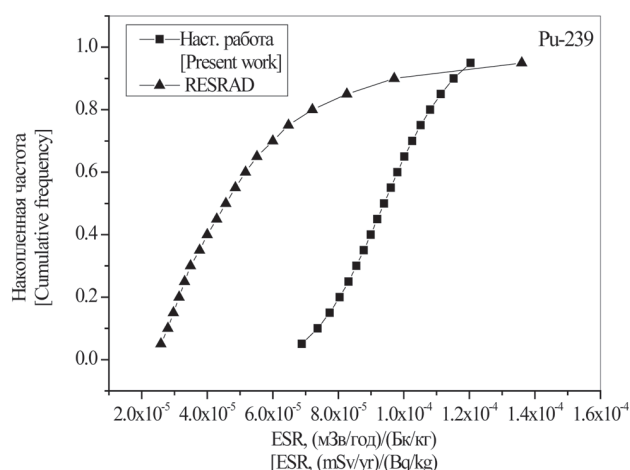


Рис. 8. Сравнение распределений величины ESR для радионуклида Pu-239, рассчитанных разными методами
[Fig. 8. Comparison of the ESR distributions for the radionuclide Pu-239 calculated by different methods]

Вышеприведенные цифры, демонстрирующие возможные причины отличий результатов, полученных двумя методами расчета, обусловлены, в основном, различием в значениях исходных параметров (ShF , CR_{ik} , CR_{gr} , CR_{if} , F_{milk} , F_{meat}), использующихся в данной методике расчета и в программе RESRAD и определяющих дозы у людей, согласно различным путям облучения.

Различия в результатах расчетов, представленных в данной работе и опубликованных в других работах (см. выше п. 2), объяснить сложнее из-за неполной информации об условиях их выполнения и исходных параметрах. Однако и тут можно отметить хорошую сходимость результатов, как для гамма- и бета-излучающих радионуклидов (Cs-137+D, Co-60, Sr-90+D), так и для природных цепочек (Th-232, U-238) и альфа-излучающих (Pu-239) радионуклидов. Как правило, различия не превышают двух раз. Тем не менее, существуют работы, где отдельные результаты могут отличаться до двух порядков величины от основного массива данных, например $G_i^{soil}(t_m)$ для U-238 из [26].

Результаты расчета значений радиологического критерия освобождения площадки для i -го радионуклида, содержащегося в почве ($G_i^{soil}(t_m)$), и разных сценариев облучения представлены в таблице 5. Наиболее строгими являются значения $G_i^{soil}(t_m)$ для сценария 1, включающего все рассматриваемые пути облучения при проживании и работе на загрязненной территории. На введение ограничений в виде отказа от потребления продуктов животного происхождения, рыбы и воды (сценарий 2) резко отреагировали лишь два значения $G_i^{soil}(t_m)$ – для цепочек радионуклидов Am-241+D и U-238+D, что связано с отказом от потребления воды и рыбы (см. рис. 5). Введение дополнительных ограничений в виде отказа от потребле-

Таблица 5

Значение радиологического критерия освобождения площадки $G_i^{soil}(t_m)$ для i -го радионуклида, содержащегося в почве, и различных сценариев облучения

[Table 5]

The value of radiological criteria for the release of the site $G_i^{soil}(t_m)$ for i -th radionuclide contained in the soil and different scenarios of exposure]

Радионуклид [Radionuclide]	$t_{\max}$, лет $t_{\max}$, year	$G_i^{soil}(t_m)$ ($E_L=0,3$ мЗв/год), Бк/кг, в рамках выполнения сценария: [$G_i^{soil}(t_m)$ ($E_L=0,3$ mSv/yr), Bq/kg for the scenario:]			
		1	2	3	5
H-3 ¹⁾	1	4900	–	–	–
C-14 ¹⁾	1	530	–	–	–
Cs-137+D	1	200	360	400	190
Sr-90+D	1	70	80	2,4E05	1,9E04
Ra-226+D	62	10	10	160	–
Am-241+D	–	200($t_m=500$)	3,0E03($t_m=1$)	3,3E03($t_m=1$)	–
Co-60	1	90	90	90	810
Pu-239	1	2,5E03	2,7E03	2,8E03	2,1E04
Th-232	100	50	50	90	–
U-234	1	1,6E03	1,6E03	3,2E04	–
U-238+D	1000	1,4E03	1,5E04	9,6E04	–

¹⁾ – для этих радионуклидов представлены данные, заимствованные из [22].

[¹⁾ – for these radionuclides, the data have been taken from [22]].

ния продуктов растительного происхождения (сценарий 3) в наибольшей степени сказалось на таких бета- и альфа-излучающих радионуклидах, как Sr-90+D, Ra-226+D и некоторых других, для которых существенная доля дозы внутреннего облучения обусловлена их потреблением. Для гамма-излучающих радионуклидов, таких как, например, Co-60, для которых суммарная доза облучения практически полностью обусловлена внешним облучением, значения $G_i^{soil}(t_m)$ практически одинаковы для всех этих трех сценариев. И наконец, значение $G_i^{soil}(t_m)$ для сценария 5, предполагающего временное нахождение на загрязненной территории (1 месяц) и рекреационное ее использование, было рассчитано для трех радионуклидов (Cs-137, Sr-90 и Pu-239), для которых имелись исходные данные о коэффициентах перехода из почвы в продукты питания природного происхождения (грибы, ягоды, дичь), и Co-60, доза облучения которого полностью обусловлена внешним излучением.

Результаты расчетов значений радиологического критерия освобождения площадки в случае ее дальнейшего использования в производственных целях

Рассматривался производственный сценарий, подразумевающий облучение работников, находящихся на загрязненной территории в течение рабочего дня (2000 ч/год). Предполагалось, что часть рабочего времени они находятся на территории вне здания, а часть – внутри здания. Таким образом, в течение производственного процесса они облучались как от радионуклидов, содержащихся в почве, так и от радионуклидов, содержащихся в конструкциях зданий. В последнем случае радиоактивный источник мог быть как поверхностным, так и объемным. В случае поверхностного загрязнения стен, потолка и пола здания полагали, что удаляемая фракция загрязнения составляет 10%.

В производственном сценарии рассматривались следующие пути облучения: прямое внешнее облучение от источника (почва, конструкции здания) и внутреннее облучение за счет ингаляции частиц пыли, содержащих радиоактивный материал, и за счет прямого потребления почвы, т.е. те же самые пути облучения, как в сценарии 3 при проживании в городской среде. Как правило, основным путем облучения в случае гамма-излучающих радионуклидов является внешнее облучение. Однако в случае бета- и альфа-излучающих радионуклидов за счет наличия удаляемой фракции загрязнения имеют значение и другие пути облучения.

Значения радиологических критериев освобождения площадки для радионуклидов, содержащихся в почве или конструкциях зданий при ее последующем производственном использовании, представлены в таблице 6. Эти значения соответствуют воздействию только одного источника, находящегося либо в почве, либо в конструкциях здания:

$G_i^{soil,out}$ – соответствует работающим все время вне здания и облучающимся от источника, находящегося в почве;

$G_i^{soil,in}$ – соответствует работающим все время внутри здания и облучающимся от источника, находящегося в почве;

$G_i^{b,surf}$ – соответствует работающим все время внутри здания и облучающимся от поверхностного источника, содержащегося в его конструкциях;

$G_i^{b,vol}$ – соответствует работающим все время внутри здания и облучающимся от объемного источника, содержащегося в его конструкциях.

Значения радиологических критериев освобождения площадки $G_i^{soil,out}$, $G_i^{soil,in}$ и $G_i^{b,surf}$ были заимствованы из работы [29], а значение $G_i^{b,vol}$ рассчитывали с помощью программы RESRAD-BUILD 3.5.

В реальных условиях облучение происходит как от источника, содержащегося в почве, так и от источника, содержащегося в конструкциях зданий. При этом полагалось, что источник, содержащийся в почве, дает вклад в облучение работника, находящегося как вне, так и внутри здания, а источник, содержащийся в конструкциях зданий, дает вклад в облучение работника, находящегося только внутри здания. При таких условиях облучения для суммы радионуклидов можно записать следующее соотношение:

$$\sum_i \left[\frac{C_i^{soil}(0)}{G_i^{soil,in}} OF_{in} + \frac{C_i^{soil}(0)}{G_i^{soil,out}} (1 - OF_{in}) + \frac{OF_{in} \cdot \sigma_i^{surf}(0)}{G_i^{b,surf}} + \frac{OF_{in} \cdot C_i^{vol}(0)}{G_i^{b,vol}} \right] \leq 1, \quad (12)$$

где $C_i^{soil}(0)$ – начальная концентрация i-го радионуклида в почве, Бк/кг;

$\sigma_i^{surf}(0)$ – начальное значение поверхностной активности i-го радионуклида в конструкциях зданий, кБк/м²;

$C_i^{vol}(0)$ – начальное значение концентрации i-го радионуклида в конструкциях зданий, Бк/кг;

$G_i^{soil,in}$, $G_i^{soil,out}$, $G_i^{b,surf}$, $G_i^{b,vol}$ – значения соответствующих радиологических критериев (табл. 6);

OF_{in} – доля рабочего времени, проводимого работником внутри помещения, отн. ед.

В крайних случаях, когда работник весь рабочий день находится внутри помещения ($OF_{in} = 1$) или вне его ($OF_{in} = 0$), соотношение (12) преобразуется в следующие неравенства соответственно:

$$\sum_i \left[\frac{C_i^{vol}(0)}{G_i^{b,vol}} + \frac{C_i^{soil}(0)}{G_i^{soil,in}} + \frac{\sigma_i^{surf}(0)}{G_i^{b,surf}} \right] \leq 1, \quad (13)$$

$$\sum_i \left[\frac{C_i^{soil}(0)}{G_i^{soil,out}} \right] \leq 1, \quad (14)$$

Заключение

Разработана методология оценки радиологических критериев использования территории (земельный участок с находящимися на нем зданиями) с остаточным радиоактивным загрязнением от «зеленой площадки», т.е. полного освобождения от радиационного контроля, до введения ряда ограничений на использование территории. В соответствии с целями дальнейшего использования территории рассмотрен ряд сценариев и путей облучения представителей критической группы населения. Определен набор моделей и их параметров, соответствующих количеству рассматриваемых путей облучения.

Представлены численные значения радиологических критериев при содержании радионуклидов в почве для трех сценариев облучения, соответствующих постоянному проживанию населения на высвобожденной территории. Дополнительно рассмотрен сценарий, предполагающий временное нахождение на загрязненной территории (суммарно 1 месяц в году) и рекреационное ее использование, и так называемый производственный сценарий, соответствующий ограниченному времени

Таблица 6

Значение радиологических критериев освобождения площадки $G_i^{soil, in}$, $G_i^{soil, out}$, $G_i^{b, surf}$, $G_i^{b, vol}$ для i -го радионуклида, содержащегося в почве или конструкциях зданий при их последующем производственном использовании (сценарий 4)

[Table 6]

The value of radiological criteria for release of sites $G_i^{soil, in}$, $G_i^{soil, out}$, $G_i^{b, surf}$, $G_i^{b, vol}$ for i -radionuclide contained in the soil or building structures for the Worker Scenario (scenario 4)

Радионуклид [Radionuclide]	Источник – почва [Source – soil]		Источник – конструкции зданий [Source – construction of buildings]	
	$G_i^{soil, out}$, Бк/кг [Bq/kg]	$G_i^{soil, in}$, Бк/кг [Bq/kg]	$G_i^{b, surf}$, кБк/м ² [kBq/m ²]	$G_i^{b, vol}$, Бк/кг [Bq/kg]
Am-241+D	5,9E04	1,0E05	0,2	3,4E04
Co-60	270	570	3,0	90
Cs-137+D	1160	2430	13	380
Pu-239	1,1E05	1,3E05	0,2	2,2E05
Sr-90+D	8,4E04	1,7E05	50	2,9E04

пребывания на территории (2000 ч/год) и одновременному воздействию радионуклидов, содержащихся как в почве, так и в конструкциях зданий. Проведено сравнение результатов собственных расчетов значений радиологических критериев с данными других авторов.

Представляется необходимым продолжить исследования в этом направлении, особенно в части, касающейся:

- гармонизации требований к проведению подобного рода расчетов и проведению их сличений;
- поиска и систематизации значений параметров радиозоологических моделей;
- сравнения результатов оценки значений радиологических критериев, полученных на основании дозовых критериев освобождения площадки и критериев ограничения пожизненного риска.

Литература

1. Серия Норм МАГАТЭ по безопасности «Освобождение площадок от регулирующего контроля после завершения практической деятельности». Руководство № WS-G-5.1. – Вена, 2008. – 42 с.
2. Реабилитация и освобождение от контроля. В: Проблемы ядерного наследия и пути их решения. Вывод из эксплуатации / под общ. ред. Л.А. Большова, Н.П. Лаверова, И.И. Линге. – М., 2015. – 316 с.
3. Releasing the Sites of Nuclear Installations. A Status Report. NEA No 6187. – OECD, 2006
4. OECD. NUCLEAR ENERGY AGENCY. Nuclear Site Remediation and Restoration during Decommissioning of Nuclear Installations. A Report by the NEA Co-operative Programme on Decommissioning. NEA № 7192. OECD. 2014.
5. Determining Cleanup Goals at Radioactively Contaminated Sites: Case Studies. April 2002. Prepared by The Interstate Technology and Regulatory Council Radionuclides Team.
6. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности GSR Part 3. – Вена: МАГАТЭ, 2015. – 518 с.
7. Романович, И.К. Научное обоснование подходов к организации и проведению радиационного обследования реабилитированных радиационных объектов // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 90–102. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-3-90-102.
8. Официальный сайт RESRAD Family of Codes. <http://web.ead.anl.gov/resrad> – (дата обращения: 11.11.2017 г.).
9. Публикация 60 МКРЗ. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите 1990 года. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 192 с.
10. Официальный сайт Oracle Crystal Ball. <http://www.oracle.com/crystalball> – (дата обращения: 12.11.2017 г.).
11. Eckerman K.F., Ryman J.C. External exposure to radionuclides in Air, Water, and Soil. Federal Guidance Report No. 12. Office of Radiation and Indoor Air, U.S. EPA, Washington, DC 20460 (1993).
12. International commission on radiological protection, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107, Ann ICRP, 2008, Vol.38, № 3.
13. ICRP. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116 -2010 – Ann. ICRP 40 (2–5).
14. Golikov V., Wallström E., Wöhni T., Tanaka K., Endo S. and Hoshi M. (2007) Evaluation of conversion coefficients from measurable to risk quantities for external exposure over contaminated soil by use of physical human phantoms. Radiation Environ. Biophysics, 46, Nr. 4, pp. 375-382.
15. Golikov V.Yu., Balonov M.I., and Ponomarev A.V. Estimation of external gamma radiation doses to the population after the Chernobyl accident. In: Chernobyl Papers, vol. 1, 1993, pp. 247-288.
16. Golikov V., Balonov M., Erkin V., Jacob P. (1999) Model validation for external doses due to environmental contamination by the Chernobyl accident. Health Physics, v. 77, No. 6, pp. 654-661.
17. Golikov V.Yu., Balonov M.I., Jacob P. (2002) External Exposure of the Population Living in Areas of Russia Contaminated due to the Chernobyl Accident. Radiat. Environ. Biophysics, 41, Nr. 10, pp. 185-193.
18. Salinas I.C.P., [et al.] (2006) Gamma Shielding Factor for Typical Houses in Brazil, Radiation Protection Dosimetry 121:420–424.
19. Barr C., Schmidt D., Sherbini S. (2010) Development of Site-Specific Shielding Factors for Use in Radiological Risk Assessments, Waste Management Conference, Phoenix, AZ, March 7–11.
20. Charley Yu, Sunita Kamboj, Cheng Wang, and Jing-Jy Cheng. Data Collection Handbook to Support Modeling Impacts of Radioactive Material in Soil and Building Structures. ANL/EVS/TM-14/4, September 2015.
21. Anspaugh L.R., [et al.]. 1974, «Evaluation of the Resuspension Pathway toward Protective Guidelines for Soil Contamination with Radioactivity», presented at the International Atomic Energy Agency. World Health Organization Symposium on Radiological Safety Evaluation of Population Doses and

- Application of Radiological Safety Standards to Man and the Environment, Portoraz, Yugoslavia, May 20–24.
22. User's Manual for RESRAD Version 6. <http://www.doe.gov/bridge> (дата обращения: 12.11.2017 г.).
 23. IAEA – International Atomic Energy Agency. Technical reports series no. 472. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. IAEA. 2010.
 24. Отчет (заключительный) по государственному контракту между ФБУН НИИРГ им. проф. П.В. Рамзаева и Роспотребнадзором № 8-Д от 29.05.2013 г. «Анализ и комплексная оценка изменения радиационной обстановки на территориях Калужской, Курганской, Свердловской и Челябинской областей, подвергшихся радиоактивному загрязнению, для оценки доз облучения населения и подготовки перечней населенных пунктов, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения».
 25. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). 1999. Recommended Screening Limits for Contaminated Surface Soil and Review of Factors Relevant to Site-Specific Studies, NCRP Report No. 129, Bethesda, Maryland.
 26. Schmidt D.W., Kottan J.J., McKenney C.A., Schneider S. Consolidated NMSS Decommissioning Guidance. Characterization, Survey, and Determination of Radiological Criteria. Final Report. NUREG-1757, Vol.2. September 2003.
 27. Ana Claudia Peres and Goro Hiromoto. Determination of Screening Level for Soil Radioactive Contamination. Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy. Vol. 12. Article 21. January 2010. <http://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol12/iss1/21> (дата обращения: 10.11.2017 г.).
 28. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Distribution of Memorandum of Understanding between EPA and the Nuclear Regulatory Commission, OSWER No. 9295.8-6a, EPA, Washington, D.C.
 29. Yu C., Cheng J.-J., Kamboj S., Domotor S., Wallo A. Preliminary Report on Operational Guidelines Developed for Use in Emergency Preparedness and Response Dispersal Device Incident. DOE/HS-0001 ANL/EVS/TM/09-1 Interim Final. February 2009.

Поступила: 15.11.2017 г.

Голиков Владислав Юрьевич – старший научный сотрудник, лаборатория радиационной гигиены медицинских организаций, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: sg235@rambler.ru

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Голиков В.Ю., Романович И.К. Обоснование радиологических критериев использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением на основе дозового подхода // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 6-22. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4 -6-22

Justification for the radiological criteria for the use of areas with residual radioactive contamination based on the dose approach

Vladislav Yu. Golikov, Ivan K. Romanovich

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

The article presents a methodology for assessing the radiological criteria for the use of the territory (a land plot with buildings) with residual radioactive contamination from the so-called "green area", i.e., complete release from radiation control until a number of restrictions are imposed on the use of the territory. In accordance with the further use of the territory, a range of scenarios and pathways for the exposure of the population

Vladislav Yu. Golikov

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: sg235@rambler.ru

was considered. A set of models and their parameters, corresponding to the number of the considered pathways of exposure, was defined. Assuming a uniform distribution of a radionuclide with a unit concentration in the source zone, the distribution of effective doses for the population living in the territory with the residual radioactive contamination for different irradiation scenarios was calculated by stochastic modeling, 95% of the quantile of which was attributed to the dose in the representatives of the critical population group. Next, the value of radiological criteria, depending on the implemented scenario, was determined as the ratio of the dose constraint $E_L = 0,3 \text{ mSv/yr}$ and 95% quantile in the distribution of the effective dose from a unit contamination. The numerical values of radiological criteria for the presence of radionuclides in the soil are presented, both for the radiation scenarios that correspond to the permanent residence of the population in the contaminated territory and for recreational use. A further consideration is given to the so-called worker scenario, which corresponds to the limited time spent on the contaminated territory and the simultaneous effects of radionuclides contained both in the soil and in the construction of the buildings. A comparison of the results of the own calculations with the data of other authors was carried out.

Key words: decommissioning of installations, the radiological criterion for site release, exposure scenario, exposure pathways, stochastic modeling, effective dose.

References

1. IAEA Safety Standards Series. The release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices. Safety guide № WS-G-5.1. Vienna, 2008, 42 p. (in Russian).
2. Rehabilitation and exemption from control. B: Issues of nuclear legacy and ways to solve them. Decommissioning. Ed.: Bolshov L.A., Laverov N.P., Linge I.I. Moscow, 2015, 316 p. (in Russian).
3. Releasing the Sites of Nuclear Installations. A Status Report. NEA No 6187. – OECD, 2006
4. OECD. NUCLEAR ENERGY AGENCY. Nuclear Site Remediation and Restoration during Decommissioning of Nuclear Installations. A Report by the NEA Co-operative Programme on Decommissioning. NEA № 7192. OECD. 2014.
5. Determining Cleanup Goals at Radioactively Contaminated Sites: Case Studies. April 2002. Prepared by The Interstate Technology and Regulatory Council Radionuclides Team.
6. IAEA Safety Standards for protecting people and environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3 No GSR Part 3. Vienna, 2014, 436 p. (in Russian).
7. Romanovich I.K. Scientific substantiation of approaches to organization and conducting radiation surveys at the rehabilitated radiation sites. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 3, pp. 99-102. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-3-90-102. (in Russian).
8. Official site RESRAD Family of Codes. – Available on: <http://web.ead.anl.gov/resrad> – (Accessed: November 11, 2017).
9. ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3). (in Russian).
10. Official site Oracle Crystal Ball. – Available on: <http://www.oracle.com/crystalball> – (Accessed: November 12, 2017).
11. Eckerman K.F., Ryman J.C. External exposure to radionuclides in Air, Water, and Soil. Federal Guidance Report No. 12. Office of Radiation and Indoor Air, U.S. EPA, Washington, DC 20460 (1993).
12. International commission on radiological protection, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107, Ann ICRP, 2008 Vol.38, № 3.
13. ICRP. Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116 -2010 – Ann. ICRP 40 (2-5).
14. Golikov V., Wallström E., Wöhni T., Tanaka K., Endo S. and Hoshi M. (2007) Evaluation of conversion coefficients from measurable to risk quantities for external exposure over contaminated soil by use of physical human phantoms. Radiation Environ. Biophys., 46, No. 4, pp. 375-382.
15. Golikov V.Yu., Balonov M.I., and Ponomarev A.V. Estimation of external gamma radiation doses to the population after the Chernobyl accident. In: Chernobyl Papers, vol. 1, 1993, pp. 247-288.
16. Golikov V., Balonov M., Erkin V., Jacob P. (1999) Model validation for external doses due to environmental contamination by the Chernobyl accident. Health Physics, v. 77, No. 6, pp. 654-661.
17. Golikov V.Yu., Balonov M.I., Jacob P. (2002) External Exposure of the Population Living in Areas of Russia Contaminated due to the Chernobyl Accident. Radiat. Environ. Biophysics, 41, Nr. 10, pp. 185-193.
18. Salinas I.C.P., [et al.] (2006) Gamma Shielding Factor for Typical Houses in Brazil, Radiation Protection Dosimetry 121:420–424.
19. Barr C., Schmidt D., Sherbini S. Development of Site-Specific Shielding Factors for Use in Radiological Risk Assessments, Waste Management Conference, Phoenix, AZ, March 7–11, 2010.
20. Charley Yu., Sunita Kamboj, Cheng Wang, and Jing-Jy Cheng. Data Collection Handbook to Support Modeling Impacts of Radioactive Material in Soil and Building Structures. ANL/EVS/TM-14/4, September 2015.
21. Anspaugh L.R., [et al.]. «Evaluation of the Resuspension Pathway toward Protective Guidelines for Soil Contamination with Radioactivity», presented at the International Atomic Energy Agency. World Health Organization Symposium on Radiological Safety Evaluation of Population Doses and Application of Radiological Safety Standards to Man and the Environment, Portoraz, Yugoslavia, May 20–24, 1974.
22. User's Manual for RESRAD Version 6. – Available on: <http://www.doe.gov/bridge> (Accessed: November 12, 2017).
23. IAEA – International Atomic Energy Agency. Technical reports series no. 472. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. IAEA. 2010.
24. Report (final) under the state contract between Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev with Rospotrebnadzor No. 8-D of May 29, 2013, "Analysis and comprehensive assessment of changes in the radiation situation in the territories of Kaluga, Kurgan, Sverdlovsk and Chelyabinsk regions affected by radioactive contamination, for assessing exposure doses to the population and preparing lists of the settlements, referred to the zones of radioactive contamination" (in Russian).
25. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Recommended Screening Limits for Contaminated Surface Soil and Review of Factors Relevant to Site-Specific Studies, NCRP Report No. 129, Bethesda, Maryland. 1999.
26. Schmidt D.W., Kottan J.J., McKenney C.A., Schneider S. Consolidated NMSS Decommissioning Guidance. Characterization, Survey, and Determination of Radiological Criteria. Final Report. NUREG-1757, Vol.2. September 2003.

27. Peres A.C. and Hiromoto G. Determination of Screening Level for Soil Radioactive Contamination. Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy. Vol. 12. Article 21. January 2010. – Available on: <http://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol12/iss1/21> (Accessed: 10 November, 2017).
28. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Distribution of Memorandum of Understanding between EPA and the Nuclear Regulatory Commission, OSWER No. 9295.8-6a, EPA, Washington, D.C. 2002.
29. Yu C., Cheng J.-J., Kamboj S., Domotor S., Wallo A. Preliminary Report on Operational Guidelines Developed for Use in Emergency Preparedness and Response Dispersal Device Incident. DOE/HS-0001 ANL/EVS/TM/09-1 Interim Final. February 2009.

Received: November 15, 2017

For correspondence: Vladislav Yu. Golikov – Senior Researcher, Medical protection laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: sg235@rambler.ru)

Ivan K. Romanovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Director, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Golikov V. Yu., Romanovich I.K. Justification of radiological criteria for the use of areas with residual radioactive contamination based on the dose approach. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 4, pp. 6-22. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-6-22

О влиянии малых и средних доз радиации на структуру проводящих путей головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде (по данным высокопольной рутинной и диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии)

И.М. Левашкина, С.С. Алексанин, С.В. Серебрякова, Т.Г. Грибанова

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никифорова Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Санкт-Петербург, Россия

Цель работы — определить зависимость структурных изменений головного мозга ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС от полученной ими дозы облучения с помощью рутинной и диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии; сравнить полученные данные с данными исследования лиц, не участвовавших в ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. Результаты: пациентам-ликвидаторам последствий аварии на Чернобыльской АЭС (49 человек) и пациентам контрольной группы (50 человек), не имеющим в анамнезе факторов профессионального облучения, выполнена высокопольная магнитно-резонансная томография с применением стандартных протоколов. Группы были равнозначными по возрасту и количеству пациентов с I и II степенями дисциркуляторной энцефалопатии. С помощью инновационной методики — диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии — обследованы проводящие пути головного мозга пациентов обеих групп, всего 11 трактов, взятых билатерально (всего по 22 тракта в обоих полушариях). Заключение: в настоящей работе при использовании высокопольной рутинной магнитно-резонансной томографии впервые проведен визуальный анализ полиморфных изменений головного мозга для ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС с добавлением методики диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии; изучена связь выявленных изменений с полученной дозой радиации. При сравнении пациентов-ликвидаторов подгруппы А (28 человек, получивших очень малые дозы (до 10 мЗв) и малые дозы радиации (10–100 мЗв)) и пациентов подгруппы Б (21 человек, получивших средние дозы 100 мЗв — 13в) не отмечалось различий в степени морфологических изменений головного мозга, выявляемых при рутинной магнитно-резонансной томографии. При выполнении методики диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии статистически значимого ($p > 0,05$) снижения коэффициента фракционной анизотропии в основных структурах головного мозга у пациентов данных подгрупп также выявлено не было. Однако, по сравнению с контрольной группой, у ликвидаторов отмечено достоверное снижение фракционной анизотропии в лобных и височных долях, что свидетельствует о микроструктурных изменениях данных зон под воздействием различных факторов при ликвидации последствий аварии и более тяжелом течении дисциркуляторной энцефалопатии у данного контингента больных.

Ключевые слова: Чернобыльская АЭС, ликвидатор последствий аварии, диффузионно-тензорная магнитно-резонансная томография, фракционная анизотропия, малые дозы облучения, средние дозы облучения.

Введение

При ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС имело место комплексное воздействие на организм человека разнообразных факторов аварии, в том числе и роль радиационного компонента. Для поиска причинно-следственных связей между воздействием радиаци-

онного фактора и состоянием здоровья ликвидаторов последствий аварии (ЛПА) некоторыми авторами [1] считается целесообразным проведение сравнительного анализа изучаемого патологического процесса у лиц, подвергшихся действию облучения разной степени интенсивности.

Левашкина Ирина Михайловна

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова.

Адрес для переписки: 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2; E-mail: levashkina.ldc@yandex.ru

В отдаленном периоде у ЛПА наблюдается значительный рост цереброваскулярных заболеваний, в структуре которых превалирует дисциркуляторная энцефалопатия (ДЭ) [2]. При данной патологии аксоны нейронов (белое вещество мозга) более уязвимы к ишемии, чем серое вещество, что обусловлено особенностями мозгового кровоснабжения [3]. В современной литературе нет прямых указаний на то, что малые дозы ионизирующей радиации являются причиной, провоцирующей возникновение ДЭ. Нервная система обладает определенной чувствительностью к радиационному фактору, но отмечается неспецифичность ее морфологических изменений, не имеющих линейной зависимости от дозы и времени облучения [4]. В то же время ряд авторов считают роль малых доз ионизирующего излучения в развитии специфического поражения сосудов и мозга определяющей [5, 6]. Отмечено, что поражениям малыми дозами радиации наиболее подвержены филогенетически молодые структуры головного мозга – кора лобных и височных долей [7]. Противоположное мнение, опровергающее влияние малых доз на развитие сосудистой патологии мозга, также отмечено в литературе [8, 9]. Так, ультразвуковое исследование церебральных артерий, выполненное под руководством О.В. Тихомировой в 2016 г. в группах ЛПА, отличающихся по полученной дозе радиации, подтвердило отсутствие связи между дозой облучения и выраженностью атеросклеротического поражения магистральных сосудов мозга [1].

При рутинной МРТ у пациентов ЛПА диагностируются множественные очаги глиоза, перивентрикулярный лейкоареоз, заместительная внутренняя и наружная гидроцефалия, что, в целом, характерно при хронических нарушениях мозгового кровообращения при ДЭ [10]. В современной литературе отсутствуют данные о связях полученной дозы радиации со степенью разнообразных морфологических изменений, выявляемых на МРТ. Исследования подобного рода требуют внедрения в практику современных методов структурной визуализации, дополняющих рутинное МР-исследование, одним из которых является диффузионно-тензорная МРТ (ДТ-МРТ) [11–15].

ДТ-МРТ – диффузионная методика прижизненной оценки направленности движения протонов (молекул воды) в мозге человека, визуализирующая проводящие пути и позволяющая изучать их структуру. [16]. При построении двумерных цветных карт фракционной анизотропии (ФА) направление диффузии молекул воды кодируется цветом [17]. Наиболее важным количественным показателем является коэффициент фракционной анизотропии (КФА), его снижение является достоверным маркером повреждения миелиновой оболочки аксона. Скалярные значения КФА очень удобны для количественного учета степени повреждения белого вещества мозга [18]. При мануальном способе измерения КФА у каждого пациента выделяются значимые области мозга, позволяя получить конкретное значение КФА в конкретно выбранном пучке проводящих путей [19, 20].

В нашей стране и за рубежом с помощью ДТ-МРТ исследовались микроструктурные изменения вещества головного мозга пациентов с ДЭ [21–23]. Микроструктурное поражение белого вещества головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС с применением

диффузионно-тензорной МРТ до настоящего момента не изучалось.

Цель исследования – с помощью высокопольной рутинной и диффузионно-тензорной МРТ определить зависимость макро- и микроструктурных изменений головного мозга ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС от полученной ими дозы облучения в отдаленном периоде; сравнить полученные показатели с данными исследования лиц, не участвовавших в ликвидации.

Задачи исследования

1. Сформировать контрольную группу пациентов (КГ), не участвовавших в ликвидационных работах на ЧАЭС, сопоставимую с группой ликвидаторов по возрасту, а также с тем же процентным соотношением дисциркуляторной энцефалопатии I или II степени; в группе ЛПА сформировать подгруппы согласно степени полученной дозы облучения (очень малые и малые – подгруппа А, средние – подгруппа Б).

2. Произвести рутинную (стандартную) и диффузионно-тензорную МРТ в группе ликвидаторов и в контрольной группе.

3. Оценить наличие связи между макро- и микроструктурными изменениями белого вещества головного мозга и степенью облучения в подгруппах ЛПА.

4. Произвести сравнительный анализ показателей фракционной анизотропии проводящих путей головного мозга в группе ЛПА и КГ.

Материалы и методы

Во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург) было обследовано 49 ЛПА на ЧАЭС, у которых, по дозиметрическим данным, содержащимся в базе данных Национального радиационно-эпидемиологического регистра (НРЭР), имелись документально подтвержденные дозы облучения. Дозы, зафиксированные у участников данного исследования, находились в диапазоне от 0 до 1 Зв и были классифицированы, согласно последней классификации диапазонов доз Научного комитета по действию атомной радиации ООН (НКДАР ООН) в 2011 г. [24], как очень малые (до 10 мЗв), малые (10–100 мЗв) и средние (0,1–1 Зв). Распределение испытуемых согласно величине полученной дозы облучения было следующим (табл. 1): у 28 человек (подгруппа А) было отмечено получение очень малой и малой дозы облучения (от 0 до 10 сЗв), у 21 человека (подгруппа Б) отмечено получение средней дозы облучения (от 10 сЗв до 13в).

Также в исследовании участвовала контрольная группа (КГ) из 50 пациентов, у которых в анамнезе не имелось факторов облучения и ликвидации аварии на ЧАЭС. Средний возраст пациентов ЛПА – $63,3 \pm 0,9$ года, КГ – $62,3 \pm 1,1$ года. У пациентов обеих групп была диагностирована ДЭ I или II степени по классификации Г.А. Максудова [25]. Всем участникам исследования была проведена МРТ с применением стандартных протоколов и диффузионно-тензорная МРТ с измерением КФА в 11 различных структурах головного мозга билатерально (всего 22 зоны). Исследование проводилось на томографе «Magnetom Verio» (Германия) с напряженностью магнитного поля 3 Тл. У обследуемых в обеих группах с

помощью стандартных импульсных последовательностей (ИП) определяли наличие и измеряли количество очагов глиоза сосудистого генеза и постишемических лакунарных кист. Устанавливали наличие наружной и смешанной заместительной гидроцефалии, наличие или отсутствие перивентрикулярного лейкоареоза. При выполнении диффузионно-тензорной МРТ использовалась импульсная последовательность DTI с измерением диффузии в 12 направлениях с параметрами: TR = 4200 мс, TE = 109 мс, FOV=230x230 мм, толщина среза – 4 мм, количество срезов – 25, различные значения фактора взвешенности для каждого из 12 направлений измеряемой диффузии, длительность исследования – 3 мин 59 с. Полученные изображения обрабатывались с использованием встроенной постпроцессорной программы Neuro 3D, которая включала в себя построение карт фракционной анизотропии. Измерение КФА проводилось в основных структурах головного мозга: верхнем продольном пучке (белое вещество лобных долей в области семиовальных центров), лучистом венце (передние и центральные пучки, в основном пролегающие в лобных долях), внутренней капсуле (переднее бедро, колено, заднее бедро), мозолистом теле (клюв и валик), таламусе, ножках мозга (в области прохождения кортико-спинальных трактов), варолиевом мосту (в области прохождения проекционных волокон). Во всех анатомических структурах билатерально были получены средние показатели КФА (рис. 1). Выделение зон интереса производилось вручную, использовались, в основном, цветные карты фракционной анизотропии, на двух-трех смежных срезах выбиралось несколько точек измерений, и из них рассчитывалось среднее значение КФА.

Математическую обработку результатов проводили с использованием приложения Excel for Windows и Statistica 6.0. Проверка гипотез о влиянии фактора облучения на уровень значений КФА проводилась для трактов, в которых отклонение между средними значениями для разных групп или подгрупп превышало 5%. Выборки, для которых определялся Р-уровень достоверности гипотез, подчинялись условно нормальному распределению. Для определения Р-уровня достоверности гипотез использовался t-критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение

При выполнении рутинной МРТ с применением стандартных протоколов у всех обследованных пациентов в различной степени отмечалось наличие морфологичес-

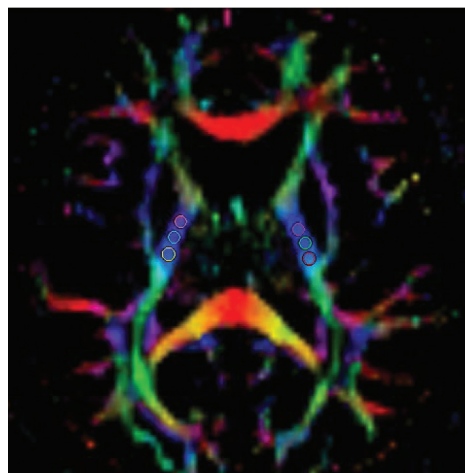


Рис. 1. Цветная карта фракционной анизотропии с зонами измерения КФА в заднем бедре внутренней капсулы (билатерально)

[Fig. 1. Colored scheme of fraction anisotropy shows area of interest in back hip of the internal capsule (bilaterally)]

ких признаков, свойственных ДЭ. Визуализировались: нормотензивная гидроцефалия наружного и смешанного типа, зоны перивентрикулярного глиоза и лейкоареоза, очаговые изменения белого вещества головного мозга дистрофического характера, лакунарные кисты постишемического генеза. Подобные изменения фиксировали в своих наблюдениях и другие авторы, изучающие патологию головного мозга у ЛПА с помощью стандартных МР-протоколов [10]. При сравнении подгрупп А и Б в группе ЛПА не были зафиксированы различия в степени морфологических изменений головного мозга. Количество очагов, морфометрические показатели величин желудочковой системы, размеры наиболее крупного очага, наличие лейкоареоза и лакунарных кист в обеих подгруппах были сопоставимы (табл. 2).

При анализе данных ДТ-МРТ не отмечалось статистически значимой разницы в значениях КФА ни в одном из трактов для подгрупп А и Б группы ЛПА (рис. 2, 3).

При этом существенных ($p < 0,05$) различий значений КФА, взятых билатерально, также выявлено не было – из исследования были исключены пациенты, перенесшие инсульт или другие заболевания, вызывающие патологические изменения в одном из полушарий. Сопоставимая

Таблица 1

Распределение пациентов ЛПА согласно полученным дозам

[Table 1]

Patients-liquidators allocation according radiation exposure

Подгруппа А (n=28) [Sub-group A (n=28)]		Подгруппа Б (n=21) [Sub-group B (n=21)]	
Возраст, ср. знач., (M±m) [Average age]	Дозы от 0 до 10 сЗв (малые и очень малые) (M±m) [Doses 0-10 santi-sievert (low and very low)]	Возраст, ср. знач., (M±m) [Average age]	Дозы от 10 до 100 сЗв (средние), (M±m) [Doses 10-100 santi-sievert (mean)]
64,11±1,24	4,39±0,69	62,14±1,27	20,57±0,62

Таблица 2

**Виды морфологических изменений головного мозга, выявляемые при выполнении
рутинной МРТ с применением стандартных ИП**

[Table 2]

Brain significatives that can be measured with routine MRI programs]

Вид морфологической характеристики или повреждения, средние значения, (M±m) [Brain morphological characteristic or damage, average]	Подгруппа А [Sub-group A] (n=28), (M±m)	Подгруппа Б [Sub-group B] (n=21), (M±m)
Количество очагов глиоза, шт. [Gliosis focus, q-ty]	9,0±1,17	9,48±1,31
Максимальный размер очага, мм [Maximum focus size, mm]	4,96±0,40	4,45±0,49
Индекс передних рогов (норма – до 26) [Anterior horn index (normal – up to 26)]	27,05±0,68	26,19±0,63
Ширина III желудочка, мм [Width of III ventricle of brain, mm]	9,14±0,50	9,05±0,64

Правое полушарие, КФА

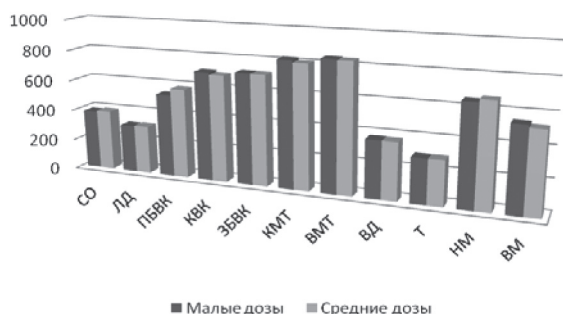


Рис. 2. Сравнение средних значений показателей КФА в различных областях головного мозга у участников ЛПА на ЧАЭС, правое полушарие: СО – семиовальные центры; ЛД – белое вещество лобных долей; ПБВК – переднее бедро внутренней капсулы; КВК – колено внутренней капсулы; ЗБВК – заднее бедро внутренней капсулы; КМТ – клюв мозолистого тела; ВМТ – валик мозолистого тела; ВД – белое вещество височных долей; Т – таламус; НМ – ножки мозга; ВМ – Варолиев мост [Fig. 2. Fraction Anisotropy Coefficient Averages in different brain areas for Chernobyl Accident Liquidators, Right Hemisphere: СО – semi-oval centers; ЛД – frontal lobe white matter; ПБВК – anterior thigh of internal capsule; КВК – knee of internal capsule; ЗБВК – posterior knee of internal capsule; КМТ – rostrum of corpus callosum; ВМТ – vallum of corpus callosum; ВД – white matter of temporal lobe; Т – thalamus; НМ – crura of brain; ВМ – pons varolii]

Левое полушарие, КФА

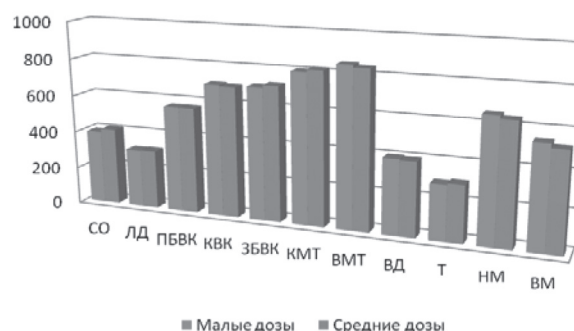


Рис. 3. Сравнение средних значений показателей КФА в различных областях головного мозга у участников ЛПА на ЧАЭС, левое полушарие: СО – семиовальные центры; ЛД – белое вещество лобных долей; ПБВК – переднее бедро внутренней капсулы; КВК – колено внутренней капсулы; ЗБВК – заднее бедро внутренней капсулы; КМТ – клюв мозолистого тела; ВМТ – валик мозолистого тела; ВД – белое вещество височных долей; Т – таламус; НМ – ножки мозга; ВМ – Варолиев мост [Fig. 3. Fraction Anisotropy Coefficient Averages in different brain areas for Chernobyl Accident Liquidators, Left Hemisphere: СО – semi-oval centers; ЛД – frontal lobe white matter; ПБВК – anterior thigh of internal capsule; КВК – knee of internal capsule; ЗБВК – posterior knee of internal capsule; КМТ – rostrum of corpus callosum; ВМТ – vallum of corpus callosum; ВД – white matter of temporal lobe; Т – thalamus; НМ – crura of brain; ВМ – pons varolii]

степень морфологических изменений, отмечающаяся как на традиционных томограммах, так и при ДТ-МРТ у пациентов, получивших разную дозу облучения, позволяет судить об отсутствии статистически значимой зависимости микроструктурных изменений проводящих путей головного мозга у ЛПА в отдаленном периоде от очень малых и малых, а также средних доз радиации.

При сравнении данных ДТ-МРТ группы ЛПА с контрольной группой было выявлено микроструктур-

ное поражение лобных и височных долей (табл. 3). Маркером уже имеющегося повреждения трактов белого вещества служил КФА, который достоверно снижался в следующих зонах: семиовальных центрах по ходу верхнего продольного пучка (лобные доли), в передних отделах лучистого венца (лобные доли), в переднем бедре внутренней капсулы (по ходу лобно-таламического пути), в нижнем продольном пучке (белое вещество височных долей).

Таблица 3

Зоны белого вещества головного мозга, отмеченные наиболее значимыми отклонениями между средними значениями КФА у групп ЛПА и КГ

[Table 3]

Brain areas where CFA difference between Liquidators' and Control Group was statistically significant

Наименование тракта [Name of cerebral tract]	Группа ЛПА [Liquidators' Group] (n = 49), M±m	Контрольная группа [Control Group] (n = 49), M±m	P <
Семиовальные центры, правое полушарие [Semi-oval centers, right hemisphere]	387,63±11,95	419,85±7,49	0,05
Семиовальные центры, левое полушарие [Semi-oval centers, left hemisphere]	404,39±10,09	427,44±7,04	0,05
Белое вещество лобных долей, правое полушарие [Frontal lobe white matter, right hemisphere]	311,69±6,54	340,40±5,99	0,05
Белое вещество лобных долей, левое полушарие [Frontal lobe white matter, left hemisphere]	312,72±6,48	343,36±8,82	0,05
Белое вещество височных долей, правое полушарие [Temporal lobe, right hemisphere]	374,29±10,22	498,89±8,61	0,001
Белое вещество височных долей, левое полушарие [Temporal lobe, left hemisphere]	400,13±8,56	522,07±9,50	0,001
Переднее бедро внутренней капсулы, правое полушарие [Anterior thigh of internal capsule, right hemisphere]	557,76±11,91	637,00±9,75	0,001
Переднее бедро внутренней капсулы, левое полушарие [Anterior thigh of internal capsule, left hemisphere]	563,17±12,93	628,85±9,53	0,001

Заключение

Использование высокопольной МРТ как современного метода структурной макро- и микровизуализации позволяет произвести оценку патологических изменений головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде. В ходе использования методик рутинной и диффузионно-тензорной МРТ и сравнительном анализе полученных данных сделаны следующие выводы:

1. Данные магнитно-резонансной томографии показали одинаковую степень морфологических изменений головного мозга, свойственных дисциркуляторной энцефалопатии у ликвидаторов, получивших очень малые, малые и средние дозы облучения.

2. Применение методики ДТ-МРТ не выявило статистически значимой зависимости микроструктурного поражения белого вещества головного мозга ликвидаторов от полученной дозы радиации в отдаленном периоде (при сравнении малых и очень малых доз со средними дозами облучения).

3. В группе ликвидаторов, по сравнению с пациентами контрольной группы, отмечалось снижение КФА в трактах лобных, височных долей и переднего бедра внутренней капсулы, что может говорить о микроструктурном повреждении белого вещества данных областей, связанном не столько с радиационным, сколько с комплексным воздействием многочисленных факторов ликвидации аварии.

4. Методика ДТ-МРТ позволяет определить наличие и дать количественную оценку микроструктурным изменениям проводящих путей головного мозга, зачастую не определяемым при рутинной (стандартной) МРТ.

Литература

- Алексанин, С.С. 30 лет после Чернобыля: патогенетические механизмы формирования соматической патологии, опыт медицинского сопровождения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции: монография / С.С. Алексанин, О.М. Астафьев, Н.А. Бардышева [и др.]; под ред. проф. С.С. Алексанина // Политехника-принт. – СПб, 2016. – 506 с.
- Хирманов, В.Н. Метаболические и гемодинамические механизмы развития заболеваний сердца и мозга у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в отдаленном периоде / В.Н. Хирманов, О.В. Тихомирова; под ред. С.С. Алексанина. – СПб.: Политехника-сервис, 2010. – 358 с.
- Дамулин, И.В. Когнитивные нарушения при поражении мелких церебральных сосудов / И.В. Дамулин // Consilium medicum. – 2014. – Т. 16, № 9. – С. 10–16.
- Федоров, В.П. Радиационно-индуцированные и возрастные изменения нейронов мозжечка / В.П. Федоров, О.П. Гундарева, Н.В. Сгибнева // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2015. – Т. 60, № 4. – С. 12–18.
- Нягу, А.И. Изменения в нервной системе при хроническом воздействии ионизирующего излучения / А.И. Нягу, К.Н. Логановский // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1997. – № 2. – С. 62–69.
- Жаворонкова, Л.А. Динамическое клинико-электроэнцефалографическое и нейропсихологическое исследова-

- ние состояния ЦНС ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС / Л.А. Жаворонкова, Н.Б. Холодова, Н.В. Гогитидзе // Международный журнал радиационной медицины. – 2001. – Т. 3, № 1–2. – С. 194–199.
7. Подсонная, И.В. Биоэлектрическая активность головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС, страдающих дисциркуляторной энцефалопатией и артериальной гипертензией / И.В. Подсонная, Г.Г. Ефремушкин, Е.Д. Желобецкая // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2012. – № 10. – С. 33–38.
 8. Лелюк, В.Г. Ультразвуковая ангиология / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. – М.: Реальное время, 2003. – 324 с.
 9. Гуськова, А.К. Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Основные итоги и нерешенные проблемы / А.К. Гуськова // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2010. – Т. 55, № 3. – С. 17–28.
 10. Алексанин, С.С. Особенности функционального состояния центральной нервной системы участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС / С.С. Алексанин [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2007. – Т. 52, № 5. – С. 5–11.
 11. Поздняков, А.В. Исследование изменений проводящих систем головного мозга детей методом диффузионно-тензорной томографии в разных возрастных группах / А.В. Поздняков, А.И. Ташилкин // Перспективы развития современной медицины. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2014. – 69 с.
 12. Мамедьяров, А.М. Возможности оценки моторных и сенсорных проводящих путей головного мозга с помощью диффузионно-тензорной трактографии и детей с детским церебральным параличом / А.М. Мамедьяров, Л.С. Намазова-Баранова // Вестник Российской Академии медицинских наук. – 2014. – № 9. – С. 70–76.
 13. Jia L. A diffusion tensor imaging study in essential tremor. J. Neuroimaging, 2011, Vol. 21, pp. 370–374.
 14. Труфанов, А.Г. Роль фракционной анизотропии в базальных ганглиях в патогенезе болезни Паркинсона / А.Г. Труфанов // Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. – 2012. – № 2 (38). – С. 20–24.
 15. Ублинский, М.В. ЯМР in vivo как метод исследования биохимических и биофизических процессов головного мозга человека в норме и психопатологии (на примере шизофрении): дисс. ... канд. биол. наук / М.В. Ублинский. – М., 2016. – 130 с.
 16. Потапов, А.А. Длинные ассоциативные пути белого вещества головного мозга: современный взгляд с позиции нейронаук / А.А. Потапов, С.А. Горяйнов // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н.Бурденко. – 2014. – Т. 78, № 5. – С. 66–77.
 17. Ермолина, Ю.В. Особенности структурных и функциональных изменений головного мозга у детей со спастическими формами церебрального паралича: дисс. ... канд. мед. наук / Ю.В. Ермолина. – М., 2016. – 126 с.
 18. Китаев, С.В. Принципы визуализации диффузионного тензора и его применение в неврологии / С.В. Китаев, Т.А. Попова // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2012. – Т. 6, № 1. – С. 48–53.
 19. Мазуренко, Е.В. Клинико-нейровизуализационные аспекты когнитивных нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона: дисс. ... канд. мед. наук / Е.В. Мазуренко. – Минск, 2017. – 107 с.
 20. Панюшкина, Л.А. Клинико-морфологические особенности зрительного пути при глаукоме и при болезни Альцгеймера: дисс. ... канд. мед. наук / Л.А. Панюшкина. – М., 2015. – 128 с.
 21. Borroni B., Grassi M., Premi E., [et al.] Neuroanatomical correlates of behavioural phenotypes in behavioural variant of frontotemporal dementia. Behav Brain Res, 2012, 235(2), pp. 124–129.
 22. Ходжаева, Д.Т. Поражения проводящих путей при различных типах умеренно-когнитивных расстройств на фоне хронической ишемии мозга / Д.Т. Ходжаева, Д.К. Хайдарова // Евразийский союз ученых (ЕСУ): ООО «Международный Образовательный Центр». – 2015. – № 10. – С. 122–124.
 23. Ходжаева, Д.Т. Характеристика поражений проводящих путей при умеренных когнитивных расстройствах на фоне хронической ишемии мозга / Д.Т. Ходжаева, Д.К. Хайдарова, Н.К. Хайдаров // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ): ООО «Международный Образовательный Центр». – 2015. – №7(16). – С. 97–98.
 24. Киселев, М.Ф. О работе 59-й сессии Научного Комитета по действию атомной радиации ООН (НКДАР ООН) (Вена, 21–25 мая 2012 г.) / М.Ф. Киселев, Т.В. Азизова, А.В. Аклев [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2012. – № 5. – С. 11–19.
 25. Максудов, Г.А. Классификация сосудистых поражений головного и спинного мозга. Сосудистые заболевания нервной системы / Г.А. Максудов; под ред. Е.В. Шмидта. – М., 1975. – С. 12–17.

Поступила: 01.12.2017 г.

Левашкина Ирина Михайловна – врач-рентгенолог кабинета магнитно-резонансной томографии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитова Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. **Адрес для переписки:** 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2; E-mail: levashkina ldc@yandex.ru

Алексанин Сергей Сергеевич – доктор медицинских наук, профессор, директор Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитова Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Санкт-Петербург, Россия

Серебрякова Светлана Владимировна – доктор медицинских наук, заведующая кабинетом магнитно-резонансной томографии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитова Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Санкт-Петербург, Россия

Грибанова Татьяна Георгиевна – врач-рентгенолог кабинета магнитно-резонансной томографии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитова Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Левашкина И.М., Алексанин С.С., Серебрякова С.В., Грибанова Т.Г. О влиянии малых и средних доз радиации на структуру проводящих путей головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде (по данным высокопольной рутинной и диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии) // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 23-30. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4 -23-30

Low and mean radiation doses impact on the cerebral tracts structure of the Chernobyl accident liquidators in the remote period (based on routine and diffusion-tensor magnetic resonance imaging data)

Irina M. Levashkina, Sergey S. Aleksanin, Svetlana V. Serebryakova, Tatyana G. Gribanova

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine of The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Saint-Petersburg, Russia

To evaluate correlation between brain structural damages and radiation exposure level for the Chernobyl nuclear power plant accident liquidators, routine and diffusion tensor magnetic resonance imaging methods are efficient to visualize and evaluate those damages; it is also important to compare magnetic resonance imaging data of liquidators with results, received for people of the same age and the same stage of cerebral vascular disease (the discirculatory encephalopathy of I and II stage), but who did not participate in the Chernobyl accident liquidation and did not suffer from other liquidation factors and radiation catastrophe aftermaths. As a result, the Chernobyl accident liquidators group (49 subjects) and group of control (50 subjects) were examined with routine magnetic resonance imaging methods and standard protocols. In addition, the innovative method of diffusion tensor magnetic resonance imaging was applied to examine 11 cerebral tracts, bilaterally (22 tracts in both hemispheres) for every subject of the research. It was for the first time when diffusion tensor magnetic resonance imaging was applied to conduct visual analysis of polymorphic brain changes for the Chernobyl accident liquidators and special research conducted to find correlation between fractional anisotropy coefficient and radiation exposure for these patients. The results of diffusion tensor magnetic resonance imaging indicated no statistically significant ($p > 0,05$) difference in the level of cerebral morphological changes and between average fraction anisotropy coefficient value in any cerebral tract for both sub-groups of liquidators with different level of irradiation: 28 subjects, who were exposed by low and very low radiation doses (0–100 micro-Sv, sub-group A) and 21 subjects, who were exposed by mean radiation doses (100–1000 micro-Sv, sub-group B). However, comparing diffusion tensor magnetic resonance imaging results of control group and liquidators group, statistically significant ($p < 0,05$) reduction of average fraction anisotropy coefficient was detected in frontal and temporal lobes. It proves significant micro-structural damages of mentioned brain areas caused by different factors of the Chernobyl accident liquidation.

Key words: Chernobyl nuclear power plant, accident liquidator, diffusion tensor magnetic resonance imaging, fraction anisotropy, low doses of radiation, mean doses of radiation.

References

1. Aleksanin S.S., Astafyev, N.A. Bardysheva [et al.]. Ed. by prof. Aleksanin S.S. 30 years after Chernobyl: pathogenetic mechanisms of somatic pathologies, medical care experience for Chernobyl nuclear power plant liquidators: monograph. St.-Petersburg, Politechnica-Print, 2016, 506 p. (in Russian)
2. Hirmanov V.N., Tikhomirova O.V. Ed.: prof. Aleksanin S.S. Chernobyl nuclear power plant liquidators metabolic and hemodynamic mechanisms of cardio- and cerebral diseases in the remote period. St.-Petersburg, Politechnica-Service, 2010, 358 p. (in Russian).
3. Damulin I.V. Cognitive impairment in damage to small cerebral vessels. Consilium medicum, 2014, Vol. 16. № 9, pp.10-16. (in Russian).
4. Fedorov V.P., Gundareva O.P., Sgibneva N.V. Radiation-Induced and Age-Related Changes in Cerebellar Neurons. Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost = Medical radiology and radiation safety, Vol. 60, №4, pp. 12-18. (in Russian).
5. Nyagu A.I., Loganovsky K.N. Changes in the nervous system under chronic exposure to ionizing radiation. Zhurnal nevrologii i psikiatrii = Journal of neuropathology and psychiatry, 1997, N 2, pp. 62–69. (in Russian).

Irina M. Levashkina

The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine.

Address for correspondence: Academica Lebedeva Str., 4/2, St.-Petersburg, 194044, Russia; E-mail: levashkina ldc@yandex.ru

6. Zhavoronkova L.A., Kholodova N.B., Gogitidze N.V. Dynamic clinical-electroencephalographic and neuropsychological study of the condition of the central nervous system of the liquidators of the Chernobyl accident. *Mezhdunarodnyy zhurnal radiatsionnoy meditsiny* = International Journal of Radiation Medicine, 2001, Vol. 3, № 1–2, pp. 194–199. (in Russian).
7. Podsonnaya I.V., Efremushkin G.G., Zhelobetskaya E.D. The bioelectric activity of the brain in discirculatory encephalopathy and arterial hypertension developed in the Chernobyl nuclear disaster liquidators. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry, 2012, N 10, pp. 33–38. (in Russian).
8. Lelyuk V.G., Lelyuk S.E. The Ultrasonic angiology. *Realnoye vremya* = Real Time, 2003, Moscow, 324 p. (in Russian).
9. Guskova A.K. Medical Effects of the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident: Major summaries and unsolved challenges. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* = Medical radiology and radiation safety, 2010, Vol. 55, № 3, pp. 17–28. (in Russian).
10. Aleksanin S.S., Mamatova N.T., Tikhomirova O.V. [et al.]. Functional State Peculiarities of Central Nervous System in Chernobyl Recovery Workers with Chronic Cerebrovascular Diseases. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* = Medical radiology and radiation safety, 2007, Vol. 52, N 5, pp. 5–11. (in Russian).
11. A.V. Pozdnyakov, A.I. Tazhilkin. Study of changes in children's brain pathways using Diffusion-Tensor Tomography for different age groups. In: *Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* = Modern Medicine Perspectives, Voronezh, 2014, p. 69. (in Russian).
12. Mamedyarov A.M., Namazova-Baranova L.S. Assessment of Motor and Sensory Pathways of the Brain Using Diffusion-Tensor Tractography in Children with Cerebral Palsy. *Vestnik Rossiyskoy Akademii meditsinskikh nauk* = Annals of the Russian academy of medical sciences, 2014, № 9, pp.70–76. (in Russian).
13. Jia L. A diffusion tensor imaging study in essential tremor. *J. Neuroimaging*, 2011, Vol. 21, pp. 370–374.
14. Trufanov A.G. Role of fractional anisotropy in basal ganglia in Parkinson disease pathogenesis. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii* = Vestnik of Russian military medical Academy, 2012, № 2(38), pp.20–24. (in Russian).
15. Ublinsky M.V. Nuclear magnetic resonance as a research method for human brain biochemical and biophysical processes within the norm and in case of psychopathology, Thesis abstract Cand. Biol. Sciences, Moscow, 2016, 130 p. (in Russian).
16. Potapov A.A., Goryaynov S.A. The Long-associative pathways of the white matter: modern view from the perspective of neuroscience. *Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko* = Problems of Neurosurgery named after N.N. Burdenko, 2014, Vol. 78, pp. 66–77. (in Russian)
17. Ermolina Yu.V. Particularities of brain structural and functional changes for children with spastic form of cerebral palsy, Thesis abstract Cand. Med. Sciences, Moscow, 2016, 126 p. (in Russian).
18. Kitayev S.V., Popova T.A. Principles of diffusion tensor imaging and its application to neuroscience. *Annaly klinicheskoy i eksperimentalnoy nevrologii* = Annals of Clinical and Experimental Neurology, 2012, Vol.6, №1, pp.48–53. (in Russian).
19. Mazurenko E.V. Clinical and neuro-vizualisational aspects of cognitive disorders for Parkinson disease patients, Thesis abstract Cand. Med. Sciences, Minsk, 2017, 107 p. (in Russian).
20. Panyushkina L.A. Clinical and morphological aspects of visual paths for glaucoma and Alzheimer disease, Thesis abstract Dr. Med. Sci., Moscow, 2015, 128 p. (in Russian).
21. Borroni B., Grassi M., Premi E., Gazzina S., Alberici A., Cosseddu M. [et al.]. Neuroanatomical correlates of behavioural phenotypes in behavioural variant of frontotemporal dementia. *Behav Brain Res.*, 2012, 235(2), pp. 124–129.
22. Khodzaeva D.T., Khaydarova D.K. Lesions of pathways in different types of moderate cognitive disorders on the background of chronic ischemia of the brain. *Zhurnal Evraziyskogo Soyuzu uchenykh* = Eurasian Union of Scientists, 2015, №10, pp.122–124. (in Russian).
23. Hodzhayeva D.T., Khaydarova D.K., Khaidarov N.K. Characteristic of lesions of conduction pathways with moderate cognitive impairment against a background of chronic cerebral ischemia *Zhurnal Evraziyskogo Soyuzu uchenykh* = Eurasian Union of Scientists, 2015, №7(16), pp. 97–98. (in Russian).
24. Kiselev M.F., Azizova T.V., Akleev T.V. [et al.]. On the 59th Session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) (Vienna, 21–25 May 2012). *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* = Medical radiology and radiation safety, 2012, N 5, pp.11–19. (in Russian).
25. Maksudov G.A. Vascular involvements of brain and spinal cord classification. Ed. Shmidt E.V., Moskva, 1975, pp. 12–17. (in Russian).

Received: December 01, 2017

For correspondence: Irina M. Levashkina – MRI rentgenologist, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine of The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (Academica Lebedeva Str., 4/2, St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: levashkina.idc@yandex.ru

Sergey S. Aleksanin – Dr. Med. Sci., Professor, Director of The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine of The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Saint-Petersburg, Russia

Svetlana V. Serebryakova – Dr. Med. Sci., Head of the MRI Department, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine of The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Saint-Petersburg, Russia

Tatyana G. Gribanova – MRI rentgenologist, The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine of The Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Levashkina I.M., Aleksanin S.S., Serebryakova S.V., Gribanova T.G. Low and mean radiation doses impact on the cerebral tracts structure of the Chernobyl accident liquidators in the remote period (based on routine and diffusion-tensor magnetic resonance imaging data). *Radiatsionnaya gygiena* = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 4, pp.23–30. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-23-30

Уровни облучения пациентов и возможные пути оптимизации ПЭТ-диагностики в России

Л.А. Чипига^{1,2}, И.А. Звонова¹, Д.В. Рыжкова², М.А. Меньков³, М.Б. Долгушин³

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

²Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

В работе представлены данные о позитронных эмиссионных томографических исследованиях, проводимых в России, протоколах сканирования и дозах облучения пациентов. Сбор информации проводился путём анкетирования персонала отделений позитронной эмиссионной томографии в период с 2012 по 2017 г. Всего обследовано 19 отделений позитронной эмиссионной томографии из 12 регионов Российской Федерации, девять из которых оснащены собственными отделениями производства радионуклидов и радиофармпрепаратов. Почти все отделения позитронной эмиссионной томографии в России укомплектованы современными позитронными эмиссионными томографами, совмещенными с рентгеновскими компьютерными томографами, которые предназначены для проведения двух процедур в рамках одного исследования. В каждом отделении собиралась информация о видах исследований, применяемых радиофармпрепаратах и активностях, вводимых стандартному пациенту (масса тела 70 ± 5 кг), а также параметрах протоколов компьютерного томографического сканирования и дозах облучения пациентов. Эффективные дозы, полученные пациентами за одно совмещенное позитронное эмиссионное компьютерное томографическое исследование, определялись как сумма доз внутреннего облучения от введенного радиофармпрепарата и внешнего рентгеновского облучения при компьютерном томографическом сканировании. Согласно полученным данным, в России проводятся исследования всего тела с ^{18}F -фтордезоксиглюкозой, ^{18}F -холин, ^{11}C -холин, ^{68}Ga -PSMA, ^{68}Ga -DOTA-TATE, ^{68}Ga -DOTA-NOC, исследования головного мозга с ^{18}F -ФДГ, ^{11}C -метионин, ^{18}F -холин, ^{18}F -тирозин, исследования миокарда с ^{13}N -аммоний. Дозы облучения пациентов от совмещенных исследований лежат в диапазоне 3–40 мЗв. Наибольшие дозы получают пациенты при исследовании всего тела — около 17 мЗв, при исследовании головного мозга — 3,4–4,8 мЗв, при исследовании миокарда — 2,7 мЗв. При этом компьютерное томографическое сканирование вносит от 65% до 95% в дозу облучения пациента при исследовании всего тела и 20–30% при исследовании головного мозга. При дополнительных многофазных компьютерных томографических сканированиях с введением контрастного вещества доза может увеличиваться до 15 мЗв при исследовании головного мозга, до 25–30 мЗв при исследовании всего тела и до 35–40 мЗв при исследовании миокарда. Для оптимизации проведения позитронных эмиссионных исследований, сравнения результатов, полученных в разных отделениях позитронной эмиссионной томографии, и повышения диагностической ценности данного метода в России необходима стандартизация используемых протоколов сбора и обработки данных. Оптимизация радиационной защиты пациентов возможна за счёт использования низкодозового режима компьютерного томографического сканирования вместо диагностического, создания специальных протоколов для отдельных групп пациентов, корректного применения системы автоматической модуляции силы тока (tube current modulation) и современных методов реконструкции изображения; обучения медицинского персонала техническим приёмам снижения дозы и знаниям в области радиационной безопасности.

Ключевые слова: пациент, позитронная эмиссионная томография, компьютерная томография, ПЭТ/КТ-диагностика, эффективная доза пациента, оптимизация диагностических исследований.

Чипига Лариса Александровна

Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com

Введение

Реализация государственной программы «Развитие ядерной медицины в Российской Федерации до 2020 года» (Минздрав России) способствует повышению доступности диагностической процедуры позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ) для населения [1, 2]. До 2009 г. в России функционировало только 4 ПЭТ-центра и 3 отделения ПЭТ-диагностики, но уже к 2014 г. функционировало 13 ПЭТ-центров и 4 отделения, более 30 учреждений ПЭТ-диагностики планировалось ввести в строй в ближайшие годы [3]. ПЭТ является методом радиоизотопной диагностики обнаружения онкологических патологий, кардиологических и неврологических заболеваний. Для проведения исследования пациенту внутривенно вводят радиофармпрепарат (РФП), меченный позитрон-излучающим радионуклидом, при обследовании фиксируют и количественно определяют распределение РФП в исследуемом органе или во всем теле пациента. Наибольшее применение метод ПЭТ нашёл в онкологии, где проведение ПЭТ рекомендовано для диагностики и стадирования заболевания, а также планирования и оценки эффективности противопухолевого лечения [2, 4–8].

Современные аппараты для проведения ПЭТ совмещены с рентгеновскими компьютерными томографами (КТ), что дает возможность одновременно проводить ПЭТ- и КТ-исследования пациента и получать информацию о функциональной активности и анатомическом строении исследуемых органов и тканей. Однако высокая диагностическая информативность данного метода сопряжена с высокими дозами облучения пациентов.

В качестве меры риска возникновения отдаленных последствий воздействия ионизирующего излучения в системе радиационной защиты используется эффективная доза. Она рассчитывается с учетом относительной биологической эффективности разных типов излучения и разной радиочувствительности органов и тканей [9]. В медицинском облучении эта величина позволяет сравнивать уровни облучения пациента при разных методах диагностики [10, 11], что особенно важно при совмещённых исследованиях. Согласно данным зарубежных источников, эффективные дозы в ПЭТ/КТ-диагностике достигают 20–30 мЗв за исследование [12–17], при этом эквивалентные дозы в отдельных органах и тканях могут превосходить эффективную дозу в несколько раз [18].

В Российской Федерации бурное развитие ПЭТ-диагностики началось лишь во вторую декаду XXI в., и поэтому в настоящее время в литературе отсутствуют сведения о структуре диагностических процедур и о дозах облучения пациентов при исследовании. В отечественной практике в рамках Единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) проводится учет доз медицинского облучения пациентов, в том числе и от диагностических процедур в ядерной медицине, однако она не выделяет ПЭТ-диагностику как отдельную единицу наблюдения.

Таким образом, в России на текущий момент нет официальной информации о дозах облучения пациентов в ПЭТ-диагностике.

Цель исследования – сбор и анализ данных о процедурах ПЭТ-диагностики, выполняемых в РФ: структуре диагностических исследований, используемых радиофармпрепаратах, уровнях облучения пациентов, а также обсуждение возможных путей оптимизации ПЭТ-исследований.

Материалы и методы

Сбор данных

В 2012–2017 гг. были проведены обследования и сбор данных в 19 отделениях ПЭТ-диагностики в 12 регионах России: Санкт-Петербург, Москва, Белгородская, Курская, Липецкая, Орловская, Свердловская, Тамбовская, Тюменская области, республики Башкортостан и Татарстан, Приморский край. В них функционируют 27 аппаратов. Из 19 отделений ПЭТ-диагностики девять входят в состав ПЭТ-центров, которые имеют собственный циклотрон для производства позитрон-излучающих радионуклидов и радиохимическую лабораторию, где синтезируют радиофармпрепарат (РФП). Остальные 10 отделений ПЭТ-диагностики оснащены позитронными эмиссионными томографами, а РФП для исследований получают из других организаций (ближайшего ПЭТ-центра или предприятия по производству РФП). Список обследованных медицинских организаций (МО) с перечнем диагностического обследования представлен в таблице 1.

Информацию получали путем анализа рабочих журналов и опроса персонала отделений ПЭТ-диагностики с использованием анкет, которые содержали вопросы об оборудовании, видах исследований, вводимых активностях РФП, дозах облучения пациентов, протоколах ПЭТ- и КТ-сканирования. Данные о режимах сканирования были представлены для стандартного пациента (масса тела 70 ± 5 кг, рост 174 см) [19].

Определение эффективной дозы пациентов от внутреннего и внешнего облучения

В работе оценивались стандартные эффективные дозы, которые получает стандартный пациент в результате диагностического ПЭТ-исследования во всех обследованных отделениях ПЭТ-диагностики. Эффективная доза пациентов от совмещенного ПЭТ/КТ-исследования определялась как сумма доз внутреннего облучения от введенного РФП и внешнего облучения от рентгеновского КТ-сканирования. Доза внутреннего облучения пациента зависит от свойств введенного РФП, его активности, а также от периода полураспада и энергии излучения радионуклида. Доза внешнего облучения пациента определяется областью сканирования тела пациента и параметрами КТ-протокола.

Эффективная доза внутреннего облучения пациента от введенного РФП ($E_{\text{РФП}}$) в рассматриваемом подразделении рассчитывалась умножением величины активности, введенной стандартному пациенту, на дозовый коэффициент по формуле, согласно МУ 2.6.1.3151-13¹:

$$E_{\text{РФП}} = A \cdot k_A, \text{ мЗв, (1)}$$

¹ МУ 2.6.1.3151-13 «Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований». [Methodical guidance 2.6.1.3151-13 «Assessment and accounting of effective dose to the patients undergoing nuclear medicine diagnostic examinations»].

Отделения ПЭТ-диагностики медицинских организаций (МО), обследованные в 2012–2017 г.,
их обеспеченность оборудованием

Таблица 1

[Table 1]

PET diagnostic departments from investigated hospitals in 2012–2017, diagnostic equipment]

Субъект РФ [Region of Russia]	Полное название МО [Hospital name]	№ отделения, [Department number]	Год сбора данных [Year of data collection]	Марка ПЭТ [Model of scanner]	№ аппарата [PET number]
Санкт-Петербург [St.-Petersburg]	ФГУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий» (РЦНРХТ)* [FGF «Russian scientific center of radiology and surgical technologies»]	1	2017	Discovery 690	1
			2017	Biograph mCT 128	2
			2017	Biograph mCT 40	3
			2017	Ecat Exact	4
	Институт мозга человека (ИМЧ РАН)* [Human Brain Institute]	2	2017	Gemini TF 16	5
			2017	Discovery 710	6
	Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем (ЛДЦ МИБС)* [Treatment and diagnostical center of International institute of biological systems]	3	2014	Biograph 16	7
	ФГБУ «Национальный медицинский исследова- тельный центр им. В.А. Алмазова» (НМИЦ им. В.А. Алмазова)* [Almazov National Medical Research Centre]	4	2016	Discovery 710	8
	ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический на- учно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)» (СПбКНПЦСВМП(о)) [St-Petersburg clinical scientific-practical center of specialized medical care (oncological)]	5	2014	Biograph 6	9
	ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» [Military Medical Academy after S.M. Kirov]	6	2014	Biograph DUO	10
Москва [Moscow]	ФГБУ «Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина» (РОНЦ)* [Russian Oncological Scientific Center named after N. N. Blokhin]	7	2017	Biograph mCT	11
			2017	Biograph mCT	12
	Европейский медицинский центр* [European medical center]	8	2016	Biograph mCT	13
			2016	Biograph mCT	14
			2016	Gemini TF64	15
	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	9	2016	Discovery 610	16
Тюменская область [Tumen region]	ГАУЗ ТО «МКМЦ «Медицинский город»* [МКМС Medical city]	10	2012	Biograph 64 True Point	17
Приморский край [Primorsky krai]	Медицинский центр «Дальневосточный Федеральный университет» (ДВФУ) [Medical center of Far-east federal university]	11	2016	Gemini	18
Республика Татарстан [Kazan region]	ГАУЗ «Республиканский клинический онкологи- ческий диспансер» [Republican clinical oncology dispancer]*	12	2014	Discovery 600	19
			2014	Discovery 690	20
Белгородская область [Belgorod region]	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	13	2016	Discovery 610	21
Республика Башкортостан [Bashkortostan]	ПЭТ-Технологии* [PET-Technology]	14	2016	Optima 560	22

Окончание таблицы 1

Субъект РФ [Region of Russia]	Полное название МО [Hospital name]	№ отделения, [Department number]	Год сбора данных [Year of data collection]	Марка ПЭТ [Model of scanner]	№ аппарата [PET number]
Тамбовская область [Tambov region]	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	15	2016	Optima 560	23
Курская область [Kursk region]	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	16	2016	Discovery 710	24
Липецкая область [Lipetsk region]	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	17	2016	Discovery 710	25
Орловская область [Orel region]	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	18	2016	Discovery 610	26
Свердловская область [Sverdlovsk region]	ПЭТ-Технологии [PET-Technology]	19	2016	Discovery 610	27

*Отделение ПЭТ-диагностики входит в состав ПЭТ-центра, укомплектованного циклотроном для производства радионуклидов и лабораторией радиохимического синтеза РФП.

[*PET department integrated into PET center; equipped with cyclotron for radionuclide production and radiochemistry laboratory for radiopharmaceutical production].

где A (МБк) – активность РФП, вводимая стандартному пациенту в рассматриваемом подразделении, k_A (мЗв/МБк) – дозовый коэффициент: эффективная доза от введения пациенту 1 МБк данного РФП.

В таблице 2 показаны дозовые коэффициенты для взрослых пациентов при введении им РФП, применяемых

в России при ПЭТ-диагностике. Дозовые коэффициенты для наиболее распространенных РФП приведены в МУ 2.6.1.3151-13¹.

Определение стандартной эффективной дозы внешнего облучения от КТ-сканирования производилось с использованием коэффициентов перехода от значения DLP

Таблица 2

Радиофармпрепараты (РФП), применяемые в ПЭТ-диагностике в России, период полураспада радионуклида-метки и дозовые коэффициенты для взрослых пациентов

[Table 2]

Radiopharmaceuticals used in PET diagnostic in Russia, half-life of radionuclides and conversion coefficients effective dose for adult patients]

РФП [Radiopharmaceuticals]	Период полураспада, мин [Half-life period, min]	Дозовый коэффициент, мЗв/МБк [Conversion coefficient, mSv/MBq]	Источник [Literature sources]
¹⁸ F-ФДГ* [¹⁸ F-FDG]	109	0,019	Публикация МКРЗ 128[20], МУ 2.6.1.3151-13 [ICRP 128, MG 2.6.1.3151-13]
¹¹ C-метионин [¹¹ C-methionine]	20	0,0084	МУ 2.6.1.3151-13 [MG 2.6.1.3151-13]
¹¹ C-холин [¹¹ C-choline]	20	0,0043	МУ 2.6.1.3151-13 [MG 2.6.1.3151-13]
¹⁸ F-холин [¹⁸ F-choline]	110	0,020	Публикация МКРЗ 128 [20] [ICRP 128]
¹⁸ F-тирозин [¹⁸ F-tyrosine]	110	0,016	Публикация МКРЗ 128 [20] [ICRP 128]
¹³ N-аммоний [¹³ N-ammonie]	10	0,002	МУ 2.6.1.3151-13 [MG 2.6.1.3151-13]
⁶⁸ Ga- PSMA	68	0,020	Herrmann K., 2015 [21]
⁶⁸ Ga- DOTA-TATE/ ⁶⁸ Ga- DOTA-NOC	68	0,021	Sandström M., 2013 [22]

*¹⁸F-фтордезоксиглюкоза.
[¹⁸F-fluorodeoxyglucose].

(dose length product – произведение дозы на длину) к эффективной дозе по формуле, согласно МУ 2.6.1.2944-11²:

$$E = DLP_i \cdot e_{DLP, i}, \text{ мЗв (2)}$$

где DLP_i (мГр·см) – значение произведения дозы на длину сканирования для i -й анатомической области КТ-сканирования стандартного пациента, e_{DLP} (мЗв/(мГр·см)) – дозовый коэффициент перехода от значения DLP к эффективной дозе для i -й области исследования (табл. 3).

Для наиболее распространенных КТ-исследований дозовые коэффициенты приведены в МУ 2.6.1.2944-11², в таблице 3 представлены дозовые коэффициенты, которые использовались при определении доз в данной работе.

Таблица 3

Дозовые коэффициенты для разных областей КТ-сканирования при ПЭТ-исследованиях, проводимых в России

[Table 3]

The types of CT scans in PET/CT examinations and conversion coefficients from DLP to effective dose for different anatomical regions]

Зона КТ-сканирования [Anatomical region]	Дозовый коэффициент, мЗв/ (мГр·см) [Conversion coefficient, mSv/ (mGy·cm)]	Источник [Literature sources]
Все тело [Whole body]	0,015	Чипига Л., 2016 [22,23] [Chipiga L., 2016]
Голова [Head]	0,0023	МУ 2.6.1.2944-11 [MG 2.6.1.2944-11]
Грудная клетка [Chest]	0,017	МУ 2.6.1.2944-11 [MG 2.6.1.2944-11]
Малый таз [Pelvis]	0,019	МУ 2.6.1.2944-11 [MG 2.6.1.2944-11]

Результаты и обсуждение

Методики, РФП и дозы внутреннего облучения пациентов

Данные о проводимых исследованиях, используемых РФП и вводимых активностях, усредненные по 19 обследованным отделениям ПЭТ-диагностики, представлены в таблице 4.

Лишь 9 обследованных отделений имеют собственное производство РФП, остальные 10 отделений получают РФП из других организаций. Доступными для поставки являются препараты только на основе радионуклида ^{18}F с периодом полураспада ($T_{1/2}$) 110 мин. Радиофармпрепараты на основе радионуклидов ^{11}C и ^{13}N из-за их коротких периодов полураспада (20 и 10 мин соответственно) можно использовать лишь в тех медицинских организациях (МО), которые их производят. Радионуклид ^{68}Ga ($T_{1/2}$ – 68 мин) получают из радионуклидного генератора $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ с периодом полураспада 271 сут, что позволяет использовать его в течение 1–2 лет. Препараты, меченные ^{68}Ga , в настоящее время изготавливаются и применяются только в Санкт-Петербурге.

Исследование всего тела с ^{18}F -ФДГ для диагностики онкологических и воспалительных заболеваний проводится во всех обследованных отделениях ПЭТ-диагностики. Разброс вводимых пациентам активностей ^{18}F -ФДГ при исследовании всего тела стандартного пациента составляет от 200 до 390 МБк в разных МО (рис. 1). В ПЭТ-центрах, которые укомплектованы несколькими аппаратами ПЭТ, пациентам обычно вводят одинаковую активность РФП для исследований на разных аппаратах. Эффективные дозы внутреннего облучения пациентов при исследованиях всего тела лежат в пределах от 3,8 до 7,4 мЗв.

Из 19 обследованных отделений ПЭТ-диагностики в пяти проводятся исследования головного мозга с ^{18}F -ФДГ для диагностики неврологических заболеваний, при этом вводимые пациентам активности ^{18}F -ФДГ находятся в пределах от 120 до 200 МБк при среднем значении 170 МБк. Исследования головного мозга с целью диагностики онкологических заболеваний прово-

Таблица 4

ПЭТ-исследования, проводимые в России, используемые радиофармпрепараты (РФП), вводимые активности и эффективные дозы пациентов

[Table 4]

PET examinations types, radiopharmaceuticals, administered activities and effective doses]

Вид ПЭТ-исследования [Examination type]	Количество ПЭТ-аппаратов [Number of PET scanners]	Средняя вводимая активность (мин. – макс.), МБк [Mean administered activity (min-max), MBq]	Средняя эффективная доза от РФП, мЗв [Mean effective dose, mSv]
Исследование головного мозга с ^{18}F -ФДГ [Brain ^{18}F -FDG]	5	170 (120–200)	3,2

² МУ 2.6.1.2944-11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований». [Methodical guidance 2.6.1.2944-11 «Assessment of effective dose to the patients undergoing X-ray examinations»].

Вид ПЭТ-исследования [Examination type]	Количество ПЭТ-аппаратов [Number of PET scanners]	Средняя вводимая активность (мин. – макс.), МБк [Mean administered activity (min-max), MBq]	Средняя эффективная доза от РФП, мЗв [Mean effective dose, mSv]
Исследование головного мозга с ^{18}F -тирозин [Brain ^{18}F -tyrosine]	2	200 (200–200)	3,2
Исследование головного мозга с ^{18}F -холин [Brain ^{18}F -choline]	2	190 (175–225)	3,8
Исследование головного мозга с ^{11}C -метионин [Brain ^{11}C -methionine]	4	280 (250–450)	2,4
Исследование всего тела с ^{18}F -ФДГ [Whole body ^{18}F -FDG]	19	280 (200–390)	5,3
Исследование всего тела или таза с ^{18}F -холин [Whole body/pelvis ^{18}F -choline]	3	310 (225–350)	6,2
Исследование всего тела или таза с ^{11}C -холин [Whole body/pelvis ^{11}C -choline]	2	380 (210–550)	1,6
Перфузия миокарда с ^{13}N -аммоний [Myocardial perfusion ^{13}N -ammonie]	2	775 (750–800)	1,6
Исследование всего тела с ^{68}Ga - PSMA [Whole body ^{68}Ga - PSMA]	1	105	2,1
Исследование всего тела с ^{68}Ga - DOTA-TATE/ ^{68}Ga - DOTA-NOC [Whole body ^{68}Ga - DOTATATE/ ^{68}Ga - DOTANOC]	1	105	2,2

дятся с ^{11}C -метионин в отделениях Санкт-Петербурга и Казани, с ^{18}F -тирозин и ^{18}F -холин – в отделениях Москвы и Уфы. Дозы внутреннего облучения пациентов при исследованиях головного мозга варьируют от 2,1 до 4,5 мЗв.

Исследование перфузии миокарда с ^{13}N -аммонием проводятся в двух отделениях ПЭТ-диагностики. Для большинства пациентов перфузия миокарда состоит из нескольких последовательных процедур: пробы в покое и при нагрузке, такое исследование занимает от 2 до 3 ч. Пациенту каждый раз вводится РФП активностью около 750–800 МБк, при этом в связи с коротким периодом полураспада ^{13}N для каждой процедуры производится отдельная наработка препарата. Доза облучения пациента от каждой процедуры составляет около 1,5 мЗв.

Диагностику рака предстательной железы проводят с холином, меченным радионуклидом ^{18}F или ^{11}C . Обычно выполняют сканирование всего тела, однако в некоторых случаях зона сканирования может быть ограничена областью малого таза. Вводимые пациентам активности при данном исследовании варьируют от 225 МБк до 350 МБк для ^{18}F -холин и от 210 МБк до 550 МБк для ^{11}C -холин. Дозы облучения пациентов от введения ^{18}F -холина составляют 0,9–7,0 мЗв.

Диагностику рака предстательной железы с ^{68}Ga -PSMA проводят только в Санкт-Петербурге, так же, как

и исследования, позволяющие диагностировать нейроэндокринные опухоли с РФП на основе ^{68}Ga : DOTA-TATE и DOTA-NOC. Каждый из последних препаратов имеет сродство к соматостатиновым рецепторам определенного типа, которые присутствуют в конкретной нейроэндокринной опухоли. Вследствие этого пациенту проводятся два исследования с двумя препаратами, исследования разделяют по дням. Доза облучения пациента от каждой такой процедуры составляет 2,2 мЗв.

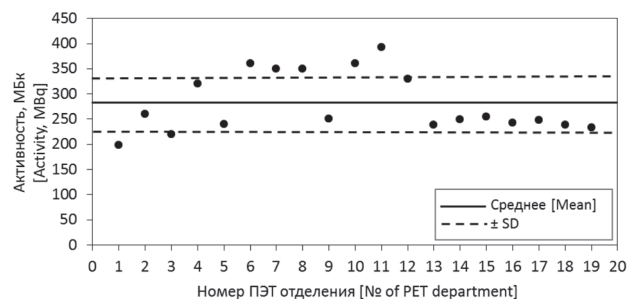


Рис. 1. Активности ^{18}F -ФДГ, вводимые стандартному пациенту, при исследовании всего тела в 19 отделениях ПЭТ-диагностики; линиями на графике отмечены среднее значение $\pm$ SD (стандартное отклонение)

[Fig. 1. Activities of ^{18}F -FDG administered to standard patient for whole body PET examinations in 19 PET diagnostic departments; the mean value $\pm$ SD marked with lines on the graph]

Виды КТ-сканирований и дозы внешнего облучения пациентов

Современные ПЭТ/КТ-аппараты позволяют получить совмещенное изображение распределения РФП в теле пациента и КТ-сканирования за одну процедуру. Рентгеновское КТ изображение при ПЭТ-исследовании используется для коррекции аттенюации (ослабления) излучения радиоизотопа в теле пациента, а также для анатомической привязки распределения РФП к определенным органам. Последнее подразумевает, что область КТ-сканирования не может быть меньше области ПЭТ-сканирования, чаще всего они совпадают. Выполнение указанных задач происходит в низкодозовом режиме КТ-сканирования. Диагностический режим позволяет провести полноценную КТ-диагностику, но формирует более высокую дозу облучения пациента. В таблице 5 представлены данные о зонах КТ-сканирования, значения DLP и оценки эффективных доз пациентов от рентгеновского излучения при разных ПЭТ/КТ-исследованиях.

При наличии у пациента результатов предварительного КТ- или МРТ-исследования нет необходимости в проведении диагностического КТ-сканирования во время ПЭТ-исследования, а достаточно низкодозового КТ-сканирования. Однако не все пациенты перед процедурой ПЭТ-КТ проходили МРТ- или КТ-исследование. В таком случае врачу-радиологу необходима более детальная информация о структурных изменениях в органах и тканях, поэтому КТ-сканирование в диагностическом режиме в рамках ПЭТ/КТ-исследования является обоснованным.

Значительный разброс значений DLP от 400 до 1700 при ПЭТ/КТ всего тела связан с отсутствием стандар-

тов протоколов КТ-сканирования. Например, протокол КТ-сканирования всего тела выполняется при среднем значении DLP 800 (от 400 до 1700) мГр·см, что формирует среднюю дозу пациента 12 мЗв. В некоторых отделениях низкодозовый протокол КТ сканирования всего тела дополняют КТ-сканированием грудной клетки на задержке дыхания. Такой протокол обусловлен тем, что КТ-сканирование проводится так же, как и ПЭТ-сканирование при спокойном дыхании пациента для совмещения изображений и коррекции аттенюации. В таком случае диагностическая ценность КТ-изображения снижается для области грудной клетки, где образуются артефакты движения во время дыхания за счет движения диафрагмы, что компенсируется дополнительным сканированием грудной клетки на задержке дыхания. Данное исследование формирует среднее суммарное значение DLP (1000 мГр·см) и соответствующее ему увеличение суммарной дозы облучения пациента примерно на 3,4 мЗв. Значение DLP при КТ-сканировании с контрастным усилением возрастает в среднем в 2 раза относительно исследований без введения контрастного вещества, за счёт дополнительных фаз; соответственно, удваивается доза от КТ-сканирования (рис. 2).

Наибольший разброс значений DLP от 40 до 1700 мГр·см наблюдается при исследованиях головного мозга, соответственно, эффективная доза от КТ в разных организациях варьирует от 0,1 до 3,9 мЗв при среднем значении 1,0 мЗв. При проведении КТ-перфузии головного мозга с контрастным усилением значение DLP достигает 4000 мГр·см, а средняя доза внешнего облучения – 10 мЗв.

Области КТ-сканирования, значения DLP и средние эффективные дозы внешнего облучения пациентов в обследованных отделениях ПЭТ-диагностики

Таблица 5

[Table 5]

Anatomical regions and type of CT scans in PET/CT examinations, statistics of DLP

Зона КТ-сканирования [Anatomical region]	Количество ПЭТ-аппаратов [Number of PET scanners]	Среднее (мин. – макс.) значения DLP, мГр·см [Mean (min-max) DLP, mGy·cm]	Среднее значение эффективной дозы от КТ, мЗв [Mean effective dose of CT, mSv]
Все тело [Whole body]	22	800 (400–1700)	12,0
Все тело + ГК ¹⁾ [Whole body + Chest]	4	1000 (830–1100)	15,0
Все тело с контрастом [Whole body with contrast]	10	1500 (1300–2400)	22,5
Голова [Head]	18	440 (40–1700) ²⁾	1,0
Грудная клетка (зона сердца) [Chest (myocardium)]	3	70 (50–100) ³⁾	1,2
Малый таз [Pelvis]	2	500	9,5

¹⁾ ГК – грудная клетка.

²⁾ При КТ-перфузии головного мозга значение DLP составляет в среднем 4000 мГр·см.

³⁾ При КТ-коронарографии значение DLP составляет в среднем 2000 мГр·см.

[¹⁾ Chest]

²⁾ The DLP from CT perfusion of brain is about 4000 мГр·см

³⁾ The DLP from CT coronarography is about 2000 мГр·см].

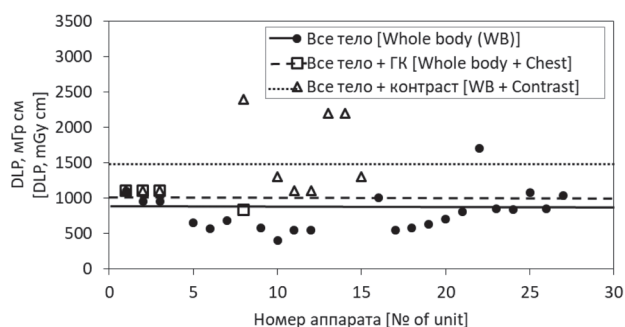


Рис. 2. Значения DLP (мГр·см) для стандартного пациента при КТ-сканировании на 27 обследованных аппаратах: всего тела (Все тело), исследования всего тела с дополнительным сканированием грудной клетки (Все тело + ГК) и исследования с введением контрастного вещества (Все тело + контраст); линиями на графике отмечены средние значения

[Fig. 2. The DLP (mGy·cm) of standard patient in 27 PET/CT units for whole body CT scans, whole body with inspiration chest CT scans and multiphase whole body CT scans with contrast]

При исследовании миокарда зона КТ-сканирования ограничивается областью сердца, поэтому значение DLP невысокое – в среднем 70 мГр·см, а эффективная доза пациента около 1,2 мЗв, но при проведении КТ-коронарографии значение DLP в среднем составляет 2000 мГр·см, соответственно, доза достигает 30 мЗв.

Эффективные дозы пациентов от внутреннего и внешнего облучения

Эффективные дозы от ПЭТ/КТ-исследований оценивались как сумма доз внутреннего облучения от введенного

РФП и внешнего облучения от КТ-сканирования. Средние дозы внутреннего облучения от введения РФП находятся в пределах 1,6–6,2 мЗв для разных видов исследований (см. табл. 4). Средняя доза от внешнего облучения в разных исследованиях варьирует от 1,0 до 22,5 мЗв в зависимости от области сканирования и от задачи исследования (низкодозовый или диагностический режим использован, количество фаз КТ-сканирования и пр.). Структура эффективных доз от разных ПЭТ/КТ-исследований представлена на рисунке 3.

Наибольшие дозы получают пациенты при прохождении ПЭТ-исследований всего тела, наименьшие – при исследовании миокарда. Эффективная доза при перфузии миокарда с ^{13}N -аммоний составляет в среднем 2,7 мЗв за процедуру, при этом дозы от внешнего и внутреннего облучения вносят примерно одинаковый вклад. Если исследование состоит из двух или трех процедур, то доза пациента удваивается или утраивается соответственно. В случае проведения дополнительной КТ-коронарографии доза пациента возрастает до 35–40 мЗв.

Эффективная доза при ПЭТ/КТ исследованиях головного мозга в среднем составляет 3,4–4,8 мЗв, при этом вклад от КТ-сканирования составляет 20–30%. Однако при дополнительном проведении перфузии головного мозга доза за исследование может достигать 15 мЗв.

Высокие дозы, в среднем около 17 мЗв, получают пациенты при исследовании всего тела со всеми используемыми РФП, а при диагностическом многофазном КТ-сканировании с контрастным усилением доза увеличивается до 25–30 мЗв. При ПЭТ/КТ-исследовании всего тела с ^{18}F -ФДГ и ^{18}F -холин вклад КТ в суммарную дозу облучения пациента составляет 65–70%, а при контрастном КТ-сканировании он возрастает до 80%. При исследо-

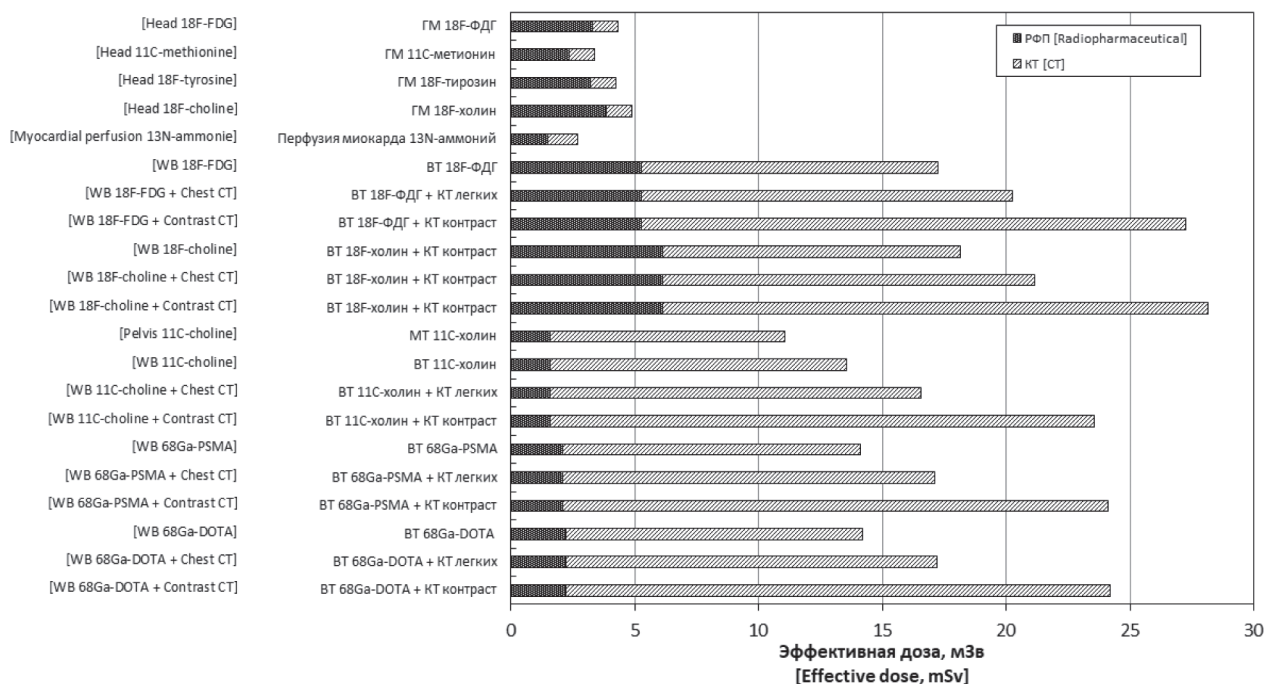


Рис. 3. Средние дозы внутреннего (РФП) и внешнего (КТ) облучения пациентов в результате ПЭТ/КТ-исследований головного мозга (ГМ), малого таза (МТ), всего тела (ВТ) и миокарда

[Fig. 3. The mean values of the effective doses of patients from internal (radiopharmaceutical) and external (CT) irradiation for brain, whole-body (WB) and myocardial perfusion PET/CT examinations]

ваниях с ^{11}C -холин или препаратами на основе ^{68}Ga доза внутреннего облучения меньше (1–2 мЗв), а вклад КТ сканирования в суммарную дозу составляет 90–95%.

В последние годы в России быстро увеличивается число МО, в которых проводятся ПЭТ-исследования. Однако эффективное внедрение данного метода диагностики затруднено отсутствием единых протоколов выполнения процедур, включающих подготовку пациента, проведение исследования и обработку результатов. Отсутствие стандартов, а также неоднородность аппаратного парка приводят к тому, что в разных отделениях ПЭТ-диагностики распределение РФП в теле и его накопление в очагах одного и того же пациента могут различаться, а их интерпретация может приводить к разным заключениям. Это особенно важно для онкологических пациентов, которые консультируются в разных МО и проходят повторные исследования после проведения лечения. Для повышения диагностической ценности данного метода в России необходима стандартизация методик проведения ПЭТ-исследований.

Активности РФП для введения пациентам чаще всего определяют, исходя из массы или площади поверхности тела пациента, согласно рекомендациям производителей аппаратуры и публикациям Европейской ассоциации ядерной медицины (European Association of Nuclear Medicine – EANM) [5, 6, 24] или Общества ядерной медицины и молекулярной визуализации (Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging – SNMMI) [7]. Разброс вводимых активностей РФП в разных МО не превышает двукратного (см. табл. 4, рис. 1).

В России наиболее распространенным является исследование всего тела с ^{18}F -ФДГ для диагностики онкологических заболеваний. Если сравнить активности ^{18}F -ФДГ, вводимые пациентам в России, с практикой других стран, то видно, что в России в среднем используют меньшие активности (табл. 6). Вследствие этого средняя доза при диагностике онкологических заболеваний с ^{18}F -ФДГ в России (5,3 мЗв) находится на нижней границе доз от этой процедуры в других странах (5–8 мЗв).

Уменьшение вводимой активности может приводить к снижению качества ПЭТ-изображения, однако современные томографы с усовершенствованной детектирующей системой, использование режима 3D-сканирования и время пролетной функции (time of flight) позволяют снижать вводимую пациенту активность без потери диагностической информации [25].

Увеличение вводимой пациенту активности позволяет уменьшить время сканирования пациента и увеличить пропускную способность аппарата. Это возможно использовать в регионах с острой потребностью в радионуклидной диагностике: увеличить поток пациентов на один аппарат за счет введения пациентам большей активности и снижения времени сканирования. Следует учитывать, что при этом эффективная доза увеличится, что может привести к необоснованному переоблучению пациента.

Дозы внешнего облучения от КТ-сканирования при ПЭТ/КТ-исследованиях всего тела в обследованных отделениях России находятся в пределах 6–25 мЗв при среднем значении 13 мЗв, что примерно в два раза выше,

Таблица 6

Параметры выполнения ПЭТ/КТ-исследования всего тела с ^{18}F -ФДГ в разных странах

[Table 6]

Typical administered activities and patient doses in whole-body PET/CT with ^{18}F -FDG in different countries]

Страна, источник информации [Country]	Вводимая активность, МБк [Administered activity, MBq]	DLP, мГр·см [DLP, mGy·cm]	$E_{\text{РФП}}$, мЗв [E_{RFP} , mSv]	$E_{\text{КТ}}$, мЗв [E_{CT} , mSv]	$E_{\text{ПЭТ/КТ}}$, мЗв, [$E_{\text{PET/CT}}$, mSv]
Настоящая работа [This study]	280	800	5,3	12	17,3
Англия [11] [England]	400	360	7,6	6,5	14
Австралия [12] [Australia]	304	550	6,3	8,2	14,5
Австрия [13] [Austria]	400	–	7,6	–	–
Болгария [14] [Bulgaria]	260-310	580	5,5	8	13
Германия [13] [Germany]	370	–	7,0	–	–
Финляндия [13] [Finland]	370	–	7,0	–	–
Франция [15] [France]	300	628	5,7	8,6	14,3
Ирландия [13] [Ireland]	375	–	7,1	–	–
Швеция [13] [Sweden]	350	–	6,6	–	–
Корея [16] [Korea]	310	430	5,9	6,3	12,2

чем во многих других странах (см. табл. 6). В зарубежной практике КТ используется в основном в низкодозовом режиме для коррекции аттенюации и уточнения анатомического положения очагов накопления РФП. В России КТ-сканирование часто проводят в диагностическом режиме. Это в основном связано с недостаточной обеспеченностью местной медицины высокотехнологическими методами диагностики и отсутствием возможности у пациента пройти предварительное КТ-исследование.

В отдельных случаях существует необходимость проведения КТ-сканирования с контрастным усилением. Однако контрастное усиление на КТ изображении может приводить к переоценке активности на ПЭТ-изображении, если оно используется для коррекции аттенюации [5, 7, 26]. По этой причине рекомендуется использовать отдельный протокол для исследований с внутривенным контрастированием, который будет содержать нативное низкодозовое КТ-сканирование для коррекции аттенюации ПЭТ-изображения и дополнительное диагностическое КТ-сканирование с контрастным усилением отдельной области или всего тела на вдохе.

Переход от диагностического режима к низкодозовому режиму КТ-сканирования при ПЭТ/КТ-исследованиях является важной задачей оптимизации радиационной защиты пациента и снижения дозы облучения конкретных пациентов и населения в целом. Особенно важно применять низкодозовый режим при повторных исследованиях пациентов, используемых для оценки эффективности лечения. Программное обеспечение современного диагностического оборудования позволяет использовать системы автоматической модуляции силы тока (tube current modulation (TCM)) для подбора оптимальных параметров КТ-сканирования для каждого пациента, а также методы реконструкции изображения, которые позволяют получать качественное диагностическое изображение при минимальных дозах облучения пациентов.

Для эффективной оптимизации проведения ПЭТ-исследований, использования всех возможностей оборудования и снижения доз облучения пациентов необходимо иметь в штате ПЭТ-отделения квалифицированного медицинского физика, а также регулярно проводить обучение медицинского персонала, направленное на повышение профессиональных знаний и обеспечение радиационной безопасности. Выбор протокола ПЭТ-исследования должен основываться на целях исследования и конкретном клиническом случае и должен подстраиваться под конкретного пациента.

Выводы

1. Собрана и проанализирована информация о методиках и протоколах диагностических ПЭТ/КТ-исследований из 19 медицинских организаций в 12 регионах Российской Федерации, которые оснащены 27 позитронно-эмиссионными томографами. Наиболее востребованным является исследование всего тела с введением пациентам ^{18}F -ФДГ для диагностики онкологических заболеваний.

2. Оценены эффективные дозы пациентов для разных диагностических ПЭТ/КТ-исследований. Наибольшие эффективные дозы (в среднем около 17 мЗв) получают пациенты при прохождении ПЭТ/КТ-исследований всего тела, при исследовании головного мозга дозы составля-

ют 3,4–4,8 мЗв, при исследовании миокарда – 2,7 мЗв. В случаях проведения многофазных исследований с внутривенным контрастным усилением эффективная доза пациента может увеличиваться до 15 мЗв при исследовании головного мозга, до 25–30 мЗв при исследовании всего тела и до 35–40 мЗв – при исследовании миокарда.

3. Оценены вклады доз от внутреннего и внешнего облучения в общую дозу облучения пациента при ПЭТ/КТ-исследованиях. Наибольший вклад в суммарную дозу облучения пациента при исследовании всего тела вносит внешнее облучение за счет КТ-сканирования: от 65 до 95%; при исследованиях головного мозга вклад от КТ-сканирования составляет 20–30%.

4. Проведено сравнение с дозами пациентов от аналогичных исследований в других странах по наиболее распространенной процедуре – исследованию всего тела. В Российской Федерации дозы облучения пациентов от проведения ПЭТ/КТ-диагностики выше, чем во многих странах с развитой медициной. В основном, превышение обусловлено дозой от внешнего КТ-сканирования.

5. Оптимизация радиационной защиты и снижение дозы облучения пациентов при ПЭТ/КТ-диагностике возможны путём использования низкодозового режима КТ-сканирования вместо диагностического, создания специальных протоколов для отдельных групп пациентов, применения системы TCM и современных методов реконструкции изображения. Всё это требует наличия в штате квалифицированного медицинского физика и обучения медицинского персонала техническим приёмам снижения дозы у пациента.

6. Необходимо следить за новыми технологическими и методическими разработками в ПЭТ-диагностике, внедрять их в практику, контролировать обоснованность назначений рентгенорадиологических исследований и дозы пациентов; особое внимание необходимо уделять обучению медицинского персонала обеспечению радиационной безопасности как в отношении персонала и населения, так и в отношении обследуемых пациентов.

7. Расширение числа ПЭТ-центров ставит вопрос о стандартизации методики подготовки пациентов к исследованию и его проведению, протоколов сбора и обработки данных, а также выработки количественных критериев для сравнения результатов, полученных в разных отделениях ПЭТ-диагностики, что особенно важно для обеспечения адекватного мониторинга процесса лечения онкологических пациентов.

Литература

1. Официальный сайт Центра развития ядерной медицины. – <http://www.cdnm.ru/> (дата обращения 30.09.2017)
2. Костылев, В.А. Статус и перспектива развития методов позитронно-эмиссионной томографии в России / В.А. Костылев, О.А. Рыжикова, В.Б. Сергиенко // Медицинская физика. – 2015. – № 2. – С. 5–16.
3. Дубинкин, Д.О. О гармонизации требований радиационной безопасности для развития ядерной медицины в России / Д.О. Дубинкин // Актуальные вопросы радиационной гигиены: тез. док. междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 1-3 октября 2014 г. – СПб., 2014. – http://www.fcpr.ru/netcat_files/userfiles/NIIRG_021014/Doklad-FTsPR_Dubinkin.pdf/ (дата обращения 30.09.2017)
4. A Guide to Clinical PET in Oncology: Improving Clinical Management of Cancer Patients. IAEA-TECDOC-1605. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria, 2008.

5. Boellaard R., Delgado-Bolton R., Oyen W.J.G., Giammarile F. (et al.). FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. Eur J. Nucl. Med. Mol. Imaging, 2015, Vol. 42, pp. 328–354.
6. Anderson T., Elman S., Matesan M., Carnell J. (et al.). Pictorial Review of NCCN Guidelines for Use of FDG PET in Oncology. J Nucl Med, 2017, Vol. 58, № supplement 1 974.
7. Delbeke D., Coleman R.E., Guiberteau M.J., Brown M.L. Procedure Guideline for Tumor Imaging with 18F-FDG PET/CT 1.0. J. Nucl. Med., 2006, Vol. 47, №5, pp. 885–895.
8. Ширяев, С.В. Современное состояние ПЭТ-диагностики в онкологии / С.В. Ширяев, Б.И. Долгушин, А.В. Хмелев // Вестник Московского Онкологического общества. – 2006. – № 3. – С. 1–9.
9. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37, №2-4: 2007.
10. Публикация МКРЗ 105. Радиационная защита в медицине: пер. с англ. М.И. Балонова /под ред. Д. Валентина. – СПб.: ФГУН НИИРГ, 2011. – 66 с. – <http://www.icrp.org/docs/P105Russian.pdf>; <http://niirg.ru/PDF/ICRP-105%20Ru.pdf> (дата обращения 30.09.2017).
11. Martin C.J., Effective dose: how should it be applied to medical exposures? Brit. J Radiol., 2007, Vol. 80, pp. 639–647.
12. Iball G.R., Bebbington N.A., Burniston M. (et al.). A national survey of computed tomography doses in hybrid PET-CT and SPECT-CT examinations in the UK. Nucl. Med. Commun., 2017, Vol. 38, pp. 459–470.
13. Willowson K.P., Bailey E.A., Bailey D.L. A retrospective evaluation of addition dose associated with low dose FDG protocols in whole-body PET/CT. Austral. Phys. Eng. Sci., 2012, Vol. 35, №1, pp. 49–53.
14. Radiation Protection 180 pt. 2. Diagnostic Reference Levels in Thirty-six European Countries. European Commission, 2014, 73 p.
15. Avramova-Cholakova S., Ivanova S., Petrova E., Garcheva M., Vassileva J. Patient Doses from PET-CT Procedures. Radiat. Protect. Dosim., 2015, Vol. 165, №1–4, pp. 430–433.
16. Etard C., Celier D., Roch P., Aubert B. National survey of patient doses from whole-body FDG PET-CT examinations in France in 2011. Radiat. Protect. Dosim., 2012, Vol. 152, № 4, pp. 334–338.
17. Kwon H.W., Jong Phil Kim, Hong Jae Lee, Jin Chul Paeng (et al.). Radiation Dose from Whole-Body F-18 Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography: Nationwide Survey in Korea. J. Korean Med. Sci., 2016, Vol. 31, pp. S69–74.
18. Mattsson S., S derberg M. Radiation Dose Management in CT, SPECT/CT and PET/Ct Techniques. Radiat. Protect. Dosim., 2011, Vol. 147, №1–2, pp. 13–21.
19. Водоватов, А.В. Новый подход к определению стандартного пациента для оптимизации защиты пациентов от медицинского облучения / А.В. Водоватов, И.Г. Камышанская, А.А. Дроздов // Радиационная гигиена. – 2014. – Т 7, № 4. – С. 104–116.
20. International Commission on Radiological Protection. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. Ann. ICRP 44(2S), 2015.
21. Herrmann K., Bluemel C., Weineisen M., Schottelius M. (et al.). Biodistribution and radiation dosimetry for a probe targeting prostate-specific membrane antigen for imaging and therapy. J. Nucl. Med., 2015, Vol. 56, №6, pp. 855–61.
22. Sandström M., Velikyan I., Garske-Román U., Sörensen J. (et al.). Comparative biodistribution and radiation dosimetry of 68Ga-DOTATOC and 68Ga-DOTATATE in patients with neuroendocrine tumours. J. Nucl. Med., 2013, Vol. 54, № 10, pp. 1755–1759.
23. Чипига, Л.А. Оценка коэффициентов перехода от произведения дозы на длину сканирования к эффективной дозе для КТ всего тела путем фантомных экспериментов / Л.А. Чипига, В.Ю. Голиков, Е.Н. Шлеенкова, А.В. Поздняков // Медицинская физика. – 2016. – Т. 4. – С. 55–62.
24. Stauss J., Franzius C., Pfluger T., Juergens K.U. Guidelines for 18F-FDG PET and PET-CT imaging in paediatric oncology. Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imag., 2008, Vol. 35, №8, pp. 1581–1588.
25. Surti S. Update on Time-of-Flight PET Imaging. J. Nucl. Med., 2015, Vol. 56, №1, pp. 98–105.
26. Sureshbabu W., Mawlawi O. PET/CT Imaging Artifacts. J. Nucl. Med. Technol., 2005, Vol. 33, pp. 156–161.

Поступила: 20.10.2017 г.

Чипига Лариса Александровна – младший научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; медицинский физик ПЭТ-центра, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com

Звонова Ирина Александровна – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Рыжкова Дарья Викторовна – доктор медицинских наук, руководитель научно-клинического объединения ядерной медицины, заведующая научно-исследовательской лабораторией ядерной медицины, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Меньков Михаил Александрович – инженер отделения позитронной эмиссионной томографии, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Долгушин Михаил Борисович – доктор медицинских наук, заведующий отделением позитронной эмиссионной томографии, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Для цитирования: Чипига Л.А., Звонова И.А., Рыжкова Д.В., Меньков М.А., Долгушин М.Б. Уровни облучения пациентов и возможные пути оптимизации ПЭТ-диагностики в России // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 31-43. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-31-43

Levels of patients exposure and a potential for optimization of the PET diagnostics in the Russian Federation

Larisa A. Chipiga^{1,2}, Irina A. Zvonova¹, Darya V. Ryzhkova², Mikhail A. Menkov³, Mikhail B. Dolgushin³

¹Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

²Almazov National Medical Research Centre, The Ministry of Health of The Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

³National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin, The Ministry of Health of The Russian Federation, Moscow, Russia

This study presents an overview of the most common positron emission tomography examinations in Russia, as well as the acquisition protocols and patient doses. The data collection was performed in 2012–2017 in 19 positron emission tomography departments in 12 regions of the Russian Federation by questioning the staff. The majority of the Russian positron emission tomography departments were equipped by modern positron emission tomography scanners combined with computed tomography. In each investigated department, data on all types of positron emission tomography examinations, radiopharmaceuticals, administered activities used for standard patient (body mass 70 ± 5 kg) and parameters of computed tomography protocols was collected. The effective doses of patients from combined positron emission computed tomography examinations were estimated as a sum of the dose from the internal exposure (injected radiopharmaceutical) and the external exposure (computed tomography scan). Whole body positron emission tomography examinations in Russia were commonly performed with ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}F -FDG), ^{18}F -choline, ^{11}C -choline, ^{68}Ga -PSMA, ^{68}Ga -DOTA-TATE, ^{68}Ga -DOTA-NOC, brain examinations – ^{18}F -FDG, ^{11}C -methionine, ^{18}F -choline, ^{18}F -tyrosine, myocardial perfusion – ^{13}N -ammonia.

The highest patient effective doses (about 17 mSv) were observed for whole-body positron emission computed tomography examinations; for brain examinations – 3,4 – 4,8 mSv; for myocardial perfusion – 2,8 mSv. The computed tomography scan contributes up to 65 – 95% to the total patient effective dose for whole body examinations; 20 – 30% for head examinations. For the multiphase computed tomography scan effective doses may be increased to: 15 mSv for head examinations, 25 – 30 mSv for whole body examinations and 35 – 40 mSv for myocardial examinations. A standardization of acquisition and processing protocols is necessary for optimization of positron emission tomography examinations in Russia and for the intercomparison of results obtained in different positron emission tomography departments. Low dose computed tomography protocols, justification of diagnostic and multiphase computed tomography protocols, application of tube current modulation system and modern reconstruction algorithms, education and training of the staff in the field of radiation protection should be used for optimization of radiation protection of patient.

Key words: positron emission tomography, computed tomography, patient dose, nuclear medicine.

References

1. Official website of the Centre for Development of Nuclear Medicine. Available from: <http://www.cdnm.ru/> (Accessed: 30.09.2017) (In Russian).
2. Kostylev V.A., Ryzhikova O.A., Sergienko V.B. Status and prospects for development of positron emission tomography methods in Russia. Meditsinskaya fizika = Medical physics, 2015, № 2, pp. 5-16. (In Russian).
3. Dubinkin D.O. On harmonization of radiation safety for development of nuclear medicine in Russia. Proceedings of the International scientific practical conference Actual issues of radiation hygiene, 2014 October 1-3, St-Petersburg. Available on: http://www.fcpr.ru/netcat_files/userfiles/

Larisa A. Chipiga

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev.
Almazov National Medical Research Centre.

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com

- NIIRG_021014/Doklad-FTsPR_Dubinkin.pdf/ (Accessed: 30.09.2017) (In Russian).
4. A Guide to Clinical PET in Oncology: Improving Clinical Management of Cancer Patients. IAEA-TECDOC-1605. International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria, 2008.
 5. Boellaard R., Delgado-Bolton R., Oyen W.J.G., Giammarile F. (et al.). FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2015, Vol. 42, pp. 328–354.
 6. Anderson T., Elman S., Matesan M., Carnell J. (et al.). Pictorial Review of NCCN Guidelines for Use of FDG PET in Oncology. *J Nucl Med*, 2017, Vol. 58, № supplement 1 974.
 7. Delbeke D., Coleman R.E., Guiberteau M.J., Brown M.L. Procedure Guideline for Tumor Imaging with 18F-FDG PET/CT 1.0. *J Nucl Med*, 2006, Vol. 47, №5, pp. 885–895.
 8. Shiryayev S.V., Dolgushin B.I., Khmelev A.V. PET status of cancer diagnostics. *Vestnik Moskovskogo onkologicheskogo obshchestva* = Journal of the Moscow cancer society, 2006, №3, pp. 1–9. (In Russian).
 9. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37, №2-4: 2007.
 10. International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection in Medicine. ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37, №6: 2007. <http://www.icrp.org/docs/P105Russian.pdf>; <http://niirg.ru/PDF/ICRP-105%20Ru.pdf> (Accessed: 30.09.2017). (In Russian).
 11. Martin C.J. Effective dose: how should it be applied to medical exposures? *The British Journal of Radiology*, 2007, Vol. 80, pp. 639–647.
 12. Iball G.R., Bebbington N.A., Burniston M. (et al.). A national survey of computed tomography doses in hybrid PET-CT and SPECT-CT examinations in the UK. *Nuclear Medicine Communications*, 2017, Vol. 38, pp. 459–470.
 13. Willowson K.P., Bailey E.A., Bailey D.L. A retrospective evaluation of addition dose associated with low dose FDG protocols in whole-body PET/CT. *Australas Phys Eng Sci*, 2012, Vol. 35, №1, pp. 49–53.
 14. Radiation Protection 180 pt. 2. Diagnostic Reference Levels in Thirty-six European Countries. European Commission, 2014, 73 p.
 15. Avramova-Cholakova S., Ivanova S., Petrova E., Garcheva M., Vassileva J. Patient Doses from PET-CT Procedures. *Radiation Protection Dosimetry*, 2015, Vol. 165, №1–4, pp. 430–433.
 16. Etard C., Celier D., Roch P., Aubert B. National survey of patient doses from whole-body FDG PET-CT examinations in France in 2011. *Radiation Protection Dosimetry*, 2012, Vol. 152, № 4, pp. 334–338.
 17. Kwon H.W., Jong Phil Kim, Hong Jae Lee, Jin Chul Paeng (et al.). Radiation Dose from Whole-Body F-18 Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography: Nationwide Survey in Korea. *J Korean Med Sci*, 2016, Vol. 31, pp. S69–74.
 18. Mattsson S., S derberg M. Radiation Dose Management in CT, SPECT/CT and PET/Ct Techniques. *Radiation Protection Dosimetry*, 2011, Vol. 147, №1–2, pp. 13–21.
 19. Vodovatov A.V., Kamyschanskaja I.G., Drozdov A.A. New approach for the determination of the standard patient to be used for the optimization of the medical exposure protection. *Radiatsionnaya Gygiena* = Radiation Hygiene, 2014, Vol. 7, №4, pp. 104–116. (In Russian).
 20. International Commission on Radiological Protection. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. Ann. ICRP 44(2S), 2015.
 21. Herrmann K., Bluemel C., Weisenstein M., Schottelius M. (et al.). Biodistribution and radiation dosimetry for a probe targeting prostate-specific membrane antigen for imaging and therapy. *J Nucl Med*, 2015, Vol. 56, №6, pp. 855–61.
 22. Sandström M., Velikyan I., Garske-Román U., Sörensen J. (et al.). Comparative biodistribution and radiation dosimetry of 68Ga-DOTATOC and 68Ga-DOTATATE in patients with neuroendocrine tumours. *J Nucl Med*, 2013, Vol. 54, №10, pp. 1755–1759.
 23. Chipiga L., Golikov V., Shleenkova E., Pozdnyakov A. Estimation of the conversion coefficients from dose length product to effective dose from whole body computed tomography examination using anthropomorphic phantoms. *Meditinskaya fizika* = Medical physics, 2016, Vol. 4, pp. 55–62. (In Russian).
 24. Stauss J., Franzius C., Pfluger T., Juergens K.U. Guidelines for 18F-FDG PET and PET-CT imaging in paediatric oncology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2008, Vol. 35, №8, pp. 1581–1588.
 25. Surti S. Update on Time-of-Flight PET Imaging. *J Nucl Med*, 2015, Vol. 56, №1, pp. 98–105.
 26. Sureshbabu W., Mawlawi O. PET/CT Imaging Artifacts. *J Nucl Med Technol*, 2005, Vol. 33, pp. 156–161.

Received: October 20, 2017

For correspondence: Larisa A. Chipiga – Medical physicist, PET center, Almazov National Medical Research Centre, The Ministry of Health of The Russian Federation; Junior researcher, Medical protection laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com)

Irina A. Zvonova – Doctor of Technical Sciences, Chief Research Scientist, Medical protection laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Darya V. Ryzhkova – Head of Scientific-Clinical Union of Nuclear Medicine, head of nuclear medicine research laboratory, Almazov National Medical Research Centre, The Ministry of Health of The Russian Federation, Saint-Petersburg, Russia

Mikhail A. Menkov – Engineer, Positron Emission Tomography department, National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin, The Ministry of Health of The Russian Federation, Moscow, Russia

Mikhail B. Dolgushin – Head of Positron Emission Tomography department, National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin, The Ministry of Health of The Russian Federation, Moscow, Russia

For citation: Chipiga L.A., Zvonova I.A., Ryzhkova D.V., Menkov M.A., Dolgushin M.B. Levels of patient exposure and potential for optimization in PET diagnostics in the Russian Federation. *Radiatsionnaya gygiena* = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 4, pp.31–43. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-31-43

Проблемы аналитического обеспечения коммуникации рисков: обоснование подходов к разработке исследовательских баз данных по вопросам радиационной безопасности и социальных рисков

Л.С. Рехтина¹, Н.В. Соколов¹, А.М. Библин², Л.В. Репин², Р.Р. Ахматдинов²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Правительство Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Одним из важных этапов риск-коммуникации является анализ публикаций в традиционных средствах массовой информации и сети Интернет, которые в значительной степени формируют отношение людей к различным проблемам. В то же время доступность большого количества информационных материалов, относящихся к любой проблемной области, затрудняет возможности ручного анализа и адекватного описания всего объема информации. С другой стороны, доступность информации обуславливает актуальность разработки методов повышения эффективности ее анализа. Одним из способов автоматизации анализа больших объемов информации является разработка баз данных или автоматизированных информационных систем, содержащих информационные материалы по изучаемой проблематике и предполагающих возможность автоматизированной обработки. Целью данной работы является анализ опыта разработки таких систем и баз данных научными коллективами Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены и Санкт-Петербургского государственного университета и выявление ключевых особенностей применения баз данных для социальных исследований. Результаты проведенного анализа показали, что использованные методические подходы очень близки. Анализ выполнен по методике автоэтнографического исследования. Применение стратегии сравнительного анализа позволяет выявить общие черты, характеризующие ситуацию разработки и внедрения информационных систем и баз данных в практику анализа информационного поля. В статье рассматриваются особенности и связанные с ними ограничения первичных данных, такие как: текстовый, дискурсивный характер большинства материалов, информационный шум, высокая зависимость от контекста, изменчивость, разная структура, формат и вид материалов. Приводятся значимые для решения задач качественного и количественного анализа параметры. Важным условием создания эффективной, с точки зрения социально-коммуникационных исследований информационной системы, является реализация возможности обработки собранных социальных данных с помощью доступных исследователям программ. Требование автоматизации ряда функций упирается в высокую степень уникальности материалов, которая пока преодолевается только ручной пре- и постобработкой, что необходимо учитывать при проектировании исследовательских программ и систем автоматизированной обработки информации.

Ключевые слова: базы данных, автоматизированные информационные системы, радиационная безопасность, риск-коммуникация, анализ публикаций, социальная рискология, социология науки, социология миграции.

Введение

В настоящей статье суммируется опыт разработки информационных систем и баз данных для решения задач автоматизации анализа описания социальных явлений в средствах массовой информации (СМИ) и со-

циальных сетях, накопленный научными коллективами Санкт-Петербургского научно-исследовательского института (НИИ) радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева и Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) [1, 2]. Автоматизированные

Рехтина Лилия Сергеевна

Санкт-Петербургский государственный университет.

Адрес для переписки: 191124, Россия, Санкт-Петербург, ул. Смольного, д. 1/3, 9-й подъезд; E-mail: lisabet-09@mail.ru

информационные системы (АИС) и базы данных (БД) давно стали неотъемлемой частью всех сфер деятельности, в которых применяются информационные технологии [3], включая и социальные исследования, авторы которых все чаще признают: собранная и обработанная с помощью автоматизированных систем информация приобретает статус важнейшего исследовательского ресурса [4]. Эффективное применение АИС и БД для целей коммуникационного и социального анализа обладает рядом особенностей. Специфика объектов исследования, представляющей их информации, методов ее обработки и анализа создают так много препятствий для внедрения автоматизированных систем, что до сих пор продолжают доминировать «традиционные» (а на самом деле – морально устаревшие) методики. Например, большинство заказчиков отдают предпочтение привычным социологическим опросам, с недоверием относясь к возможностям исследований, базирующихся на анализе интернет-материалов.

Сфера коммуникации риска – одна из областей практической деятельности, где интернет-исследования особенно востребованы и происходит постепенное внедрение АИС и БД [5, 6]. Это объясняется способностью Интернета отражать, а иногда и выявлять общественную рефлексию различных рисков. Развитие Интернета неслучайно совпало во времени с формированием «общества риска» [7], которое само воспроизводит и даже умножает риски различной природы. Например, в некоторых сферах жизни мифы, существующие и распространяющиеся в общественном сознании, имеют более устойчивый характер, чем объективные научные знания [1]. При этом общественностью проблематизируются объекты, риски от которых нормируются и контролируются, как официальными, так и социальными субъектами (например, объекты атомной отрасли) [8]. И, напротив, совершенно упускаются из виду потенциально более опасные виды радиационного воздействия (например, радон и медицинское облучение пациентов), которые как раз должны быть частью постоянного общественного обсуждения и социального контроля [2].

Процесс принятия решений в социально значимых отраслях (например, атомной) сопровождаются недостатком доступной информации, особенно в отношении вопросов, возведенных массовым сознанием в ранг проблемы. Проблемой, требующей внимательного отношения, становится нагнетание рисков и их мифологизация [9]. Проблемы поиска информации меняют свой ракурс – фокус смещается с поиска информации на поиск достоверной информации и ее верификацию, что зачастую требует обработки большого объема данных, превышающего возможности «ручной» обработки одним или даже несколькими специалистами [10]. Анализ и верификация информации в рассматриваемой нами области требуют уже не столько коллективного труда, сколько автоматизации анализа и обработки данных при решении прикладных задач. Исследования требуют постоянного наращивания объема массива интернет-данных [11] с разными структурными свойствами, а ключевой задачей управления данными становится проектирование БД и АИС, при котором особое внимание должно уделяться структуризации данных и разработке критериев оценки информационных материалов с различных прикладных

точек зрения. Недостаточно просто собрать данные в одно большое «хранилище», необходимо предусмотреть алгоритмы поиска и систематизации, описания взаимосвязей между материалами, определить структуру, формат и форму их хранения с тем, чтобы они были пригодны для применения различных методов анализа и программ обработки данных.

Цель исследования – обоснование практических подходов к разработке АИС и БД, предназначенных для решения задач автоматизации анализа информационного поля в области риск-коммуникации, при реализации научными коллективами НИИ радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева и СПбГУ проектов, посвященных исследованию различных социальных явлений, и выявление общности методов разработки, влияющих на эффективность решения аналитических задач при эксплуатации создаваемых АИС и БД.

Задачи исследования

1. Выявить свойства социальной информации и поддерживающих ее интернет-ресурсов, определяющие возможности и ограничения ее систематизации, классификации, поиска и взаимосвязи.
2. Определить требования к функциональным возможностям АИС и БД, необходимым для достижения поставленной цели при решении задач обработки и анализа данных.
3. Описать основные сложности при разработке АИС и БД, предназначенных для работы с социально-коммуникативными данными.
4. Сформулировать на основе накопленного опыта рекомендации по разработке АИС и БД для практического применения при решении задач в области коммуникации риска.

Материалы и методы

Анализ использованных при разработке АИС и БД подходов выполнен по методике автоэтнографического исследования [12]. Поскольку цель и задачи настоящего исследования носят преимущественно прикладной характер, возможности автоэтнографии применены прагматически – исключительно для анализа собственного опыта авторов по созданию и внедрению исследовательских АИС и БД для целей конкретных проектов.

Объект анализа – два случая разработки и использования АИС и БД, независимо реализованные исследовательскими коллективами НИИ радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева и СПбГУ для решения задач систематизации и анализа публикаций. Рассмотрение двух независимых проектов в рамках одной статьи позволило выделить особенности формирования структуры БД информационных материалов, определяемые различной природой таких материалов. В проекте НИИ радиационной гигиены задача структурировать и классифицировать информационные материалы относится главным образом к электронным версиям традиционных СМИ. Проект СПбГУ ориентирован на более широкий круг документов, опубликованных в сети Интернет (включая комментарии к публикациям в СМИ, форумы, блоги и другие ресурсы). Применение стратегии сравнительного анализа позволяет как выявить общие черты, характеризующие ситуацию

разработки и внедрения АИС и БД в практику анализа информационного поля, так и описать различия в подходах, связанные с особенностями разных видов информационных материалов.

Первый случай – разработка опытной автоматизированной системы анализа публикаций по вопросам радиационной безопасности (РБ). Анализ публикаций осуществлялся в рамках работы по исследованию информационного поля в различных регионах Российской Федерации по вопросам радиационной безопасности. Работа по созданию АИС была начата в 2015 г. В настоящее время система содержит 1911 публикаций в 3 субъектах Российской Федерации за период с 1 октября 2016 г. по 31 марта 2017 г. для Мурманской области и с 1 января 2016 г. по 30 сентября 2016 г. для Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Второй из рассматриваемых случаев – коллекция размещенных в сети Интернет материалов по теме миграции. Работы по ее систематическому сбору начаты коллективом исследователей СПбГУ в 2010 г., когда для анализа общественного мнения Санкт-Петербурга о миграции и мигрантах было собрано 395 документов объемом от 700 до 1 800 000 знаков.

Результаты и обсуждение

Краткое описание АИС анализа публикаций по вопросам РБ

Автоматизированная информационная система по анализу публикаций (АСАП) была разработана специалистами НИИ радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева для решения задач по анализу информационного поля регионов реализации мероприятий федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» [13]. АСАП была разработана в качестве подсистемы автоматизированной системы контроля радиационного воздействия Роспотребнадзора [14]. АСАП была создана на платформе «1С: Предприятие 8.3» (Россия), а в качестве СУБД был выбран Microsoft SQL Server 2012 (США). 1С: Предприятие обладает развитым аналитическим инструментарием, поддерживающим использование различных средств визуализации (графики, схемы, диаграммы, таблицы, географические карты и др.). В АСАП реализована возможность работы пользователей через web-браузер, то есть для работы в системе нет необходимости устанавливать на компьютер пользователя какое-то дополнительное программное обеспечение (ПО). Этим существенно повышается удобство работы, т.к. основным источником анализируемой информации являются web-сайты традиционных СМИ и информационных агентств, и у пользователя отсутствует необходимость переключения между программами при обнаружении необходимой информации. АСАП является многопользовательской системой и включает в себя две основных подсистемы – подсистему учёта публикаций и аналитическую подсистему. Подсистема учета публикаций содержит информацию о каждой найденной публика-

ции. Помимо хранения текста публикации, возможности сохранения электронной копии, дополнительных материалов, ссылок на расположение материала в сети Интернет и данных, относящихся к идентификации материала (наименование СМИ, вид СМИ, дата публикации, наименование публикации и т.п.), система позволяет хранить результаты классификации материалов по специально разработанному для целей автоматического анализа классификаторам (тематика публикации (атомная энергетика, аварии, Чернобыль, медицина и т.д.); действующие лица публикации (население, ликвидаторы, чиновники, специалисты, общественные объединения); жанр публикации (информационный, аналитический, художественно-публицистический) с дополнительным уточнением (интервью, статья, колонка, заметка и т.д.); характер представления информации (нейтральный, негативный, позитивный); территория (Российская Федерация, субъект Российской Федерации, зарубежные страны)).

Разработка БД социальной информации в сети Интернет по вопросам миграции

Коллекция материалов, собранных социологами СПбГУ в 2010 г., включала в себя документы, размещенные (и/или активные в случае дискуссионных площадок) в двухнедельный период на сайтах, представляющих четыре основные категории ресурсов – информационные (СМИ), официальные (государственные и аффилированные с органами управления), специализированные по теме миграции (в том числе общественных организаций) и неспециализированные (форумы и блоги). Все собранные документы были интегрированы в общую базу, включавшую сами документы в едином текстовом формате MS Word с сохранением фотографий, рисунков, схем, присутствующих в тексте, а также сопроводительную информацию об источнике (включая ссылки по ГОСТ), времени сбора, авторстве (включая специально разработанную классификацию) и другие сведения, в том числе ссылки на другие документы и категории ресурсов. Созданная коллекция позволила успешно решить задачи вначале качественного (секвенционального), а затем количественного (по методике, предложенной Д.П. Гаврой [15]) анализа общественного мнения, представленного в русскоязычном сегменте сети Интернет.

Хотя описанная выше первая коллекция интернет-документов была собрана преимущественно вручную (исключение составило применение инструментов автоматического поиска), она послужила прототипом для разработки аналогичных баз, позволяющих увеличить объемы и сократить время сбора исследовательских материалов. В частности, для автоматизации сбора документов с ресурсов, характеризующихся высокой степенью стандартизации публикаций, эффективным признано применение программы Content Downloader (CD) (Россия) [16]. Так, в октябре 2017 г. с помощью CD была сформирована коллекция материалов по теме миграции, опубликованных на сайте RBC*, – всего 1696 документов за период 2002–2017 гг.

* РБК лента новостей. ЗАО «РОСБИЗНЕКСОНСАЛТИНГ». – Available on: <https://www.rbc.ru/> (accessed: November 07, 2017) [RBC news feed. RosBusinessConsulting CJSC]

Анализ использованных подходов к разработке структуры данных

Для автоматизации обработки информационных материалов решающее значение имеет то, соответствует ли структура базы данных, предназначенная для хранения таких материалов и сведений о них, задачам будущего анализа. Рассмотрим особенности первичных данных, которые собираются в Интернете в рамках социальных и коммуникационных исследований. Прежде всего это текстовый, дискурсивный характер большинства материалов. В рассматриваемых нами случаях это публикации в СМИ, документы, размещенные на официальных сайтах и сайтах общественных организаций, выступления государственных, политических и общественных деятелей, продукты общественной интернет-дискуссии, результаты экспертных интервью и массовых опросов и т.д. Все вместе они образуют тематические коллекции материалов, с которыми предстоит работать исследователям. Причем чем масштабнее задачи анализа и шире охват источников, тем больше разнообразие обрабатываемых материалов. Так, анализ публикаций по теме радиационной безопасности проводился только по материалам электронных версий СМИ, чего было достаточно для решения задач исследования, тогда как для исследований публикаций о миграции собирались материалы из более широкого круга источников.

Коллекции разноплановых текстовых документов характеризуются рядом параметров, которые, с одной стороны, увеличивают объем базы данных и повышают требования к возможностям вычислительной системы, а с другой – наделают материал рядом характерных черт, важных при проектировании баз данных. Одной из них является смешанный характер коллекции, с преобладанием текстовых массивов. При этом контент характеризуется сильным информационным шумом. К этому добавляется высокая зависимость от контекста.

Из сказанного вытекают два требования. Первое: необходимость сохранять информационные фрагменты большего объема, чем единицы анализа, так как отсечение части текста, создающей информационный шум, может частично или полностью исказить или уничтожить смысл единицы анализа. Второе: необходимо уже на этапе моделирования закладывать ресурсы для сохранения сопутствующих элементов кода или текста – фото-, аудио-, видеоматериалов, гиперссылочного аппарата материалов, так как все это контекстуально по отношению к единицам анализа. В случае с экспертными интервью возникает необходимость полностью или частично сохранять аудиозаписи, а в случае с материалами СМИ может потребоваться полностью или частично сохранять видеоряды, сопутствующие выявленным единицам анализа.

Сказанное выше в равной мере относится к подходам НИИ радиационной гигиены и СПбГУ. Задачи следующего этапа были решены по-разному.

При разделении задач анализа и хранения данных, как это было сделано в проекте СПбГУ, необходимо предусмотреть формирование многоуровневых баз данных, связанных между собой этапами преобразования материалов. Приведем пример с исследованием материалов СМИ. На первом этапе с сайтов популярных информационных изданий собираются материалы с упоминанием

исследуемой тематики – с любым содержательным фокусом. На втором этапе эти материалы нужно классифицировать. Модифицировать первоначальный архив нерационально, так как он дает полный, одномоментный срез информационного пространства. Значит, надо сформировать базу данных следующего уровня, где к материалам добавляется новый атрибут – характер упоминания темы. На следующем этапе происходит более серьезное преобразование материалов, в ходе которого полные тексты новостных статей дефрагментируются на отдельные категории анализа. Делать это ни в первом, ни во втором архиве также нерационально, так как в любой момент может возникнуть необходимость обратиться к целому тексту или его фрагменту для уточнения смысловых единиц. Таким образом, даже в такой упрощенной схеме у нас получается три уровня данных, которые должны сохранять взаимосвязь между собой.

В АИС НИИ радиационной гигиены структура единицы анализа (публикации) такова, что включает в себя одновременно и исходные данные публикации (независимо от формата данных), и результаты классификации публикации по всем используемым классификаторам. Особенность подхода заключается в том, что добавление новых параметров классификации не затрагивает уже введенные в систему данные, а реальная структура БД остается «внутренним» вопросом среды разработки. То есть разработчик сосредоточен прежде всего на практической стороне вопроса, а не на технических аспектах реализации БД.

Подходы к решению аналитических задач, как следует из вышесказанного, тоже отличаются. БД СПбГУ ориентирована на использование внешних программ для анализа введенных данных. Преимуществом такого подхода является свобода выбора внешней программы с возможностью использования той, чей функционал наиболее пригоден для решения конкретной аналитической задачи. Слабым местом такого подхода являются более сложные технические требования к структуре разрабатываемой БД. Количественный анализ при таком подходе требует создания на основе уже имеющихся в коллекции материалов принципиально иного по своей форме продукта – электронной таблицы, с которой может работать предпочитаемая аналитиком статистическая программа – SPSS (США), SAS (США), Statistica (США) и др. Здесь, во-первых, обратим внимание на ограничения «конечной» программы обработки данных, т.к. даже простой перенос данных из таблицы одного формата в таблицы другого формата на практике нередко реализуем только в ручном режиме и требует внимательной перепроверки, корректировки, восстановления потерянных данных и т.п. «Идеальная» же исследовательская БД должна обеспечивать аналитика работоспособным массивом данных в требуемом формате автоматически, а во многих случаях – еще и обеспечивать автоматическое обновление. Этого недостатка лишен подход НИИ радиационной гигиены, т.к. изначально предполагается использование встроенных средств анализа данных. Слабым местом подхода является то, что возможности встроенного аналитического инструментария 1С: Предприятия уступают таковым у специализированных пакетов статистической обработки данных. При этом следует отметить, что не существует ограничений по экспорту данных во внешние

электронные таблицы любого формата для использования внешними программами. В этом случае, однако, перед разработчиками АИС встанут ровно такие же задачи обеспечения совместимости форматов данных.

При разделении задач анализа и хранения данных между коллекцией текстовых материалов и электронной таблицей стоит еще одна процедура – кодировка. В «классических» социальных исследованиях кодировка выполнялась вручную, что с известной мерой условности (связанной с уровнем подготовки, мастерства, мотивации исследователей) обеспечивало ее эффективность – человек всегда может принять решение о том, какой код присвоить очередной единице анализа. Но ручная кодировка губительная для полноценных БД – теряется значительная часть их преимуществ. Кроме того, это очень ресурсоемко. Например, при обработке первой коллекции по миграционной тематике материалы для кодировки были сгруппированы в 17 файлов – каждый объемом около 350 000 знаков. Работы велись группой из 14 кодировщиков в течение 2 недель (неполный рабочий день), что позволило закодировать 2009 единиц – самостоятельных высказываний, содержащих мнения по предмету исследования.

Автоматизация процедур кодирования текстовых данных – необходимая мера при разработке БД. На данный момент, несмотря на наличие различных программных продуктов (ATLAS.ti (Германия), QDA Miner (Канада), Concordance (Великобритания)) [17], эффективно решаются только относительно простые задачи кодирования данных. Одной из главных проблем является многообразие дискурсивных практик, в том числе сленговых, субкультурных и контекстуальных. Исследователям приходится отслеживать, какие вербальные конструкции используются авторами суждений, своевременно дополняя используемые списки ключевых слов.

Другая ответственная задача носит технический характер: разработка данного компонента БД предполагает необходимость согласовать формат, в котором сохранены собранные дискурсивные данные с форматами данных программного обеспечения, используемого для кодирования и последующей статистической обработки. Нетрудно догадаться, что ни журналист, ни блогер, ни «форумчанин» не заботятся о том, чтобы их тексты были удобны для контент-анализа. Существует и другое мнение по этому поводу, состоящее в том, что для задач контент-анализа нельзя создать (или использовать) унифицированную программу обработки. Программы предлагают широкий функционал, а задачи анализа всегда практические и конкретные. Поэтому приложение нужно писать самостоятельно, то есть исследователь должен владеть навыками программирования или включать программиста в исследовательскую команду.

И еще один важный момент – количественный анализ эффективен, когда применяются методически обоснованные аналитические инструменты, позволяющие подняться над распространенным, к сожалению, в современной социологии анализом отдельных распределений. Например, в исследованиях общественного мнения о миграции коллектив СПбГУ успешно использует систему показателей, разработанную петербургским социологом Д.П. Гаврой. Но это означает, что БД должна обеспечивать не просто кодировку определенных переменных, пригодных для статистической обработки, но и поддерживать

включение этих переменных в аналитические расчеты, что, естественно, накладывает дополнительные ограничения и на данные, и на процедуры.

Оба рассматриваемых подхода предполагают, помимо внимания к контексту, и учет того, что сами материалы находятся внутри информационного поля, в котором они созданы. Ресурсы, авторы, участники и комментаторы создают сегменты в информационном пространстве. Кто-то за, кто-то против. Кто-то высказывается по данному вопросу один раз, кто-то, как определенные издания или журналисты, могут заниматься этой темой и создавать информационные артефакты годами, внося тем самым значимые изменения в контекст исследования. Это значит, что кроме внутренней взаимосвязи материалов на разном уровне обработки, они должны сохранять взаимосвязь с другими полями (материалами, источниками, авторами), одним словом – все те взаимосвязи, которые удалось обнаружить в ходе исследования. Таким образом получаются многомерные, иерархические, текстовые базы данных, с которыми работает коллектив авторов, каждый из которых, изучая свой тематический аспект, работает с полной базой данных. Это значит, что при проектировании баз данных нужно понимать не только характер данных, но и операции с данными, так как каждый новый параметр может потребовать внесения изменений в БД [18].

К числу подобных операций относится сравнение материалов. Это связано с тем, что в информационном пространстве тексты кочуют из источника в источник. Разные информационные издания могут перепечатывать не только одну новость, но и один текст, а участники дискуссии – перепечатывать высказывания друг друга или печатать одно и то же в разных дискуссиях, например на разных форумах. Сравнение текстов внутри базы данных позволит сгруппировать такие источники и выявить «кочующие» в информационном пространстве тексты. Это полезно еще и потому, что тогда можно анализировать, какую реакцию подобные повторы вызывают в разных аудиториях. Вторая задача – убирать дублирующиеся материалы из базы данных. Когда собираются коллекции, насчитываются десятки и сотни материалов, повторы неизбежны.

Еще одна особенность информационного поля, которую необходимо учитывать при определении структуры данных, – это его изменчивость. Авторы могут редактировать свои публикации, информационные источники, новостные статьи, участники форумов – свои высказывания, модераторы сайтов могут удалять как отдельные фразы, так и целые материалы или дискуссии. Все это сказывается на контексте единиц анализа и на восприятии материалов аудиторией. Таким образом, сравнение необходимо не только на предмет совпадения материалов между собой в момент ввода данных, но и между массивами, сформированными в ходе повторных этапов поиска и архивирования информации. Это позволяет увидеть, как именно материалы меняются во времени, и разобраться, с чем эти изменения связаны, на чем лежит локус контроля в общественном информационном пространстве. Еще одно следствие изменчивости информационного пространства – могут безвозвратно исчезать и уничтожаться целые сайты, и своевременное архивирование информации позволит не потерять важные и ценные данные [19].

При проектировании базы данных и оптимизации СУБД под исследовательскую задачу существует опас-

ность впасть в одну из крайностей. В первом варианте можно формализовать все поля базы данных, сохраняя только интересующее нас информационное ядро (единицу анализа) и при этом полностью избавиться от информационных шумов и контекстного сопровождения данных, тем самым упростив до минимума все взаимосвязи между данными, так как они будут неочевидны. Таким образом можно получить легкую в отношении ресурсов хранения, простую в управлении и удобную базу. Она будет наполнена очень простыми, практически примитивными смыслами, но довольно тривиальным содержанием, и в значительной степени лишена исследовательского смысла. Другой вариант, напротив, предполагает попытку сохранения всего информационного среза полностью, со всеми смысловыми, оттеночными нюансами контекста и взаимосвязями между единицами анализа. В этом случае получится очень большая, «неповоротливая» база данных с крайне сложной структурой. Такой подход к структурированию информации и сопровождающих ее шумов не позволит вычленить значимые элементы, и единицы анализа растворятся в общем массиве информации.

Оптимальная архитектура базы данных исследовательского проекта — это сложный компромисс между информационной полнотой содержания данных и технической возможностью их обработать. При работе с таким типом материалов, которые были описаны выше, не все операции можно эффективно автоматизировать. Интеграция интеллектуальных систем анализа позволит автоматизировать только самые простые операции с данными. Интернет-пространство — неструктурированное и поливариантное. Кроме изменчивости, материалы наследуют от него различную структуру представления информации.

Материалы с информационного сайта, с форума и собранные в публичных дискуссиях социальных сетей не только не совпадают по структуре между собой, они еще и различным образом систематизированы в структуре сайта. Разные новостные сайты не только поддерживают разные позиции и установки — они имеют собственную структуру и в подаче материала, и в верстке сайта. А на одном и том же форуме (или в сообществе/группе социальной сети) по одному и тому же вопросу можно найти дискуссии (ветки форумов/обсуждения) разной длины. Полностью автоматизировать обработку таких разных по целому ряду параметров данных не получится, по крайней мере в настоящее время и в ближайшей перспективе развития программного обеспечения. Следовательно, глубокий «ручной» анализ первичных исходных данных

является важнейшей задачей, предшествующей разработке АИС и БД, и в значительной степени определяет эффективность создаваемого инструмента анализа.

Выводы

1. Сравнительный анализ результатов работы двух независимых друг от друга научных коллективов по разработке и внедрению АИС и БД, предназначенных для решения исследовательских задач анализа информационных материалов в области риск-коммуникации, показывает, что методические подходы имеют много общего. В частности, наблюдается общность подходов при решении задач классификации и систематизации материалов. В значительной степени это определяется спецификой социальной информации, представленной в Интернете — преобладанием текстовых документов, в которых контекст имеет большое значение для интерпретации информации.

2. Материалы, относящиеся к описанию социально значимых явлений, отличаются информационной насыщенностью, разнообразием ресурсов и форматов представления документов. Поэтому уже на этапе разработки архитектуры АИС и структуры БД необходимо ориентироваться на создание достаточно больших массивов разнородной, но взаимосвязанной текстовой, графической и аудиовизуальной информации, структурированной в пригодном для последующего анализа виде. Помимо хранения больших массивов, требуется организовать в них внутренние связи и обеспечить возможность последовательного создания новых уровней БД, предусматривающих решение задач анализа информации.

3. Важным условием при создании эффективных, с точки зрения социально-коммуникационных исследований, АИС и БД является реализация возможности обработки собранных социальных данных с помощью доступных исследователям программ качественного и количественного анализа, если такой анализ не может быть осуществлен собственными средствами АИС.

4. База данных информационных материалов — это компромисс между полнотекстовой коллекцией и аналитическими возможностями системы, а также между оптимизацией под задачи исследования и унификацией под требования аналитических систем. Требование автоматизации ряда функций упирается в высокую степень уникальности материалов, которая пока де-факто преодолевается только ручной пре- и постобработкой, что необходимо учитывать при проектировании исследовательских программ.

Статья подготовлена в ходе реализации проекта «Создание модели многофункционального центра компетенций в области социальной работы с мигрантами в условиях нарастания потока переселенцев в Россию и Швейцарию для снижения угроз обществу, экономике, государству», реализуемого в Санкт-Петербургском государственном университете при поддержке Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», уникальный идентификатор проекта RFMEFI61317X0072.

Автоматизированная информационная система по анализу публикаций (АСАП) была разработана в ходе выполнения работ по государственному контракту № Н.4Д.241.20.17.1026 от 20 марта 2017 г. по теме «Разработка и научное обоснование практических мероприятий по освещению в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации деятельности по повышению радиационной безопасности в рамках федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года» в обеспечение мероприятия «Разработка методических основ и организация информационной работы с населением по вопросам радиационной безопасности в районах реализации мероприятий Программы» в рамках федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года».

Литература

- Архангельская, Г.В. Проблемы риск-коммуникации по вопросам радиационной безопасности: оценка информированности населения Санкт-Петербурга и Ленинградской области о деятельности атомной отрасли и его представления о факторах опасности / Г.В. Архангельская, С.А. Зеленцова, Н.М. Вишнякова, Е.В. Храмцов, К.В. Варфоломеева, Н.В. Соколов, В.С. Репин // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 36–45.
- Соколов, Н.В. Проблемы риск-коммуникации при обеспечении радиационной безопасности: представление о радиации и атомной отрасли в массовом сознании по результатам социологических исследований в Санкт-Петербурге, Ленинградской и Мурманской областях / Н.В. Соколов, А.М. Библин, Л.В. Репин, Л.С. Рехтина // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 45–56.
- Углев, С.В. Обзор систем синтаксического анализа и отладки хранимых процедур в различных СУБД / С.В. Углев // Вестник МГУП. – 2016. – № 2. – С. 69–71.
- Мишанкина, Н.А. Базы данных в лингвистических исследованиях / Н.А. Мишанкина // Вопросы лексикографии. – 2013. – №1 (3). – С. 25–33.
- Espinoza M.D., Datcu M. Data mining and knowledge discovery tools for exploiting big earth observation data International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives Volume 40, Issue 7W3, 28 April 2015, Pages 627–633.
- Bertke S.J., Meyers A.R., Wurzelbacher S.J., Measure A., Lampl M.P., Robins D. Comparison of methods for auto-coding causation of injury narratives Accident Analysis and Prevention Volume 88, 1 March 2016, Pages 117–123.
- Бек, У. Общество риска. На пути к другому модерну / У. Бек. – М.: Изд-во: Прогресс-Традиция, 2000. – 480 с.
- Репин, В.С. Дозы облучения населения Российской Федерации по итогам функционирования ЕСКВД в 2002–2015 гг.: информ. сборник / В.С. Репин, Н.К. Барышков, А.А. Братилова [и др.]. – СПб., 2015. – 40 с.
- Соколов, Н.В. Работящие, но чужие: парадокс восприятия мигрантов массовым сознанием (по результатам исследований в Санкт-Петербурге) / Н.В. Соколов // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2017. – № 1 (137). – С. 80–96.
- Эриксен, Т.Х. Тирания момента. Время в эпоху информации / Т.Х. Эриксен; пер. с норв. – М.: Весь Мир, 2003. – 208 с.
- Шаркова, Е.А. Коммуникация в условиях экологического риска / Е.А. Шаркова // Вестник СПбГУ. Серия 9. Филология. Востоковедение. Журналистика. – 2011. – №4. – С. 237–245.
- Рогозин, Д. Как работает автоэтнография? / Д. Рогозин // Социологическое обозрение. – 2015. – Т.14, № 1. – С. 224–273.
- Библин, А.М. Анализ характера освещения в средствах массовой информации радиационной безопасности населения Санкт-Петербурга и Ленинградской области / А.М. Библин // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 23–30.
- Репин, Л.В. Автоматизированная система контроля радиационного воздействия Роспотребнадзора: история создания, назначение и развитие / Л.В. Репин, А.М. Библин, П.Г. Ковалев, М.С. Николаевич, В.С. Репин // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 7, № 3. – С. 44–53.
- Гавра, Д.П. Общественное мнение как социологическая категория и социальный институт / Д.П. Гавра. – СПб.: ИСЭП РАН, 1995.
- Content Downloader X1 версии 11.1.0000233 (02.09.2017): <http://sbfactory.ru> (дата обращения: 07.11.2017).
- Рюмин, А. Блог о контент-анализе. Софт / А. Рюмин. – <http://content-analysis.ru/index.php/luchshij-soft-dlya-kontent-analiza> (дата обращения: 09.11.2017).
- Мокрозуб, В.Г. Синтаксис запросов конечных пользователей к реляционной базе данных / В.Г. Мокрозуб // Прикладная информатика. – 2009. – № 3. – С. 95–99.
- Бегтин, И. Архивы государственных сайтов / И. Бегтин. – <http://ivan.begtin.name/2012/03/23/govarchiv/> (дата обращения: 09.11.2017).

Поступила: 10.11.2017 г.

Рехтина Лилия Сергеевна – магистр социологии, сотрудник проекта, Санкт-Петербургский государственный университет, Правительство Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. **Адрес для переписки:** 191124, Россия, Санкт-Петербург, ул. Смольного, д. 1/3, 9-й подъезд; E-mail: lisabet-09@mail.ru

Соколов Николай Викторович – кандидат социологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, Правительство Российской Федерации.

Библин Артем Михайлович – и.о. руководителя Информационно-аналитического центра, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия.

Репин Леонид Викторович – младший научный сотрудник Информационно-аналитического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Ахматдинов Рустам Расимович – ведущий инженер-исследователь Информационно-аналитического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Рехтина Л.С., Соколов Н.В., Библин А.М., Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р. Проблемы аналитического обеспечения коммуникации рисков: обоснование подходов к разработке исследовательских баз данных по вопросам радиационной безопасности и социальных рисков // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 44–52. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-44-52.

Analytical issues of risk communication. Rationale for approaches to developing research databases on radiation safety and social risks

Liliya S. Rekhtina¹, Nikolay V. Sokolov¹, Artem M. Biblin², Leonid V. Repin², Rustam R. Akhmatdinov²

¹Saint-Petersburg State University, The Government of the Russian Federation Saint-Petersburg, Russia

²Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

One of the important stages of risk communication is the analysis of publications in traditional media and the Internet, which largely shape people's attitudes to various issues. At the same time, the availability of large amounts of information relating to any subject area complicates the possibility of manual analysis and adequate description of all of the information. On the other hand, the availability of information causes the urgency of developing methods to improve the effectiveness of its analysis. One way to automate the analysis of large amounts of information is the development of databases or automated information systems containing information materials on the subject matter under study and suggesting the possibility of automated processing. The objective of this work is to analyze the experience of developing such systems and databases by the research teams of the St. Petersburg Institute of Radiation Hygiene and St. Petersburg State University and to identify key features of the use of bases Data for social research. The results of the analysis showed that the methodological approaches used were very close. The analysis is performed according to the method of autoethnographical research. The strategy application of the comparative analysis allows identifying common features characterizing the situation of development and implementation of databases to practice of the risk communication studies. The article discusses the features associated with them, the limitations of the primary data, such as text, discursive nature of most of the materials, information noise, high dependence on context, variability, different structure, format and appearance of materials. The important parameters for solving problems of the qualitative and quantitative analysis are given in the article. An important condition of creating effective, from the point of view of socio-communication studies information system is to implement the processing capabilities of the collected social data available to researchers programs. The requirement for automation of certain functions depends on a high degree of uniqueness of the materials, which is overcome only by the manual pre- and post-processing, which must be considered when designing research programs.

Key words: databases, automated information systems, radiation safety, risk communication, analysis of publications, social risks, sociology of science, sociology of migration.

References

1. Arkhangelskaya G.V., Zelentsova S.A., Vishnyakova N.M., Khramtsov E.V., Varfolomeeva K.V., Sokolov N.V., Repin V.S. Risk-communication issues in radiation safety: evaluation of public awareness in St. Petersburg and the Leningrad region on the activities of the nuclear industry and public understanding of the hazards. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2017, Vol. 10, № 3, pp. 36-45. (In Russian).
2. Sokolov N.V., Biblin A.M., Repin L.V., Rekhtina L.S. Risk-communication issues in radiation safety: Mass consciousness about radiation and nuclear industry based on the results of a sociological research in St. Petersburg, the Leningrad region and the Murmansk region. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2017, Vol. 10, № 3, pp. 45- 56. (In Russian).
3. Uglev S.V. Review of systems for parsing and stored procedure debugging in different DBMS. *Magazine Vestnik MGUP*, 2016, №2, pp. 69-71. (In Russian).
4. Mishankina N.A. Databases in linguistic research. *Voprosy leksikografii = Russian Journal of Lexicography*, 2013, №1 (3), pp. 25-33. (In Russian).
5. Espinoza M.D., Datcu M. Data mining and knowledge discovery tools for exploiting big earth observation data *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives* Volume 40, Issue 7W3, 28 April 2015, Pages 627-633.
6. Bertke S.J., Meyers A.R., Wurzelbacher S.J., Measure A., Lampl M.P., Robins D. Comparison of methods for auto-coding causation of injury narratives *Accident Analysis and Prevention* Volume 88, 1 March 2016, Pages 117-123.
7. Bek U. *Risk Society: Towards a New Modernity*. Moscow, Progress-Tradicija, 2000, 384 p. (In Russian).
8. Repin V.S., Baryshkov N.K., Bratilova A.A. [et al.]. Information packet: Radiation exposure doses of the population of the Russian Federation according to the results of the USDC in 2002-2015. Saint Petersburg, 2015, 40 p. (In Russian).
9. Sokolov N.V. Hard-working but outsiders: paradox of perception of migrants in mass consciousness (the case of St. Petersburg). *The Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes Journal*, 2017, № 1 (137), pp. 80-96. (In Russian).
10. Eriksen T.Kh. *Tyranny of the Moment: Fast and Slow Time in the Information Age*. Moscow, 2003, 208p. (In Russian).

Liliya S. Rekhtina

Saint-Petersburg State University.

Address for correspondence: Smolnogo str., 1/3, 9th entrance, St. Petersburg, 191124, Russia; E-mail: lisabet-09@mail.ru

11. Sharkova E.A. Communication in the environmental risk context. Vestnik St.Petersburg University, Ser. 9, 2011, Issue 4, pp. 237–245. (In Russian).
12. Rogozin D. How Autoethnography Works. Sotsiologicheskoe obozrenie = Russian Sociological Review, 2015, Vol. 14, № 1, pp.224–273. (In Russian).
13. Biblin A.M. Analysis of the media coverage characteristics on radiation safety issues of the Saint-Petersburg and the Leningrad region population. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, №. 2, pp. 23–30. (In Russian).
14. Repin L.V., Biblin A.M., Kovalev P.G., Nikolaevich M.S., Repin V.S. The automated system of radiation exposure control for Rospotrebnadzor: creation history, applicability and development. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2014, Vol. 7, No 3, pp. 44–53. (In Russian).
15. Gavra D.P. Public opinion as a sociological category and social institution. Saint-Petersburg, ISJeP RAN, 1995. (In Russian).
16. Content Downloader X1 version 11.1.0000233 (02.09.2017). -Available on: <http://sbfactory.ru> (accessed: November 07, 2017). (In Russian).
17. Ryumin A. Blog about content analysis. Software. -Available on: <http://content-analysis.ru/index.php/luchshij-soft-dlya-kontent-analiza> (accessed: November 09, 2017). (In Russian).
18. Mokrozub V.G. The syntax of end user requests to a relational database. Applied informatics, 2009, №3, pp. 95–99. (In Russian).
19. Begtin I. Archives of state websites. -Available on: <http://ivan.begtin.name/2012/03/23/govarchiv/> (accessed: November 09, 2017). (In Russian).

Received: November 10, 2017

For correspondence: Liliya S. Rekhtina – Master of Sociology, Project Staff, Saint-Petersburg State University (Smolnogo str., 1/3, 9th entrance, St. Petersburg, 191124, Russia; E-mail: lisabet-09@mail.ru)

Nikolay V. Sokolov – Candidate of Sociological Science, Assistant Professor, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

Artem M. Biblin – Information and Analytical Center Head, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Leonid V. Repin – Juonior Researcher, Information and Analytical Center, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Rustam R. Akhmatdinov – Leading Engineer Researcher, Information and Analytical Center, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Rekhtina L.S., Sokolov N.V., Biblin A.M., Repin L.V., Akhmatdinov R.R. Analytical issues of risk communication. Rationale for approaches to developing research databases on radiation safety and social risks. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No 4, pp. 44–52. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-44-52.

Дополнение квазибиологической модели радиогенной заболеваемости раком

А.Т. Губин, В.А. Сакович

Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены,
Федеральное медико-биологическое агентство России, Москва, Россия

Цель: уточнить квазибиологическую модель радиогенной заболеваемости солидным раком, ранее опубликованную авторами в журнале «Радиационная гигиена», для обеспечения лучшей согласованности с данными японской когорты (когорты LSS) и с моделью МКРЗ в части описания эффекта возраста при облучении. *Результаты:* исходные представления математической модели дополнены предположением, что стволовые клетки, получившие «предраковое» повреждение, с большей вероятностью по сравнению с неповреждённой клеткой идут по пути воспроизводства, а не дифференцировки. Структура уточнённой модели и её свойства при этом сохранились, но добавился один параметр. Анализ основных математических соотношений уточнённой модели показал, что с её позиций между моделями радиогенной заболеваемости раком, опубликованными в Публикации 103 МКРЗ и Докладе НКДАР ООН 2006 г., несмотря на их внешнее различие, нет противоречий. *Заключение:* дальнейшая работа с моделью требует верификации значений параметров по эпидемиологическим данным, в первую очередь по данным о заболеваемости солидными раками в японской когорте. Однако, поскольку некоторые из предположений модели, включая вновь введённое, не являются чисто радиобиологическими, то потребуются анализ широкого круга биологических и онкологических закономерностей.

Ключевые слова: математические модели, квазибиологическая модель, радиационный канцерогенез, кинетика стволовых клеток, предканцерогенное повреждение, твердый рак, заболеваемость, смертность, старение.

Введение

При изложении квазибиологической модели (КБМ) радиогенной заболеваемости раком [1] наш анализ её свойств, следует признать, был недостаточно глубоким. Не было акцентировано внимание на особенностях зависимости интенсивности заболеваемости (ИЗ) радиогенным раком в LSS-когорте от возраста облучения. По данным МКРЗ [2], она незначительно уменьшается с возрастом облучения (табл. А 4.6), в то время как, согласно КБМ, она должна увеличиваться. При этом следует иметь в виду, что фоновая ИЗ раком в LSS-когорте также уменьшается с возрастом облучения [3, 4]. Последнее означает, что существует зависимость радиогенной ИЗ раком не только от возраста облучения в пределах одного поколения, отражая динамику канцерогенеза в организме, но и от года рождения конкретного поколения, отражая свойства поколения. Очевидно, что эти зависимости должны по-разному учитываться при переносе значений радиогенного риска с LSS-когорты на другие популяции. Поэтому в данной статье в КБМ внесено дополнение, которое позволяет избежать отмеченного выше противоречия.

Уточнение квазибиологической модели

Предложенная в работе [1] математическая модель зависимости ИЗ радиогенными солидными раками от возраста t_0 мгновенного облучения дозой D и от возраста наблюдения t представляет собой произведение вероятностей прохождения ряда гипотетических стадий канцерогенеза и имеет следующий вид (с несколькими изменёнными обозначениями):

$$\Delta V^{\text{МГО}}(D, t_0, t) = \left\{ 2\alpha DN(0)\omega(1-\beta)\sigma(0)e^{-zt} \times \right. \\ \left. \times e^{-\frac{(1-2\beta)\sigma(0)(1-e^{-zt_0})}{z}} - \frac{[(1-2\beta)+2\beta\lambda]\sigma(0)}{z} (e^{-zt_0} - e^{-zt}) \right\} M e^{\gamma t} \quad (1)$$

Здесь $N(0)$ есть начальное количество стволовых клеток, в ДНК которых под действием излучения образуются такие «предраковые» повреждения, что стволовая клетка после дифференцировки может дать начало раковой опухоли (повреждённая клетка);

$\sigma(0)$ – начальная скорость деления стволовых клеток;

z – относительная скорость уменьшения скорости деления с возрастом t ;

Губин Анатолий Тимофеевич

Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены, Федеральное медико-биологическое агентство России.

Адрес для переписки: 123103, Россия, Москва, ул. Щукинская, д. 40; E-mail: atgubin@rambler.ru

αD – вероятность образования в стволовой клетке предракового повреждения при облучении её дозой D ;

λ – вероятность выбраковки поврежденной клетки при делении с воспроизводством;

ω – вероятность невыбраковки поврежденной клетки при делении с дифференцировкой, т.е. при выбытии из цикла воспроизводства.

Что касается параметра β , который характеризует особенности деления стволовой клетки, то в данной статье его смысл несколько иной, чем в работе [1]. Здесь β есть вероятность того, что в результате деления стволовой клетки на две дочерние они окажутся стволовыми, т.е. пойдут по пути воспроизводства. В результате величина β оказывается в два раза меньше, чем β в работе [1]. Соответственно, уменьшение радиогенной ИЗ с возрастом облучения из-за уменьшения количества клеток-мишеней моделируется при $\beta < 0,5$, а не при $\beta < 1$, как в работе [1], а количество стволовых клеток не меняется с возрастом при $\beta = 0,5$, а не при $\beta = 1$. При $\beta > 0,5$ появилась возможность моделировать увеличение количества стволовых клеток, что нельзя было сделать в исходной КБМ.

Часть модели, содержащуюся в фигурных скобках, условно можно назвать вероятностью инфицирования организма клетками с предраковым повреждением – $W(D, t_0, t)$. Позднее эту часть модели рассмотрим подробнее.

Другая часть модели, т.е. $M e^{\gamma_0 t}$, есть зависимость вероятности развития опухоли из дифференцированной клетки, которая содержит предраковое повреждение, от возраста организма, в котором она дифференцировалась. Имеется в виду, в соответствии с [5, 6], что так, в целом, изменяется с возрастом «ненадёжность» организма по преодолению любой «нагрузки», воздействие которой может привести к смерти. Следствием такого предположения является то, что интенсивность смертности (ИС) описывается законом Гомперца [7], который, как известно, достаточно хорошо соблюдается, начиная с возраста 20–30 лет. При меньших значениях t_0 надо вычитать вероятность несчастных случаев, а в детском возрасте использовать более сложное соотношение [8].

Эту часть модели можно было бы считать просто подходящей аппроксимацией. Однако, имея в виду, что значения параметров закона Гомперца изменяются в историческом масштабе и различаются у разных популяций, правильно следовало бы написать $M(t_0) e^{\gamma_0(t_0)t}$. При этом t_0 здесь не есть буквально возраст облучения, и поэтому от него не зависит вероятность «инфицирования» организма клетками с предраковым повреждением. Здесь t_0 обозначает поколение, возраст которого был t_0 лет во время облучения, и ему присущи свойства, несколько отличные от других поколений. Поскольку, как известно, возрастная зависимость ИС у мужчин и женщин различается, эта часть модели оказывается единственной характеристикой особенностей пола и популяции и потому является основой для межпопуляционного переноса. Следует отметить, что это свойство модели, в принципе, можно проверять.

Что касается фигурной скобки, т.е. $W(D, t_0, t)$, отражающей судьбу стволовых клеток с предраковым повреждением (повреждённых клеток), то в ней множитель

$L_1 = N(0) e^{-\frac{(1-2\beta)\sigma(0)}{z}(1-e^{-zt_0})}$ есть количество стволовых клеток в момент облучения, которое после умножения на αD равно количеству повреждённых клеток. В исходной КБМ показатель экспоненты $\left[-\frac{(1-2\beta)\sigma(0)}{z}(1-e^{-zt_0}) \right]$ был призван моделировать параметр «а» в модели МКРЗ.

Другой множитель $e^{-\frac{[(1-2\beta)+2\beta\lambda]\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})}$ содержит два сомножителя.

Сомножитель $L_2 = e^{-\frac{(1-2\beta)\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})}$ в исходной модели отражает предположение, что уменьшение количества повреждённых клеток происходит так же, как и до облучения. Но в результате получается, что произведение $L_1 \times L_2$ не содержит зависимости от t_0 .

В итоге остался только сомножитель $L_3 = e^{-\frac{2\beta\lambda\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})}$, где содержится зависимость от t_0 . Этот сомножитель отражает вероятность выбраковки повреждённых клеток: она тем больше, чем больше интервал времени $(t-t_0)$, так что, согласно исходной модели, радиогенная ИЗ в фиксированном возрасте t увеличивается с возрастом облучения t_0 из-за сокращения времени на выбраковку. В этом и заключается противоречие с моделью МКРЗ.

Формально это противоречие содержится в множителе $e^{-\frac{2\beta\lambda\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})}$, который тем больше, чем больше t_0 . В приближении $zt \ll 1$ эту роль выполняет множитель $e^{-2\beta\lambda\sigma(0)t_0}$.

Далее, множитель $\omega 2(1-\beta)\sigma(0)e^{-zt}$ есть вероятность дифференцировки стволовой клетки с предраковым повреждением, что даёт начало образованию опухоли.

Проведённое выше детальное рассмотрение КБМ показало, что для получения отрицательного значения параметра «а» в модели МКРЗ необходимо предположить, что после повреждения стволовые клетки меняют свои свойства так, что их количество возрастает тем больше, чем больше $(t-t_0)$.

Такое предположение заключается в том, что повреждённые клетки обладают большей вероятностью воспроизводства, чем неповреждённые, т.е. $\beta^* > \beta$.

В результате уточнения КБМ приобретает вид:

$$\Delta^* V^{\text{МГО}}(D, t_0, t) = \left\{ \begin{aligned} & 2\alpha D N(0) \omega (1-\beta^*) \sigma(0) e^{-zt} \times \\ & \times e^{-\frac{(1-2\beta)\sigma(0)}{z}(1-e^{-zt_0})} \cdot e^{-\frac{[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})} \end{aligned} \right\} M e^{\gamma_0 t} = \quad (2)$$

$$= 2\alpha D M N(0) \omega (1-\beta^*) \sigma(0) e^{\left(\gamma_0 - \frac{z}{2}\right)t} \times$$

$$\times e^{-\frac{(1-2\beta)\sigma(0)}{z}} \cdot e^{-\frac{[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})} \cdot e^{-\frac{[2(\beta^*-\beta)-2\beta^*\lambda]\sigma(0)}{z}(e^{-zt_0}-e^{-zt})}$$

Здесь искомая смена знака потенциально содержится в множителе $e^{-\frac{2(\beta^*-\beta)-2\beta^*\lambda}{z}\sigma(0)(e^{-zt_0}-e^{-zt})}$. Для этого надо, чтобы

β^* было настолько больше β , что достигается условие $2(\beta^*-\beta)-2\beta^*\lambda = 2\beta^*(1-\lambda)-2\beta > 0$. При $\beta^* > 0,5$ показатель экспоненты может стать положительным, в результате чего $\Delta^* V^{\text{МГО}}(D, t_0, t)$ с ростом t_0 начнёт уменьшаться.

При $\beta^* = \beta$ реализуется исходная КБМ.

Свойства квазибиологической модели при $zt \ll 1$

Основные свойства КБМ хорошо видны в приближении $zt \ll 1$, которое, как показывают оценки, недалеко от истины (в этом приближении введён значок «тильда»):

$$\tilde{\Delta} \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t) \approx 2\alpha DM N(0) \omega(1-\beta) \sigma(0) e^{(\gamma_0 - z)t} \times \quad (3)$$

$$\times e^{-(1-2\beta)\sigma(0)t_0} e^{-[(1-2\beta)+2\beta\lambda]\sigma(0)(t-t_0)}$$

Здесь множитель $\left[e^{-(1-2\beta)\sigma(0)t_0} \right]$ описывает стадию естественного незначительного уменьшения числа стволовых клеток с возрастом до облучения, если $\beta \leq 0,5$. Он является, как и задумывалось, аналогом множителя $\left[e^{at_0} \right]$ в моделях радиогенной ИЗ, используемых МКРЗ.

Множитель $\left\{ e^{-[(1-2\beta)+2\beta\lambda]\sigma(0)(t-t_0)} \right\}$, в свою очередь,

описывает стадию от облучения до дифференцировки и более наглядно, чем последняя экспонента в (1), отражает зависимость ИЗ от времени, прошедшего после облучения. Этой зависимости нет в моделях МКРЗ, но есть в моделях НКДАР [8] в виде $(t-t_0)^k$. Отсюда понятно, почему модели МКРЗ и модели НКДАР, как будто бы разные, оказываются адекватными эпидемиологическим данным.

Произведение двух рассмотренных множителей можно представить в виде:

$$\left[e^{-(1-2\beta)\sigma(0)t} \right] \left[e^{-2\beta\lambda\sigma(0)(t-t_0)} \right]$$

Здесь первый множитель отражает так же, как и ранее, уменьшение числа стволовых клеток с возрастом до облучения, но в приближении $zt \ll 1$, а второй – выбраковку повреждённых клеток. В этом приближении ещё лучше видно, что в КБМ $\nu^{\text{I}} \tilde{A}^{\text{I}}(D, t_0, t)$ с ростом t_0 увеличивается.

Множитель $\left[e^{(\gamma_0 - z)t} \right]$ есть основная и непосредственная зависимость от возраста наблюдения.

Другая компоновка множителей позволяет разделить зависимость от t и t_0 :

$$\tilde{\Delta} \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t) = 2\alpha DM N(0) \omega(1-\beta) \sigma(0) e^{(\gamma_0 - z)t} \times$$

$$\times e^{-(1-2\beta)\sigma(0)t_0} e^{-[(1-2\beta)+2\beta\lambda]\sigma(0)t} e^{2\beta\lambda\sigma(0)t_0}$$

Зависимость от t в виде $e^{[(\gamma_0 - z) - (1-2\beta) - 2\beta\lambda]\sigma(0)t}$ показывает, что в приближении $zt \ll 1$ с возрастом должен происходить экспоненциальный рост радиогенной ИЗ разом с комбинированным показателем, значения отдельных компонент которого трудно выявляемы.

Уточнённая КБМ, в отличие от (3), в приближении $zt \ll 1$ приобретает вид:

$$\tilde{\Delta} \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t) = 2\alpha DM N(0) \omega(1-\beta^*) \sigma(0) e^{(\gamma_0 - z)t} \times$$

$$\times e^{-(1-2\beta^*)\sigma(0)t_0} e^{-[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)(t-t_0)} \quad (4)$$

В дальнейшем будут использоваться и другие компоновки сомножителей соотношения (4):

$$\tilde{\Delta} \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t) = 2\alpha DM N(0) \omega(1-\beta^*) \sigma(0) e^{(\gamma_0 - z)t} \times$$

$$\times e^{-[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)t} e^{[2\beta^*\lambda - 2(\beta^* - \beta)]\sigma(0)t_0} = \quad (4a)$$

$$= 2\alpha DM N(0) \omega(1-\beta^*) \sigma(0) e^{(\gamma_0 - z)t} \times$$

$$\times e^{-[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)t} e^{[2\beta - 2\beta^*(1-\lambda)]\sigma(0)t_0}$$

Здесь, как в исходной КБМ, множитель $e^{-(1-2\beta^*)\sigma(0)t_0}$ показывает уменьшение числа клеток-мишеней, множитель $e^{-2\beta^*\lambda\sigma(0)(t-t_0)}$ показывает уменьшение числа повреждённых клеток за счёт выбраковки при воспроизводстве, причём

с вероятностью β^* , а не β , как в исходной КБМ. Но присутствует множитель $e^{-(1-2\beta^*)\sigma(0)(t-t_0)} = e^{(2\beta^*-1)\sigma(0)(t-t_0)}$, который показывает ускоренное воспроизводство повреждённых клеток.

Здесь лучше, чем в (2), видно, что при $\beta^* > 0,5$ с ростом t_0 $\Delta \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t)$ может уменьшаться. В остальном свойства уточнённой КБМ такие же, как и у исходной.

Зависимость от возраста облучения

Представленное выше уточнение КБМ выполнено не просто ради достижения формального согласия с моделью МКРЗ или демонстрации возможности модифицировать КБМ.

Дело в том, что не только радиогенная ИЗ $\Delta \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t)$ пропорциональна $\left[e^{at_0} \right]$, где $a = -0.0274 \text{ год}^{-1}$, но и фоновая радиогенная ИЗ солидными раками также экспоненциально зависит от t_0 (т.е. от года рождения) с той разницей, что $a = -0.0088 \text{ год}^{-1}$. Это следует из моделей МКРЗ, как отмечалось нами в [4] и обсуждалось ещё ранее в [3].

Подобная ситуация наблюдается и в отношении ИС [4]. Радиогенная ИС также характеризуется значением $a = -0.0274 \text{ год}^{-1}$, что воспринимается как закономерное.

Но фоновая ИС также экспоненциально зависит от t_0 , но характеризуется положительным показателем экспоненты $a = -0.0097 \text{ год}^{-1}$, что представляется странным. При этом в работе Д.Л. Престона, посвящённой ИС [10], данному факту внимание не уделялось. Естественно, возникают вопросы о причинах и достоверности наблюдаемой зависимости от t_0 , а также влияния значения a на межпопуляционный перенос.

В работе [4] нами высказано естественное предположение, что имеет значение различие в состоянии здоровья и жизнеспособности поколений разного года рождения и их изменения с календарным периодом, обусловленные социально-экономическими и иными нерадикационными факторами. С учётом этого выше мы формально ввели в КБМ такого рода зависимость в виде $M(t_0) e^{\gamma_0(t_0)t}$, не имея в виду какие-то конкретные функции $M(t_0)$ или $\gamma_0(t_0)$. В любом случае календарное изменение демографических характеристик популяции в аспекте оценок радиационного риска представляет самостоятельную проблему.

Не касаясь вопроса о том, действительно ли этот множитель в КБМ обуславливает зависимость фоновой ИЗ раком от t_0 , следует признать, что часть значения « a » в $\Delta \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t)$ обусловлена не облучением и при описании радиогенных процессов его следовало бы уменьшить на $\alpha_\phi = -0.0088 \text{ год}^{-1}$, т.е. считать равным $a = -0.0186 \text{ год}^{-1}$, что характеризует относительную радиогенную ИЗ. Кроме того, в рамках КБМ именно это значение нужно некоторым образом переносить с LSS-когорты на другую популяцию.

Фоновая интенсивность заболеваемости раком

В терминах КБМ обретает биологический смысл также и фоновая ИЗ. Она есть результат постоянного воздействия некоторого канцерогенного фактора с интенсивностью $\xi E(t')$, что в общем случае выражается интегралом:

$$v_{\phi}(E(t'), t) = \int_0^t \frac{\xi E(t')}{\alpha D} \Delta v^{\text{МГО}}(D, t', t) dt' \quad (5)$$

Основные закономерности фоновой ИЗ рассмотрим в рамках исходной модели, при этом в приближениях $zt \ll 1$ и $E(t') \approx \text{Const} = \bar{E}$. Из (5) следует:

$$v_{\phi}(t) = 2MN(0)\omega(1-\beta)\sigma(0)e^{(\gamma_0-z)t} \times e^{-\frac{(1-2\beta)}{z}\sigma(0)} e^{\frac{(1-2\beta)+2\beta\lambda}{z}\sigma(0)e^{-zt}} \cdot \int_0^t \xi E(t') e^{-\frac{2\beta\lambda}{z}\sigma(0)e^{-zt'}} dt' \quad (6)$$

и далее:

$$\begin{aligned} \tilde{v}_{\phi}(t) &= 2MN(0)\omega(1-\beta)\sigma(0)e^{(\gamma_0-z)t} \times e^{-\frac{(1-2\beta)+2\beta\lambda}{z}\sigma(0)t} \cdot \int_0^t \xi E(t') e^{2\beta\lambda\sigma(0)t'} dt' \approx \\ &\approx \xi \bar{E} MN(0)\omega(1-\beta) \frac{(1-e^{-2\beta\lambda\sigma(0)t})}{\beta\lambda} e^{(\gamma_0-z)t} e^{-\frac{(1-2\beta)}{z}\sigma(0)t} \end{aligned} \quad (7)$$

Здесь, как видно, основная закономерность – закон Гомперца. При этом в молодости происходит накопление повреждённых стволовых клеток с нуля с началом действия канцерогенного фактора и постепенный выход на закон Гомперца.

Если (3) поделить на (7), то в тех же приближениях относительное увеличение радиогенной ИЗ солидным раком имеет вид:

$$\begin{aligned} ERR \equiv \varepsilon_v(t_0, t) &\approx \frac{2\alpha D\sigma(0)\beta\lambda e^{2\beta\lambda\sigma(0)t_0}}{\xi \bar{E} [e^{2\beta\lambda\sigma(0)t} - 1]} = \\ &\approx \frac{2\alpha D\sigma(0)\beta\lambda e^{-2\beta\lambda\sigma(0)(t-t_0)}}{\xi \bar{E} [1 - e^{-2\beta\lambda\sigma(0)t}]} \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь видно, что в приближении $E(t') \approx \text{Const} = \bar{E}$ ERR не содержит свойств поколения, и t^0 отражает зависимость только от возраста облучения организма. Если приближение $E(t') \approx \text{Const} = \bar{E}$ не соблюдается, то возраст на момент облучения должен проявляться настолько, насколько изменяется $E(t')$. Это позволяет надеяться определить значение $2\beta\lambda\sigma(0)$ по эпидемиологическим данным.

Соответственно, в рамках уточнённой КБМ фоновая ИЗ имеет вид:

$$v_{\phi}^*(t) = 2MN(0)\omega(1-\beta^*)\sigma(0)e^{(\gamma_0-z)t} \times e^{\frac{[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)}{z}} e^{-zt} \cdot \int_0^t \xi E(t') e^{\frac{[2(\beta^*-\beta)-2\beta^*\lambda]\sigma(0)}{z}} e^{-zt'} dt \quad (9)$$

Если исходить из (4), то при $z \ll 1$ и $E(t_0) \approx \bar{E}$:

$$\begin{aligned} \tilde{v}_{\phi}^*(t) &= 2\xi \bar{E} \cdot MN(0)\omega(1-\beta^*)\sigma(0)e^{(\gamma_0-z)t} \times \\ &\times e^{-\frac{[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)t}{z}} \cdot \int_0^t \xi E(t') e^{\frac{[2\beta^*\lambda-2(\beta^*-\beta)]\sigma(0)t'}{z}} dt' = \\ &= \xi \bar{E} MN(0)\omega \frac{(1-\beta^*)}{[\beta^*\lambda - (\beta^*-\beta)]} e^{(\gamma_0-z)t} \times \\ &\times e^{-\frac{[(1-2\beta^*)+2\beta^*\lambda]\sigma(0)t}{z}} \left(e^{\frac{[2\beta^*\lambda-2(\beta^*-\beta)]\sigma(0)t}{z}} - 1 \right) = \\ &= \xi \bar{E} MN(0)\omega \frac{(1-\beta^*)}{[\beta^*\lambda - (\beta^*-\beta)]} e^{(\gamma_0-z)t} \times \\ &\times e^{-\frac{[(1-2\beta^*)]\sigma(0)t}{z}} \left(1 - e^{-\frac{[2\beta^*\lambda-2(\beta^*-\beta)]\sigma(0)t}{z}} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

Если одно из соотношений (4а) поделить на (10), то в тех же приближениях относительное увеличение радиогенной ИЗ раком имеет вид:

$$ERR \equiv \varepsilon_v(t_0, t) = \frac{2\alpha D\sigma(0)[(\beta^*-\beta)-\beta^*\lambda]}{\xi \bar{E}} \frac{e^{\frac{[2\beta^*\lambda-2(\beta^*-\beta)]\sigma(0)t_0}{z}}}{\left(e^{\frac{[2\beta^*\lambda-2(\beta^*-\beta)]\sigma(0)t}{z}} - 1 \right)} \quad (11)$$

Видно, что при $\beta^* = \beta$ соотношение (11) переходит в (8), как и должно быть.

Поскольку в модели МКРЗ для относительной радиогенной ИЗ раком $a = -0.0186 \text{ год}^{-1}$, то таково приблизительно значение $[2\beta^*\lambda - 2(\beta^*-\beta)]\sigma(0)$.

Если исходить из того, что основную часть жизни реализуется равновесное состояние популяции стволовых клеток, т.е. $\beta = 0,5$, то

$$\begin{aligned} \tilde{\Delta} v^{\text{МГО}}(D, t_0, t) &\stackrel{P \sim}{=} 2\alpha DMN(0)\omega\sigma(0) \cdot (1-\beta^*) e^{(\gamma_0-z)t} e^{[1-2\beta^*(1-\lambda)]\sigma(0)(t-t_0)} = \\ &= 2\alpha DMN(0)\omega\sigma(0) \cdot (1-\beta^*) e^{(\gamma_0-z)t} e^{-[1-2\beta^*(1-\lambda)]\sigma(0)t} e^{[1-2\beta^*(1-\lambda)]\sigma(0)t_0} \end{aligned} \quad (12)$$

и, соответственно,:

$$\begin{aligned} \tilde{v}_{\phi}^*(t) &= \xi \bar{E} MN(0)\omega \frac{(1-\beta^*)}{[1-2\beta^*(1-\lambda)]} e^{(\gamma_0-z)t} \left(1 - e^{-[1-2\beta^*(1-\lambda)]\sigma(0)t} \right) \approx \\ &\approx 2\xi \bar{E} MN(0)\omega(1-\beta^*)\sigma(0)e^{(\gamma_0-z)t} \cdot t \end{aligned} \quad (13)$$

Заключение

Дополнение квазибиологической модели радиогенной заболеваемости солидными раками [1] предположением о том, что относительная вероятность воспроизводства стволовой клетки с предраковым повреждением больше, чем здоровой клетки ($\beta^* > \beta$), позволило достичь поставленной цели – уменьшения эффекта с возрастом облучения. Структура модели не изменилась, но добавился ещё один параметр, который необходимо определять по эпидемиологическим данным (об LSS-когорте).

Однако если воспользоваться обозначениями, введёнными нами в [4] для описания моделей абсолютного и относительного увеличения ИЗ и ИС от рака, которые использовала МКРЗ [2], то абсолютное изменение ИЗ раками можно представить в виде:

$$\tilde{\Delta} * \nu^{\text{МГО}}(D, t_0, t) = A_{\Delta} e^{b_{\Delta} t} e^{a_{\Delta} t_0} \approx A_{\Delta} e^{b'_{\Delta} t} e^{a_{\Delta}(t-t_0)}$$

и фоновую ИЗ солидными раками в виде:

$$\nu_{\phi}(t) = A_{\phi} e^{b_{\phi} t} (1 - e^{-a_{\phi} t}) \approx A'_{\phi} e^{b'_{\phi} t} \cdot t$$

Таким образом, практически достаточно только трёх параметров.

По существу модель дополнилась ещё одной гипотезой относительно процесса канцерогенеза, причём не связанной с действием радиации.

В результате определение значений параметров модели фоновой ИЗ солидными раками в LSS-когорте приобретает самостоятельный интерес.

Более того, представляет самостоятельный интерес сравнение фоновой ИЗ солидными раками в LSS-когорте с аналогичной зависимостью у остальных японцев в те же годы с ИС от рака и общей ИС в LSS-когорте и у остальных японцев.

Литература

1. Губин, А.Т. Квазибиологическая модель радиогенной заболеваемости раком / А.Т. Губин, В.И. Редько, В.А. Сакович // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 23–31.

2. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) / под общ. ред. М.Ф. Киселева, Н.К. Шандалы. – М.: ООО ПКФ «Алана», 2009. – 312 с.
3. Preston D.L., Ron E., S. Tokuoka [et al.]. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958–1998. Radiat. Res., 2007, Vol. 168, pp. 1–64.
4. Губин, А.Т. Анализ обобщённых моделей радиогенного риска. Часть 1. Модели МКРЗ / А.Т. Губин, В.А. Сакович // Радиация и риск. – 2016. – Т. 25, № 4. – С. 48–62.
5. Губин, А.Т. Модель для описания вероятности летального исхода при воздействии радиации и других вредных факторов / А.Т. Губин, Е.Е. Ковалев, А.В. Сакович // Атомная энергия. – Т. 72, Вып. 6. – 1992. – С. 604–612.
6. Губин, А.Т. Нагрузочная модель радиационного риска и её модификации / А.Т. Губин, М.В. Гоголева, В.И. Редько, В.А. Сакович // Проблемы анализа риска. – 2004. – Т. 1, № 1. – С. 76–98.
7. Гаврилов, Л.А. Биология продолжительности жизни / Л.А. Гаврилов, Н.С. Гаврилова; отв. ред. В.П. Скулачев. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1991. – 280 с.
8. Губин, А.Т. Математическая модель интенсивности радиационной смертности при облучении в детском возрасте / А.Т. Губин, В.А. Сакович // Атомная энергия. – 1999. – Т. 87, Вып. 2. – С. 159–161.
9. Preston D.L., Shimizu Y., Pierce D.A. [et al.]. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and non-cancer disease mortality 1950–1997. Radiat. Res., 2003, Vol. 160, pp. 381–407.

Поступила: 13.11.2017 г.

Губин Анатолий Тимофеевич – кандидат физико-математических наук, заведующий лаборатории математического моделирования радиационных и химических воздействий Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены, Федеральное медико-биологическое агентство. **Адрес для переписки:** 123103, Россия, Москва, ул. Щукинская, д.40; E-mail: atgubin@rambler.ru

Сакович Вадим Алексеевич – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории математического моделирования радиационных и химических воздействий Научно-технического центра радиационно-химической безопасности и гигиены, Федеральное медико-биологическое агентство, Москва, Россия

Для цитирования: Губин А.Т., Сакович В.А. Дополнение квазибиологической модели радиогенной заболеваемости раком // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 53–58. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-53-58

Addition to the quasi-biological model of radiogenic cancer morbidity

Anatoly T. Gubin, Vadim A. Sakovich

Research and technical center of radiation-chemical safety and hygiene of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

Object: The purpose was to refine the quasi-biological model of the incidence of radiogenic solid cancer (published by the authors earlier in the journal "Radiation hygiene") to ensure better consistency with the Japanese cohort data and with the ICRP model in part of the description of the effect of age at exposure. Results: Initial presuppositions of a mathematical model was supplemented by the assumption that stem cells, received the "pre-cancerous" defect of DNA, with a higher probability compared to the intact cells follow the path of reproduction but not of differentiation. Structure of the refined model and its properties did not change, but one parameter was added. Analysis of the base mathematical relations of the supplemented model showed that there was no contradiction between the models of radiogenic cancer incidence presented in the Publication 103 ICRP and in the UNSCEAR 2006, despite their external differences. Conclusion: Further work with the model requires the verification of parameter values by comparison with the epidemiological data, primarily with data on the incidence of solid cancers in the Japanese cohort. However, since some of the assumptions of the model, including the new one, are not purely radiobiological, it would require analysis of a wider range of biological and cancer patterns.

Key words: mathematical models, quasi-biological model, radiation carcinogenesis, stem cells kinetics, pre-carcinogenic damage, solid cancer, morbidity, mortality, aging

References

1. Gubin A.T., Redko V.I., Sakovich V.A. Quasi-biological model of radiogenic cancer morbidity. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2015, Vol.8, №4, pp. 23-31. (in Russian).
2. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4). (in Russian).
3. Preston D.L., Ron E., S. Tokuoka [et al.]. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958–1998. *Radiat. Res.*, 2007, Vol. 168, pp. 1–64.
4. Gubin A.T., Sakovich V.A. Analysis of generalized models of radiogenic risk. Part 1. ICRP models *Radiatsiya i risk = Radiation and risk*, 2016, Vol. 25, № 4, pp. 48-62. (in Russian).
5. Gubin A.T., Kovalev E.E., Sakovich V.A. Model of the lethality probability from radiation and other hazards. *Atomnaya energiya = Atomic energy*, Vol.72, № .6, 1992, pp. 604-612. (in Russian).
6. Gubin A.T., Gogoleva V.I. Redko V.I., Sakovich V.A. Radiation Risk Load Model and its Modifications. *Problemy analiza riska = Issues of risk analysis*, 2004, Vol. 1, pp. 76-98. (in Russian).
7. Gavrilov L.A., Gavrilova N.S., Ed.: Skulachev V.P. *Biology of lifetime*. 2nd edition revised and enlarged, Moscow, Nauka, 1991, 280 p. (in Russian).
8. Gubin A.T., Sakovich V.A. Mathematical model of intensity of radiation mortality during irradiation in childhood. *Atomnaya energiya = Atomic energy*, 1999, Vol. 87, №. 2, pp. 159-161. (in Russian).
9. Preston D.L., Shimizu Y., Pierce D.A. [et al.]. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and non-cancer disease mortality 1950–1997. *Radiat. Res.*, 2003, Vol. 160, pp. 381–407.

Received: November 13, 2017

For correspondence: Anatoly T. Gubin – candidate of physical and mathematical sciences, head, laboratory of mathematical modeling of radiation and chemical exposure, scientific and technical center radiation-chemical safety and hygiene, Federal medical biological agency of Russia (Shchukinskaya str., 40, Moscow, 123103, Russia; E-mail: atgubin@rambler.ru)

Vadim A. Sakovich – doctor of physical and mathematical sciences, chief research scientist, laboratory of mathematical modeling of radiation and chemical exposure, scientific and technical center radiation-chemical safety and hygiene, Federal medical biological agency of Russia, Moscow, Russia

For citation: Gubin A.T., Sakovich V.A. Addition to the quasi-biological model of radiogenic cancer morbidity. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2017, Vol. 10, No. 4, pp.53-58. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-53-58

Anatoly T. Gubin

Research and technical center of radiation-chemical safety and hygiene of Federal medical biological agency of Russia

Address for correspondence: Shchukinskaya str., 40, Moscow, 123103, Russia; E-mail: atgubin@rambler.ru

Эндокринно-обменная патология у детей работников атомного производства

С.Ф. Соснина, П.В. Окатенко

Южно-Уральский институт биофизики, Федеральное медико-биологическое агентство России, Озёрск, Россия

Изучение отклонений в состоянии здоровья детей, чьи родители подверглись радиационному воздействию на производстве, важно для целей радиационной безопасности лиц репродуктивного возраста и их потомков. Цель исследования: анализ эндокринно-обменной патологии у потомков работников атомного производства с установленными накопленными дозами прекоцептивного внешнего гамма-облучения. Материалы и методы: проведен ретроспективный анализ данных медицинской документации 650 детей до 15-летнего возраста, 130 из которых были потомками матерей, подвергавшихся радиационному воздействию на производстве. Применены методы непараметрической статистики. Для выявления латентных факторов использован факторный анализ методом главных компонент. Результаты: диапазон прекоцептивных доз внешнего гамма-облучения матерей на гонады составил 0,09–3523,7 мГр, средняя поглощенная доза на гонады — $423,2 \pm 52,2$ мГр. Структура класса «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» среди потомков облученных и интактных матерей значимо не отличалась. В обеих группах отмечено преобладание рахита, недостаточности питания у детей раннего возраста. В структуре болезней щитовидной железы чаще всего регистрировались йододефицитные состояния без статистически значимых различий в группах. Отмечена гендерная зависимость: у девочек эндокринно-обменная патология встречалась в 1,8 раза чаще, чем у мальчиков. Среди детей облученных матерей отмечена частая встречаемость полипатий и вторичной эндокринной патологии. Факторный анализ в группе потомков работников атомного производства выделил четыре фактора, характеризующих антенатальный период у детей (19,4% дисперсии), акушерско-гинекологический анамнез (14,1% дисперсии), вредные привычки (10,6% дисперсии) и прекоцептивное облучение матерей (9,6% дисперсии). Заключение: особенности, выявленные при анализе эндокринно-обменной патологии у потомков облученных матерей, могут быть полезны для медицинского наблюдения за состоянием здоровья детей этой группы риска. Увеличение периода наблюдения и численности группы детей, чьи матери подверглись воздействию радиации на производстве, необходимо для дальнейшего эпидемиологического исследования вклада родительского облучения в постнатальную патологию у потомков.

Ключевые слова: эндокринно-обменная патология, дети, прекоцептивное облучение, ПО «Маяк», факторный анализ.

Введение

Изучение последствий родительского облучения на производстве для здоровья потомков важно для целей радиационной безопасности персонала атомных предприятий и, в частности, для обоснования эффективности защиты лиц репродуктивного возраста. Учитывая это, в международной системе радиационной безопасности защите гонад уделяется особое внимание [1]. Вопрос, насколько безопасно привлечение женского персонала детородного возраста к работам с источниками ионизирующих излучений, остается открытым из-за противоречивости молекулярно-генетических и эпидемиологических исследований.

Возможность трансгенерационной передачи геномной нестабильности в поколениях лиц, подвергшихся

воздействию радиации, показана во многих работах [2–4]. Ряд авторов также указывают на формирование хронических соматических заболеваний, в том числе эндокринной патологии, у детей, чьи родители подвергались воздействию радиации на производстве, в результате аварии на Чернобыльской АЭС, испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне [5–7]. В то же время многие исследователи не подтверждают ассоциацию между воздействием ионизирующей радиации на гонады и развитием нарушений в постнатальном развитии потомства [8, 9] и даже ставят под сомнение саму возможность регистрации трансгенерационных эффектов у потомков облученных, акцентируя внимание на роли нерадиационных факторов [10]. В связи с этим поиск эффектов радиационного воздействия, реализующихся в последующих

Соснина Светлана Фаридовна

Южно-Уральский институт биофизики.

Адрес для переписки: 456780 Челябинская область, г. Озёрск, Озёрское шоссе, 19; E-mail: sosnina@subi.su

поколениях лиц, контактировавших с источниками ионизирующих излучений на производстве, сохраняет свою актуальность.

Производственное объединение «Маяк» (ПО «Маяк») – первый промышленный объект отечественной атомной отрасли. ПО «Маяк» является градообразующим предприятием закрытого административно-территориального образования г. Озёрска. Пуск ПО «Маяк» в эксплуатацию произошел в 1948 г. В отличие от других когорт профессиональных работников атомных производств, персонал ПО «Маяк» характеризуется относительно большим удельным вкладом женщин (около 25%) [11]. Эта особенность позволяет рассматривать когорту потомков работниц ПО «Маяк» как уникальный источник для эпидемиологических исследований эффектов преемственности радиационного воздействия.

Данная работа является частью исследования состояния здоровья потомков работниц радиационно-опасного производства и посвящена анализу эндокринно-обменной патологии. Болезни эндокринной системы занимают незначительный удельный вес среди всего спектра детских заболеваний, что не соответствует тяжелым социальным последствиям и ухудшению качества жизни при данной патологии [12].

Цель исследования – анализ эндокринно-обменной патологии у потомков работниц ПО «Маяк» с установленными накопленными дозами преемственности внешнего гамма-облучения.

Материалы и методы

Ретроспективное исследование проведено на основе Детского регистра г. Озёрска, включающего лиц, родившихся в городе или приехавших в возрасте до 14 лет и проживших в городе не менее года [13]. Всего в Детском регистре зарегистрировано 4676 потомков (1948–2009 г.р.) работниц основных и вспомогательных заводов ПО «Маяк», имевших до зачатия накопленные дозы внешнего гамма-облучения на всё тело. Из них у 2927 детей оба родителя подвергались воздействию ионизирующего излучения на производстве; у оставшихся 1749 детей на ПО «Маяк» была облучена только мать.

Информация о профессиональном маршруте работников взята из Регистра персонала ПО «Маяк» [14]. Дозиметрические характеристики профессионального облучения родителей, включая индивидуальные накопленные дозы внешнего гамма-облучения на гонады, получены из «Дозиметрической системы работников Маяка-2008» [15]. Дозы внешнего гамма-облучения гонад рассчитывались методом Монте-Карло по показаниям индивидуальных дозиметров и пространственно-энергетическому распределению поля фотонного излучения на рабочем месте. В настоящей работе представлены данные дозиметрического контроля внешнего гамма-облучения работниц радиохимического и реакторного производств ПО «Маяк». Использованы значения преемственности поглощенных доз внешнего гамма-облучения на яичники.

Сведения о состоянии здоровья матерей-работниц ПО «Маяк», в том числе акушерско-гинекологический анамнез, наличие хронической патологии и вредных привычек, получены из медицинских карт персонала ПО «Маяк».

Источниками информации клинического, социального и эпидемиологического плана у потомков послужили детские амбулаторные карты (формы 112/у).

Критерии включения в исследуемую группу: 1) ребенок, рожденный в г. Озёрске в 1949–1960 гг.; 2) мать ребенка являлась работницей реакторного или радиохимического производств и имела накопленную преемственность дозу внешнего гамма-облучения на гонады; 3) годы найма матерей основной группы 1948–1957 гг.; 4) отец ребенка не имел доз преемственности профессионального облучения и не являлся переселенцем с радиоактивно загрязненных территорий, ликвидатором последствий радиационных аварий. В итоге основная группа потомков работниц ПО «Маяк» включала 130 детей (80 девочек, 50 мальчиков), подходящих под вышеуказанные критерии и имеющих медицинскую документацию.

Группа сравнения сформирована из Детского регистра г. Озёрска: к каждому ребенку из основной группы подобран контроль в соотношении 1:4 с учетом пола, года рождения детей, возраста родителей при рождении ребенка, наличия медицинской документации. Критерии включения в группу сравнения: 1) ребенок, рожденный в г. Озёрске в 1949–1960 гг.; 2) родители ребенка никогда не подвергались профессиональному облучению, не участвовали в ликвидации последствий радиационных аварий, не являлись переселенцами с радиоактивно загрязненных территорий. В итоге группа сравнения включала 520 детей (320 девочек, 200 мальчиков).

Сформированные из популяции детского населения г. Озёрска группы сопоставимы по единому уровню и качеству медицинского обслуживания, климатогеографическим условиям проживания, возможному техногенно-измененному фону.

В данной работе проанализирован Класс IV «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» (шифры E00–E90) «Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, X пересмотра» [16]. Учитывались случаи впервые зарегистрированных диагнозов у детей до 15-летнего возраста.

Статистический анализ данных проведен с помощью пакета программ STATISTICA Version 10 (StatSoft, USA). Необходимый объем выборки рассчитан с учетом уровня статистической мощности, равного 0,8. Анализируемые признаки указаны в виде средних значений (M) $\pm$ среднее квадратическое отклонение (s) при нормальном распределении. Сравнение частот проведено при помощи критерия χ^2 . Различия считали достоверными при $p < 0,05$. Для выявления латентных факторов, объясняющих соотношения между изучаемыми переменными, проведен факторный анализ методом главных компонент с последующим Varimax normalized вращением [17]. Выбор данного метода вращения объясняется более наглядной интерпретацией факторных нагрузок в сравнении с другими стратегиями вращения. Количество факторов определено по критерию Кайзера с учетом собственных значений факторов не меньше 1. В качестве значимых для интерпретации принимались факторные нагрузки $> 0,7$.

Результаты и обсуждение

Распределение потомков матерей – работниц ПО «Маяк» в зависимости от накопленной преемственности

дозы внешнего γ -облучения на гонады представлено в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что распределение потомков по дозовым интервалам материнской дозы внешнего γ -облучения на яичники достаточно равномерное. Наибольший процент потомков (20,8%) был отмечен в диапазоне доз материнского облучения 25,1–100,0 мГр. Каждый десятый ребенок был рожден матерью, имевшей накопленную дозу внешнего гамма-облучения на гонады более 1 Гр.

Матери исследуемой группы детей были наняты на ПО «Маяк» в 1948–1957 гг. В начальный период эксплуатации предприятия были зарегистрированы наиболее высокие уровни профессионального облучения работников. Средние значения накопленных прекоцептивных доз внешнего γ -облучения матерей прогрессивно снижались к концу исследуемого периода. Так, средняя доза на яичники за период 1948–1957 гг. снизилась более чем в 16 раз (с 886,6 мГр в 1948 г. до 55,3 мГр в 1957 г.).

Существенное влияние на уровни облучения оказывал не только период работы, но и тип производства. Работницы радиохимического и реакторного производств подвергались профессиональному облучению в широком диапазоне доз. Хроническая лучевая болезнь была диагностирована у 10,8% из них (14 чел.). Средняя величина прекоцептивной дозы внешнего гамма-облучения на гонады составила $423,2 \pm 52,2$ мГр. Минимальное значение поглощенной дозы на гонады до зачатия было 0,09 мГр, максимальная накопленная доза на яичники достигала 3523,7 мГр.

Несмотря на то, что в наше исследование вошли матери, работавшие на реакторном и радиохимическом производствах, для которых внешнее гамма-излучение считалось ведущим, у небольшого числа работниц, прошедших биофизическое исследование, были установлены кумулятивные дозы внутреннего альфа-облучения (от инкорпорированного Pu-239) до зачатия ребенка. Необходимо

также отметить, что у 112 потомков (86,2%) имелись сведения о дозах внутриутробного облучения, варьирующих от 0,23 до 651,4 мГр, средняя доза $65,7 \pm 10,2$ мГр, т.к. матери продолжали подвергаться радиационному воздействию на ранних сроках беременности.

Анализ возможного влияния антенатального и внутреннего альфа-облучения на индукцию эндокринно-обменной патологии у детей нам представляется не менее важным, чем изучение влияния внешнего гамма-облучения гонад. Однако в данном исследовании эти вопросы не освещаются из-за недостаточной статистики и будут рассмотрены отдельно.

Важно отметить, что нормативная база регламентирования облучения в производственных условиях изменялась со становлением атомной промышленности и сменой взглядов на радиационные биологические эффекты. Среднегодовые пределы облучения профессионалов в отечественных и международных регламентах последовательно снижались. Так, при рассмотрении динамики основного предела дозы у профессионалов, согласно отечественным нормативам, обращает на себя внимание, что если в 1948 г. официальный дозовый предел годового облучения составлял 300 мЗв в год, то уже в 1960 г. он весомо уменьшился до 50 мЗв в год [18]. В связи с этим наблюдаемые нами уровни прекоцептивного облучения женского персонала ПО «Маяк» 1948–1957 гг. найма объясняются не только отсутствием опыта работы с источниками ионизирующих излучений, несовершенной технологией и предельно ограниченными сроками для выполнения государственных оборонных задач, но и эволюцией представлений о безопасных уровнях радиационного воздействия.

В обеих группах детей был проведен анализ преморбидного фона, включая данные о гестационном возрасте, антропометрических параметрах новорожденных, акушерско-гинекологическом анамнезе матерей.

В группе потомков работниц ПО «Маяк» 101 ребенок (77,7%) родился доношенным, в группе сравнения от до-

Таблица 1

Распределение потомков в зависимости от накопленной прекоцептивной дозы внешнего γ -облучения на гонады матери

[Table 1]

Distribution of the offspring depending on the accumulated preconceptive dose of external γ -irradiation on mother gonads

Дозовый интервал, мГр [Dose range, mGy]	Основная группа в целом [Total study group] (n=130)			Мальчики [Boys] (n=50)			Девочки [Girls] (n=80)		
	Абс. [Abs]	%	Средняя доза, мГр [average dose, mGy]	Абс. [Abs]	%	Средняя доза, мГр [average dose, mGy]	Абс. [Abs]	%	Средняя доза, мГр [average dose, mGy]
0,01–25,0	23	17,7	11,9	7	14,0	14,2	16	20,0	10,9
25,1–100,0	27	20,8	59,4	9	18,0	64,9	18	22,5	56,6
100,1–250,0	18	13,8	164,4	9	18,0	168,1	9	11,3	160,7
250,1–500,0	24	18,5	352,8	7	14,0	373,6	17	21,2	344,2
500,1–1000,0	23	17,7	695,2	12	24,0	657,7	11	13,7	736,2
>1000,0	15	11,5	1715,2	6	12,0	1706,5	9	11,3	1720,9
Всего	130	100	423,2	50	100	458,9	80	100	400,9

ношенной беременности родились 393 ребенка (75,6%, $p>0,05$); указания на недоношенность были у 4 (3,1%) новорожденных основной группы и 10 (1,9%) новорожденных группы сравнения ($p>0,05$). Многоплодие имело только в группе сравнения – 6 случаев (1,1%), все потомки облученных матерей родились от одноплодных беременностей. Нормально протекавшие роды описаны в 103 (79,2%) наблюдениях в основной группе и 403 (77,5%, $p>0,05$) в группе сравнения. Патологический характер родов и оперативные роды кесаревым сечением отмечены у 4 (3,1%) детей основной группы и 10 (1,9%) детей группы сравнения ($p>0,05$).

Распределение по порядковому номеру беременности в исследуемых группах статистически значимо различалось: в группе потомков работниц ПО «Маяк» отмечено преобладание повторнородящих матерей (44 женщины, 33,8%), в группе сравнения их было 127 (24,4%), $p<0,05$). Средний возраст матери при рождении ребенка составил 25,6 лет (25,7 лет в группе сравнения). Антропометрические показатели у новорожденных обеих групп в целом статистически значимо не различались.

Анализ вредных привычек у матерей – персонала ПО «Маяк» показал, что доля курящих матерей составила всего 3,8% (5 чел.), подавляющее большинство женщин – 90,8% (118 чел.) отрицали табакокурение, для оставшихся 5,4% (7 чел.) статус курения не был известен. Случаев хронического алкоголизма не зарегистрировано: 63,9% (83 чел.) алкоголь не употребляли совсем, 9,2% (12 чел.) – употребляли мало, 11,5% (15 чел.) – умеренно, 4,6% (6 чел.) – много. Для 10,8% (14 чел.) матерей анализируемой группы сведений об употреблении алкоголя не было.

Отягощенный акушерско-гинекологический анамнез в виде аборт, острой и хронической гинекологической патологии до зачатия ребенка был выявлен у каждой пятой матери в основной группе потомков. Случаев мертворождений не было.

Согласно сведениям из амбулаторных карт матерей – работниц ПО «Маяк», хронические соматические заболевания, представленные чаще всего хронической патологией желудочно-кишечного тракта, бронхо-легочными заболеваниями, хроническим тонзиллитом, были отмечены у 68 (52,3%) женщин.

Эндокринная патология диагностирована до зачатия ребенка у 21 матери (16,2%), и в большинстве случаев была представлена заболеваниями щитовидной железы. Доля диффузного увеличения щитовидной железы среди них составляла 66,7% (14 случаев). Среди матерей исследуемой группы потомков зарегистрировано 6 случаев тиреотоксикоза.

Структура патологии, согласно классу IV «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ», среди детей исследуемых групп представлена на рисунке.

Ведущими нозологическими формами в обеих группах были недостаточность питания (шифры E40–E44) и недостаточность витамина D (шифры E55), характерные для детей раннего возраста в обеих группах. Анализ недостаточности питания показал, что данное состояние чаще всего регистрировалось как вторичное среди детей до трехлетнего возраста, особенно из группы длительно и часто болеющих детей как следствие частых респираторных заболеваний.

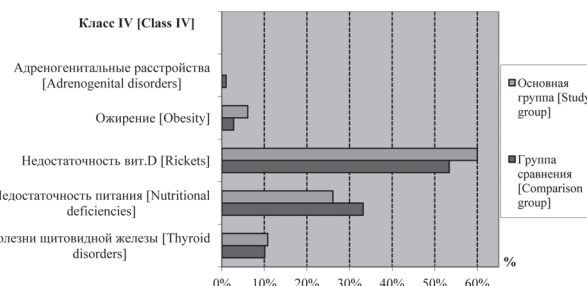


Рис. Структура Класс IV «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» в исследуемых группах

[Fig. Structure of the Class IV “Endocrine, nutritional and metabolic diseases” in the investigated groups]

Интересно отметить, что если в настоящее время рост распространенности ожирения среди детей и подростков приобретает характер эпидемии [19], то среди 650 детей исследуемых групп 1949–1960 г.р. выявлено всего 9 случаев ожирения (около 3% в каждой группе, $p>0,05$). Адреногенитальное расстройство диагностировано у 1 ребенка в группе сравнения.

Среди всех болезней щитовидной железы ведущее место занимали патологические состояния, связанные с нарушением её функции вследствие снижения потребления йода (шифры E01) без статистически значимых различий в группах ($p>0,05$). Чаще эта нозология встречалась среди девочек: в группе сравнения в 2 раза чаще, чем у мальчиков (17 случаев против 8, $p>0,05$), в основной группе все 7 случаев были диагностированы у девочек. Йододефицитные состояния относятся к числу наиболее распространенной неинфекционной патологии человека [12]. В группе потомков лиц, не имевших профессиональных контактов с источниками радиации, диагностирован 1 случай тиреотоксикоза. Случаев рака щитовидной железы среди детей до 15-летнего возраста в обеих группах не выявлено.

Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ в целом у девочек встречались в 1,8 раз чаще, чем у мальчиков (соотношение выявленной патологии по полу в основной группе – 1,83, в группе сравнения – 1,84 с преобладанием девочек).

В группе потомков облученных матерей отмечено частое сочетание эндокринной патологии одновременно с двумя и более патологиями других органов и систем. Вторичные эндокринопатии могут развиваться как осложнения разных заболеваний [20]. Наиболее часто полипатии включали в себя хроническую патологию желудочно-кишечного тракта, воспалительные полиартропатии и болезни органов дыхания.

В структуре класса заболеваний «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» у детей до 15-летнего возраста в обеих группах не было зарегистрировано аутоиммунной патологии, нарушений регуляции глюкозы и внутренней секреции поджелудочной железы, что не исключает их манифестации в старшем возрасте.

Для выявления латентных факторов, объясняющих соотношения между изучаемыми переменными, в основ-

ной группе детей был проведен факторный анализ методом главных компонент с вращением Varimax normalized (табл. 2).

В группе потомков матерей – персонала ПО «Маяк» среди 13 характеристик выделено четыре комплексных независимых фактора. Общая доля объясненной дисперсии составила 53,7%. Наиболее значимым был фактор, характеризующий гестационный возраст ребенка и наличие многоплодия (факторные нагрузки 0,91 и 0,89 соответственно), – 19,4% общей дисперсии. Второй фактор, включающий в себя возраст матери при рождении ребенка и паритет беременностей и аборт, составлял 14,1% общей дисперсии. В третьем факторе наибольшую нагрузку несли переменные, характеризующие вредные привычки матери, – употребление алкоголя и курение, объясняя 10,6% общей дисперсии. Наименьший вклад в дисперсию (9,6%) вносил фактор, включающий в себя данные по дозам прекоцептивного облучения и наличия у матери установленного до зачатия ребенка диагноза хронической лучевой болезни. При этом факторные нагрузки переменных «Доза на гонады» и «Хроническая лучевая болезнь у матери» были достаточно высокими (0,67 и 0,59 соответственно).

Для сравнения факторный анализ с использованием тех же методик был проведен в группе детей необлученных матерей. В итоге в группе сравнения было извлечено два фактора с общей долей объясненной дисперсии 64,1%. Первый фактор, включающий гестационный возраст ребенка и наличие многоплодия, объяснял 38,5% общей дисперсии (величины факторных нагрузок по 0,91). Второй фактор был связан с паритетом беременностей и возрастом матери при рождении ребенка (факторные нагрузки 0,87 и 0,75 соответственно). Доля дисперсии, приходящейся на второй фактор, составила 25,6%.

Интересно отметить, что в группе потомков работниц ПО «Маяк» после исключения переменных, описывающих прекоцептивное облучение на производстве и факт диагностики хронической лучевой болезни у матери, факторное решение было аналогично группе сравнения: оставались значимыми вклады переменных, характеризующих акушерский анамнез матери и антенатальный период потомков в обеих группах, объясняя более 2/3 общей дисперсии (68,1%).

Таким образом, факторный анализ методом главных компонент позволил выявить латентные факторы, объясняющие связи между наблюдаемыми признаками в группе детей работниц ПО «Маяк».

Результаты факторного анализа в основной группе детей

Таблица 2

The results of factor analysis in the study group of children

[Table 2]

Переменные [Variables]	Factor – 1	Factor – 2	Factor – 3	Factor – 4
Возраст матери при рождении ребенка [Maternal age at childbirth]	-0,142	0,736	0,009	0,107
Число предыдущих беременностей [The number of previous pregnancies]	0,017	0,913	-0,015	-0,128
Жилищные условия семьи [The living conditions of the family]	0,411	-0,08	0,412	-0,185
Гинекологический анамнез матери [Maternal gynecological anamnesis]	0,247	-0,067	0,131	0,382
Число предыдущих аборт [The number of previous abortions]	0,39	0,766	-0,014	-0,053
Течение настоящей беременности [Gestation course]	0,196	0,231	0,115	0,128
Хронические соматические заболевания матери [Maternal chronic somatic diseases]	-0,208	0,154	0,174	0,447
Гестационный возраст [Gestational age]	0,913	0,028	0,0004	0,161
Многоплодие [Multifetation]	0,888	0,170	0,044	0,042
Употребление алкоголя матерью [Alcohol drinking habits]	0,045	0,033	0,742	0,185
Курение матери [Maternal Smoking]	0,009	0,036	0,828	-0,052
Хроническая лучевая болезнь у матери [Maternal chronic radiation sickness]	0,118	-0,03	-0,002	0,587
Доза на гонады* [The doses to the gonads*]	0,004	0,007	-0,132	0,669
Expl.Var	2,12	2,085	1,49	1,28
Prp.Totl	0,16	0,16	0,114	0,098

* – накопленные поглощенные дозы внешнего γ -облучения матери.

[* – accumulated absorbed doses of external maternal γ -irradiation].

Заключение

Выявление отклонений постнатального развития потомков, чьи родители подверглись радиационному воздействию на производстве, важно для целей диспансеризации детей этой группы риска и для нормирования доз техногенного облучения лиц репродуктивного возраста.

Сравнительный анализ эндокринно-обменной патологии у потомков работниц ПО «Маяк» с группой детей от необлученных матерей показал следующее:

1. Отсутствие значимых различий в частоте и структуре эндокринно-обменной патологии с группой детей от интактных матерей. В структуре класса «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» наиболее частыми нозологическими формами в обеих группах были недостаточность питания (шифры E40–E64) и недостаточность витамина D (шифр E55), характерные для детей раннего возраста.

2. Ведущими среди болезней щитовидной железы были йододефицитные состояния (шифр E01) без статистически значимых различий в группах.

3. Отмечены гендерные различия: в обеих группах эндокринно-обменная патология у девочек встречалась в 1,8 раз чаще, чем у мальчиков.

4. Среди детей облученных матерей отмечена частая встречаемость полипатий и вторичной эндокринной патологии.

5. Факторный анализ в группе потомков работниц атомного производства выделил четыре фактора, характеризующих антенатальный период у детей (19,4% дисперсии), акушерско-гинекологический анамнез (14,1% дисперсии), вредные привычки (10,6% дисперсии) и прекоцептивное облучение матерей (9,6% дисперсии). После исключения переменных, характеризующих прекоцептивное облучение матерей на производстве, факторное решение в сравниваемых группах значимо не различалось.

Несмотря на то, что наше исследование проведено на достаточной по объему выборке с учетом допустимой статистической мощности, мы рассматриваем полученные результаты как предварительные. Для окончательных выводов по вкладу материнского облучения в развитие эндокринно-обменной патологии у потомков планируется увеличение группы детей работниц радиационно-опасного производства и периода наблюдения за ними. Расширение группы наблюдаемых позволит не только увеличить статистическую мощность исследования, но и оценить значимость различных видов облучения при сочетанном пролонгированном радиационном воздействии.

Литература

- Ермалицкий, А.П. Развитие современной системы защиты гонад и плода в международных рекомендациях (МКРЗ) и отечественных нормах радиационной безопасности / А.П. Ермалицкий, А.М. Лягинская // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2012. – Т.57, № 4. – С. 5–12.
- Безлепкин, В.Г. Отдаленные и трансгенерационные молекулярно-генетические эффекты пролонгированного воздействия ионизирующей радиации у работников предприятия ядерной промышленности / В.Г. Безлепкин [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2011. – Т. 51, № 1. – С. 20–32.
- Балева, Л.С. Цитогенетические эффекты и возможности их трансгенерационной передачи в поколениях лиц, проживающих в регионах радионуклидного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС / Л.С. Балева [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – № 3. – С. 87–94.
- Сипягина, А.Е. Характеристика соматического здоровья детей из семей облученных в результате аварии на ЧАЭС родителей / А.Е. Сипягина, Л.С. Балева, И.И. Сусков // Медико-биологические эффекты действия радиации: тез. док. междунар. конф., Москва, 10–11 апреля 2012 г. – М., 2012. – С. 22.
- Дударева, Ю.А. Внутритрубно программирование здоровья потомков, как следствие повреждающего радиационного воздействия / Ю.А. Дударева, В.А. Гурьева, Е.В. Мегрелидзе // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». – 2017. – Т. 19, № 10. – С. 59–61.
- Балева, Л.С. Морфофункциональные изменения щитовидной железы у детей, облученных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, и детей-потомков облученных родителей / Л.С. Балева [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2012. – Т. 7, № 4. – С. 13–16.
- Пивина, Л.М. Характеристика коморбидной эндокринной и сердечно-сосудистой патологии у потомков лиц, подвергшихся радиационному воздействию / Л.М. Пивина [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2013. – № 4. – С. 17–19.
- Draper G. Preconception exposures to potential germ-cell mutagens. Radiat. Prot. Dosimetry, 2008, Vol. 132, No 2, pp. 241–245.
- Kodaira M. [et al.]. No evidence of increased mutation rates at microsatellite loci in offspring of A-bomb survivors. Radiat. Res., 2010, Vol. 173, No 2, pp. 205–213.
- Котеров, А.Н. Дети участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Сообщение 1. Оценка принципиальной возможности зарегистрировать радиационные эффекты / А.Н. Котеров, А.П. Бирюков // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2012. – Т. 57, № 1. – С. 58–79.
- Кошурникова, Н.А. Характеристика когорт работников атомного предприятия ПО «Маяк» (часть II) / Н.А. Кошурникова [и др.] // Вопросы радиационной безопасности. – 1998. – № 3. – С. 48–58.
- Ширяева, Л.В. Эндокринная патология и её последствия в детском возрасте / Л.В. Ширяева, Д.И. Зелинская // Детская больница. – 2011. – № 3. – С. 50–55.
- Кошурникова, Н.А. Характеристика регистра лиц, проживающих в детском возрасте вблизи ПО «Маяк» / Н.А. Кошурникова [и др.] // Мед. радиология и радиац. безопасность. – 2003. – № 2. – С. 27–34.
- Koshurnikova N.A. Characteristics of the cohort of workers at the Mayak nuclear complex. Radiat Res., 1999, Vol. 152, No 4, pp. 352–363.
- Vasilenko E. [et al.]. Mayak Worker Dosimetry Study: an Overview. Health Physics, 2007, Vol. 93, No 3, pp. 190–206.
- Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятый пересмотр (МКБ-X), Том 1. – М.: Медицина, 1998. – 741 с.
- Бурева, Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «Statistica» / Н.Н. Бурева. – Ниж. Новгород: Нижний Новгород, 2007. – 112 с.
- Онищенко, Г.Г. Комментарии к Нормам радиационной безопасности (НРБ – 99/2009) / Г.Г. Онищенко [и др.]. – СПб.: НИИРГ, 2012. – 216 с.
- Витебская, А.В. Ожирение и его осложнения в педиатрической практике / А.В. Витебская, К.В. Пятницкая // Сеченовский вестник. – 2016. – № 2 (24). – С. 4–7.
- Витебская, А.В. Вторичные эндокринопатии: перспективное направление в детской эндокринологии / А.В. Витебская // Доктор.Ру. – 2013. – № 9 (87). – С. 26–29.

Поступила: 16.10.2017 г.

Соснина Светлана Фаридовна – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории радиационной эпидемиологии Южно-Уральского института биофизики Федеральное медико-биологическое агентство России, Озёрск, Россия. **Адрес для переписки:** 456780 Челябинская область, г. Озёрск, Озёрское шоссе, 19. E-mail: sosnina@subi.su

Окатенко Павел Викторович – руководитель группы компьютерного и программного обеспечения лаборатории радиационной эпидемиологии Южно-Уральского института биофизики Федеральное медико-биологическое агентство России, Озёрск, Россия.

Для цитирования: Соснина С.Ф., Окатенко П.В. Эндокринно-обменная патология у детей работниц атомного производства // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 59-66.

DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-59-66.

Endocrine-metabolic pathology in children of female workers on nuclear industry enterprise

Svetlana F. Sosnina, Pavel V. Okatenko

Southern Urals Biophysics Institute of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Ozyorsk, Russia

The study of deviations in health status of children whose parents were exposed to radiation on production enterprise is important for radiation safety of people of reproductive age and their subsequent generations. The purpose of the study: the analysis of endocrine-metabolic pathology in the offspring of female workers of nuclear production, which had accumulated preconceptual doses of external gamma-irradiation. Material and methods: Retrospective data analysis of medical records of 650 children under 15 years old was carried out, 130 of whom were the offspring of mothers exposed to radiation in the workplace. Methods of nonparametric statistics were applied. To identify latent factors, factor analysis by the main component method was used. Results: The range of preconceptive doses of external gamma irradiation to mothers' gonads was 0.09–3523.7 mGy, the average absorbed dose for gonads was 423.2±52.2 mGy. The structure of the class «Endocrine, nutritional and metabolic diseases» among the descendants of irradiated and intact mothers did not significantly differ. There was predominance of rickets, malnutrition among infants in both groups. Iodine-deficiency-related thyroid disorders were most frequently recorded in the structure of thyroid gland diseases without statistically significant differences in the groups. The gender dependence was noted: endocrine-metabolic pathology occurred in girls by 1.8 times more often than among boys. Frequent occurrence of polypathies and secondary endocrine pathology were indicated in the group of children of irradiated mothers. Factor analysis in study group identified four factors characterizing the antenatal period in children (19.4% of the variance), obstetric-gynecologic anamnesis (14.1% of the variance), mothers' bad health habits (10.6% of the variance) and preconceptional external gamma-radiation exposure of female workers (9.6% of the variance). Conclusion: The features identified in the analysis of endocrine-metabolic pathology in offspring of irradiated mothers may be useful for medical monitoring of children health status in this risk group. Increase in the observation period and in the number of children whose mothers were exposed to radiation in the workplace is necessary for further epidemiological study of the parental exposure contribution to postnatal pathology in the offspring.

Key words: Endocrine-metabolic pathology, children, preconceptual exposure, PA Mayak, factor analysis.

References

1. Ermalitskiy A.P., Lyaginskaya A.M. Development of a Modern System of Protection of Gonads and Fetus in International Recommendations (ICRP) and Domestic Radiation Safety Standards. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* = Medical radiology and radiation safety, 2012, Vol. 57 (4): 5–12 (In Russian).
2. Bezlepkin V.G. [et al.]. Delayed and Transgenerational Molecular and Genetic Effects of Prolonged Influence of Ionizing Radiation in Nuclear Plant Workers. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* = Radiation biology. Radioecology, 2011, Vol. 51 (1): 20–32 (In Russian).
3. Baleva L.S. [et al.]. Cytogenetic effects and possibilities of their transgenerational transfer in the generations of persons living in radionuclide polluted areas after the Chernobyl accident. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii* = Russian Bulletin of perinatology and pediatrics, 2016, 3: 87–94 (In Russian).
4. Sipyagina A.E., Baleva L.S., Suskov I.I. Characteristics of somatic health of children from families irradiated as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Medico-biological effects of radiation: Conference Proceeding*. 2012 April 10–11, Moscow, 2012, 22 p. (In Russian).
5. Dudareva Ju.A., Guryeva V.A., Megrelidze E.V. Fetal programming of the descendants' health as the consequence of the damaging radiation effect. *Zdorovye i obrazovanie v XXI veke* = Health and Education millennium, 2017; Vol. 19 (10): 59–61 (In Russian).

Svetlana F. Sosnina

Southern Urals Biophysics Institute.

Address for correspondence: Ozerskoe shosse, 19, Ozersk 456780, Chelyabinsk region, Russia; E-mail: sosnina@subi.su

6. Baleva L.S. [et al.]. Morphofunctional changes of the thyroid gland in children exposed to x-rays as a result of the Chernobyl nuclear power plant accident and children born by exposed parents. *Voprosy prakticheskoy pediatrii* = Clinical Practice in Pediatrics, 2012; Vol. 7 (4): 13-16 (In Russian).
7. Pivina L.M. [et al.]. Characteristics of comorbid cardiovascular and endocrine pathology in the offspring of the people exposed to radiation. *Nauka i zdravookhranenie* = Science & Healthcare, 2013; 4: 17-9 (In Russian).
8. Draper G. Preconception exposures to potential germ-cell mutagens. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 2008, 132 (2): 241-5.
9. Kodaira M. [et al.]. No evidence of increased mutation rates at microsatellite loci in offspring of A-bomb survivors. *Radiat. Res.*, 2010, 173(2): 205-13.
10. Koterov A.N., Biryukov A.P. The Offspring of Liquidators of Chernobyl Atomic Power Station Accident 1. The Estimation of the Basic Opportunity to Register of Radiation Effects. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* = Medical radiology and radiation safety, 2012; Vol. 57 (1): 58-79 (In Russian).
11. Koshurnikova N.A. [et al.]. Description of the Cohort of the Nuclear Industry Enterprise «Mayak» PA (Part II). *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti* = Radiation Safety Problems, 1998; Vol. 3: 48-58 (In Russian).
12. Shiryayeva L.V., Zelinskaya D.I. Endocrine pathology and its consequences in childhood. *Detskaya bolnitsa* = Children Hospital, 2011; 3: 50-55 (In Russian).
13. Koshurnikova N.A. [et al.]. Characteristics of the Registry of People WHO Lived near Mayak PA as Children. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* = Medical radiology and radiation safety, 2003; 2: 27-34 (In Russian).
14. Koshurnikova N.A. [et al.]. Characteristics of the cohort of workers at the Mayak nuclear complex. *Radiat Res.*, 1999, Vol.152 (4): 352-63.
15. Vasilenko E.K. [et al.]. Mayak Worker Dosimetry Study: an Overview. *Health Physics*, 2007, Vol. 93(3): 190-206.
16. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision (ICD-X), Vol. 1. Moscow. *Meditsina* = Medicine, 1998, 741 p. (In Russian).
17. Bureeva N.N. Multivariate statistical analysis using the «Statistica» software package. *Nizhniy Novgorod*, 2007, 112 p. (In Russian).
18. Onishchenko G.G. [et al.]. Comments to Standards of radiation safety (NRB – 99/2009). Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Saint-Petersburg, 2012, 216 p. (In Russian).
19. Vitebskaya A.V., Pyatnitskaya K.V. Obesity Complications in Pediatric Practice. *Sechenovskiy vestnik* = Sechenovsky Vestnik, 2016; 2(24): 4-7 (In Russian).
20. Vitebskaya A.V. Secondary Endocrine Disorders: Developing a Promising Subspecialty in Pediatric Endocrinology. *Doktor. Ru*, 2013; 9 (87): 26-9 (In Russian).

Received: October 16, 2017

For correspondence: Svetlana F. Sosnina – Candidate of Medical Science, Researcher, Radiation Epidemiology Laboratory, Southern Urals Biophysics Institute of the Federal Medical and Biological Agency of Russia (Ozerskoe shosse, 19, Ozersk 456780, Chelyabinsk region, Russia; E-mail: sosnina@subi.su)

Pavel V. Okatenko – Head, Computer and Software Group, Radiation Epidemiology Laboratory, Southern Urals Biophysics Institute of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Ozersk, Russia

For citation: Sosnina S.F., Okatenko P.V. Endocrine-metabolic pathology in children of female workers on nuclear industry enterprise. Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No 4, pp. 59-66. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-59-66.

Проблемы использования минимально значимой активности для регулирования обращения с закрытыми радионуклидными источниками гамма-излучения

А.Н. Барковский, В.П. Рамзаев, И.К. Романович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрено нормативное обеспечение процедуры освобождения обращения с радионуклидными источниками ионизирующего излучения от контроля. Отмечена противоречивость существующего набора действующих критериев освобождения, приводящая в ряде случаев к парадоксальным ситуациям. Показано, что значения минимально-значимой активности, определенные в НРБ-99/2009 и в международных основных нормах безопасности МАГАТЭ, существенно завышены (по сравнению с активностью точечного источника, создающей мощность Ambientного эквивалента дозы 1 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м) для целого ряда наиболее широко используемых гамма-излучающих радионуклидов, в том числе для ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{75}Se , ^{152}Eu и ^{154}Eu . Предлагается пересмотреть действующие значения минимально значимой активности, приведя их в соответствие с критерием освобождения закрытых радионуклидных источников гамма-излучения по мощности дозы, и представить их с одной значащей цифрой. Предложены скорректированные значения минимально значимой активности семи радионуклидов для использования при переработке норм радиационной безопасности.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, радионуклид, закрытый источник, открытый источник, освобождение от контроля, минимально значимая активность.

Введение

В настоящее время радионуклидные источники ионизирующего излучения (ИИИ) широко применяются в промышленности, науке, медицине и в повседневной жизни. При этом, в зависимости от их потенциальной опасности [1], определяемой используемым радионуклидом, его активностью и типом источника (открытый, закрытый) [2], обращение с радионуклидными источниками ИИИ подлежит

регулированию. В данной статье рассматриваются технологические радионуклидные источники гамма-излучения, применяемые для калибровки и поверки измерительных приборов, облучения различных объектов в науке, медицине и промышленности, а также в составе различных приборов.

При решении вопроса о возможности освобождения радионуклидного ИИИ от контроля можно руководствоваться п. 1.4 НРБ-99/2009¹ либо п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2010².

¹ Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 г. № 47 (зарегистрированы Минюстом России от 14.08.2009 г., регистрационный № 14534) [Sanitary Norms and Regulations SanPiN 2.6.1.2523-09 "Norms of Radiation Safety (NRB-99/2009)" approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 07.07.2009 No. 47 (registered by the Ministry of Justice of Russia dated 14.08.2009 registration No. 14534)].

² Санитарные правила СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 г. № 40 (зарегистрированы Минюстом России 11.08.2010 г., регистрационный № 18115) с изменением № 1, утвержденным постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.09.2013 № 43 (зарегистрировано Минюстом России 05.11.2013 регистрационный № 30309) [Sanitary rules SP 2.6.1.2612-10 "Basic Sanitary Rules for Ensuring Radiation Safety (OSPORB-99/2010)", approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 40 of April 26, 2010 (registered by the Ministry of Justice of Russia on 11.08.2010 registration No. 18115) with change No. 1, approved by the resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 43 of September 16, 2013 (registered by the Ministry of Justice of Russia on 05.11.2013 registration No. 30309)].

Барковский Анатолий Николаевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru

В соответствии с п. 1.4 НРБ-99/2009 освобождаются от контроля ИИИ, создающие при любых условиях обращения с ними индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв. К таким источникам относятся, в частности, радионуклидные ИИИ, активность которых не превышает МЗА. Таким образом, при активности радионуклида в источнике меньше МЗА обращение с ним освобождается от контроля. Данное условие относится как к закрытым, так и к открытым радионуклидным ИИИ.

С другой стороны, в соответствии с п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2010 изделия, содержащие радионуклидные источники гамма-излучения, освобождаются от контроля, если мощность AMBIENTного эквивалента дозы в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от поверхности изделия не превышает 1,0 мкЗв/ч и обеспечена надежная герметизация радиоактивного содержимого при всех возможных режимах эксплуатации. Данные условия справедливы и для самих радионуклидных ИИИ, но с учетом последнего требования – только для закрытых радионуклидных ИИИ.

Таким образом, освобождение закрытого радионуклидного источника гамма-излучения от контроля может проводиться по двум основаниям: активность меньше МЗА или мощность дозы на расстоянии 0,1 м не превышает 1,0 мкЗв/ч. Естественно было бы рассчитывать на то, чтобы оба эти условия были эквивалентны друг другу. Потенциальная радиационная опасность открытого радионуклидного ИИИ выше, чем закрытого, поскольку при одинаковой активности они создают одинаковое внешнее облучение, но открытый источник может дополнительно создавать и внутреннее облучение. Поэтому ограничение по МЗА, относящееся и к закрытым, и к открытым радионуклидным ИИИ, должно быть жестче, чем ограничение по мощности дозы, относящееся только к закрытым радионуклидным ИИИ.

Но на практике это оказывается совсем не так. Для многих гамма-излучающих радионуклидов, используемых в практической деятельности в составе закрытых радионуклидных источников гамма-излучения, ограничение по мощности дозы оказывается значительно жестче, чем ограничение по МЗА [3].

Аналогичная ситуация имеет место и в международных рекомендациях, и значения МЗА для радионуклидов, принятые в НРБ-99/2009, соответствуют значениям МЗА, принятым в международных основных нормах безопасности МАГАТЭ [4].

Цель исследования – проанализировать имеющиеся противоречия в численных критериях освобождения закрытых радионуклидных источников гамма-излучения от контроля и сформулировать предложения по возможным путям разрешения выявленных противоречий.

Материалы и методы

Для ряда наиболее часто используемых на практике радионуклидов авторами были проведены расчеты мощности кермы гамма-излучения в воздухе на расстоянии 0,1 м от точечных изотропных радионуклидных ИИИ, активность которых равна установленному для данного радионуклида значению МЗА. Выбор точечного источника для проведения расчетов определялся тем, что используемые на практике закрытые радионуклидные источники,

как правило, имеют малые размеры и хорошо описываются моделью точечного источника. Кроме того, при фиксированной активности радионуклида мощность дозы на фиксированном расстоянии максимальна именно для точечного источника [5]. При проведении расчетов использовались данные публикации ICRP 107 [6] и значения МЗА, приведенные в Приложении 4 к НРБ-99/2009. При вычислении мощности дозы для ^{137}Cs использовали значение коэффициента, приведенного для дочернего короткоживущего продукта $^{137\text{m}}\text{Ba}$. Выход $^{137\text{m}}\text{Ba}$ при распаде ^{137}Cs принят равным 94,4%. Поскольку в публикации ICRP 107 [6] дозовые коэффициенты даны для кермы, а требования ОСПОРБ-99/2010 относятся к значению мощности AMBIENTного эквивалента дозы, численные значения которых заметно различаются [7], при проведении расчетов использовались факторы перехода от мощности кермы к мощности AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения из Таблицы А.21 публикации ICRP 74 [8].

Мощность AMBIENTного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ (мкЗв/ч) на расстоянии R (м) от точечного изотропного источника гамма-излучения активностью C (МБк) рассчитывалась с использованием следующего выражения [9]:

$$\dot{H}^*(10) = \frac{k \times \eta \times C}{R^2}, \quad (1)$$

где: k – дозовый коэффициент, (мкГр×м²)/(МБк×ч) [6]; η – коэффициент перехода от кермы к AMBIENTному эквиваленту дозы, Зв/Гр [8].

Для R = 0,1 м, выражение (1) принимает вид:

$$\dot{H}^*(10) = 100 \times k \times \eta \times C, \quad (2)$$

На основе полученных результатов оценивалась активность гамма-излучающих радионуклидов, при которой мощность AMBIENTного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от источника равна 1,0 мкЗв/ч.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены рассчитанные значения мощности AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД_г) на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника, активность которого равна МЗА, для некоторых наиболее часто используемых в практической деятельности радионуклидов. Там же для этих радионуклидов приведены значения МЗА, периоды полураспада и средние энергии гамма-излучения [6].

Как видно из приведенных в таблице 1 данных, для ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{75}Se , ^{152}Eu и ^{154}Eu значения МАЭД_г более чем на порядок превышают 1,0 мкЗв/ч; максимальное значение – 33 мкЗв/ч имеет место для ^{22}Na . Данный радионуклид создает мощность дозы на 1 Бк активности почти такую же, как ^{60}Co , и в 3 с лишним раза больше, чем ^{137}Cs . Дозовый коэффициент для перорального поступления с пищей (приложение 2 к НРБ-99/2009) для ^{22}Na ($1,5 \times 10^{-8}$ Зв/Бк) мало отличается от соответствующих величин для ^{137}Cs ($1,3 \times 10^{-8}$ Зв/Бк) и ^{60}Co ($2,7 \times 10^{-8}$ Зв/Бк). Тем не менее, установленное значение МЗА для ^{22}Na на 2 порядка выше, чем для ^{137}Cs , и на порядок выше, чем для ^{60}Co . Даже для ^{24}Na , имеющего период полураспада всего 15 ч, установленное значение МЗА на порядок меньше, чем для ^{22}Na . С другой стороны, значения МЗА для ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{192}Ir представляются существенно заниженными по сравнению с активностью точечного источника, создающей

Таблица 1

Характеристики наиболее часто используемых на практике гамма-излучающих радионуклидов и результаты вычислений МАЭД₁ и МЗА₁

[Table 1]

Characteristics of gamma-emitting radionuclides most commonly used in practice and the results of calculations of ADER₁, ADER₂, A₁ and A₂

Радионуклид [Radionuclide]	Период полураспада [Half-life]	Средняя энергия γ-излучения, МэВ [Average energy of γ-radiation, MeV]	МЗА, кБк [Exempt activity, kBq]	$k,$ $\frac{\text{мкГр} \times \text{м}^2}{\text{МБк} \times \text{ч}}$ $[\frac{\mu\text{Gy} \times \text{м}^2}{\text{MBq} \times \text{h}}]$	$\eta,$ Зв/Гр [Sv/Gy]	МАЭД ₁ [*] (МАЭД ₂ ^{**}), мкЗв/ч [ADER ₁ [*] (ADER ₂ ^{**}), μSv/h]	A ₁ ^{***} (A ₂ ^{****}), кБк [A ₁ ^{***} (A ₂ ^{****}), kBq]
²² Na	2,60 лет [y]	0,78	1 000	0,281	1,19	33 (29)	30 (35)
²⁴ Na	15 ч [h]	2,06	100	0,436	1,14	5,0 (0,012)	20 (8070)
⁵⁴ Mn	312 сут [day]	0,83	1 000	0,110	1,19	13 (8,9)	76 (112)
⁶⁰ Co	5,27 лет [y]	1,25	100	0,307	1,16	3,6 (3,4)	28 (30)
⁶⁵ Zn	244 сут [day]	1,12	1 000	0,073	1,17	8,6 (5,4)	116 (190)
⁷⁵ Se	120 сут [day]	0,21	1 000	0,153	1,40	21 (8,8)	48 (110)
¹³⁴ Cs	2,06 лет [y]	0,70	10	0,208	1,20	0,25 (0,21)	40 (47)
¹³⁷ Cs	30 лет [y]	0,66	10	0,077	1,20	0,09 (0,09)	110 (110)
¹⁵² Eu	13,3 лет [y]	0,71	1 000	0,153	1,20	18 (18)	56 (57)
¹⁵⁴ Eu	8,60 лет [y]	0,74	1 000	0,159	1,20	19 (18)	53 (55)
¹⁹² Ir	74 сут [day]	0,37	10	0,114	1,28	0,15 (0,04)	67 (240)

* – мощность AMBIENTного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника, активность радионуклида в котором равна его МЗА [The rate of ambient dose equivalent at a distance of 0.1 m from a point isotropic source whose radionuclide activity is equal to its exempt activity].

** – среднегодовая мощность AMBIENTного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника, начальная активность радионуклида в котором равна его МЗА [The average rate of ambient dose equivalent at a distance of 0.1 m from a point isotropic source whose radionuclide activity is equal to its exempt activity].

*** – активность радионуклида в точечном изотропном источнике, при которой мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от него равна 1 мкЗв/ч [The activity of a radionuclide in a point isotropic source at which the ambient dose equivalent of gamma radiation at a distance of 0.1 m from it is equal to 1 μSv/h].

**** – начальная активность радионуклида в точечном изотропном источнике, при которой среднегодовая мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от него равна 1 мкЗв/ч. [The initial activity of a radionuclide in a point isotropic source at which the average annual rate of the ambient dose equivalent of gamma radiation at a distance of 0.1 m from it is equal to 1 μSv/h].

мощность AMBIENTного эквивалента дозы 1 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м.

Следует отметить, что представленные рассуждения справедливы для радионуклидов, у которых большие периоды полураспада. Для радионуклидов, период полураспада которых близок к 1 году и менее, при проведении дозовых оценок необходимо учитывать уменьшение со временем мощности дозы за счет радиоактивного распада. Изменение мощности дозы радионуклидного источника гамма-излучения со временем с учетом радиоактивного распада описывается выражением [9]:

$$\dot{H}(t) = \dot{H}(0) \times \exp(-\lambda \times t), \quad (3)$$

где: $\dot{H}(t)$ – мощность дозы в момент времени t ; $\dot{H}(0)$ – мощность дозы в нулевой момент времени; λ – постоянная распада радионуклида равная:

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}, \quad (4)$$

где: $T_{1/2}$ – период полураспада.

Среднее за период времени t_0 значение мощности дозы $[\dot{H}(t_0)]$ будет равно:

$$\bar{\dot{H}}(t_0) = \dot{H}(0) \frac{1}{t_0} \int_0^{t_0} \exp(-\lambda \times t) dt = \frac{\dot{H}(0)}{\lambda \times t_0} [1 - \exp(-\lambda \times t_0)] \quad (5)$$

С использованием выражения (5) были рассчитаны средние за год мощности дозы ($t_0 = 1$ год) для радионуклидов, приведенных в таблице 1, при начальной активности источника, равной МЗА. Полученные результаты (МАЭД₂) приведены в предпоследнем столбце таблицы 1 (в скобках). Как видно, средние значения мощности дозы меньше значений мощности дозы без учета распада, но для пяти радионуклидов (²²Na, ⁵⁴Mn, ⁷⁵Se, ¹⁵²Eu и ¹⁵⁴Eu) сформулированный выше вывод остается в силе – значения МЗА сильно завышены.

В последнем столбце таблицы 1 представлены вычисленные значения активности радионуклидов A₁, при которых мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного

источника равна 1 мкЗв/ч, и A_2 (в скобках), при которых среднегодовая мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от точечного изотропного источника равна 1 мкЗв/ч. Как видно из представленных результатов, открытый радионуклидный ИИИ на основе ^{22}Na освобождается от контроля при активности 1000 кБк, а закрытый – при активности 30 кБк, что вызывает вопросы. Еще для семи радионуклидов, приведенных в таблице 1, активность, при которой в настоящее время освобождается от контроля открытый радионуклидный ИИИ, в 3,6–21 раз больше активности, при которой освобождается от контроля закрытый радионуклидный ИИИ. Подобное положение создает значительные трудности при решении вопроса о возможности освобождения закрытых радионуклидных источников гамма-излучения от контроля. Следует отметить, что для трех из рассмотренных радионуклидов (^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{192}Ir) ситуация обратная. Для них условие освобождения от контроля открытых радионуклидных ИИИ значительно жестче, чем для закрытых.

Освобождение от контроля закрытых радионуклидных источников гамма-излучения, для которых мощность амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м не превышает 1 мкЗв/ч, представляется достаточно реалистичным критерием. При увеличении расстояния от данного источника в 10 раз (с 0,1 м до 1,0 м) мощность дозы в соответствии с выражением (1) уменьшится в 100 раз и составит 0,01 мкЗв/ч. В предположении, что работник проводит половину рабочего времени (т.е. 1000 часов в год) на расстоянии 1 м от такого источника (что достаточно типично, например для гамма-спектрометров, использующих наборы калибровочных источников), годовая эффективная доза работника не превысит $0,01 \times 1000 = 10$ мкЗв в год. Именно это значение годовой эффективной дозы соответствует уровню освобождения ИИИ от регулирующего контроля (п. 1.4 НРБ-99/2009). Если же в качестве параметров освобождения использовать значения среднегодовых мощностей дозы, то корректно учитываются и радионуклиды, имеющие небольшие периоды полураспада.

Очевидно, что назрела необходимость пересмотра численных значений величин МЗА. Они остаются неизменными уже более 30 лет, хотя дозиметрические характеристики многих радионуклидов за это время заметно изменились. И представление данных величин в виде 10^n (столбец 4 в таблице 1), т.е. с 0 значащих цифр, не отвечает практическим потребностям однозначной регламентации процедуры освобождения радионуклидных ИИИ от контроля. Необходимо пересмотреть данные величины и представить их хотя бы с одной значащей цифрой. Только в этом случае их можно будет реально использовать в качестве универсальных критериев освобождения радионуклидных ИИИ и содержащих их изделий от регулирующего контроля.

В качестве первого шага в этом направлении считаем целесообразным при разработке новых Норм радиационной безопасности, запланированной на 2018 г., рассмотреть вопрос о внесении изменений в табличные значения МЗА, по крайней мере для семи из вышеперечисленных радионуклидов, установив для них значения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2
Предлагаемые значения минимально значимой активности (МЗА_{предл})

[Table 2
Proposed values of exempt activity (EA_{prop})]

Радионуклид [Radionuclide]	МЗА _{предл} , кБк [EA _{prop} , kBq]
^{22}Na	30
^{54}Mn	100
^{60}Co	30
^{65}Zn	200
^{75}Se	100
^{152}Eu	60
^{154}Eu	60

Выводы

1. При использовании значений МЗА радионуклидов, приведенных в НРБ-99/2009, для решения вопроса об освобождении закрытых радионуклидных источников гамма-излучения от контроля, возникают значительные трудности, связанные с завышенными в ряде случаев значениями этих величин и неоднозначностью действующих критериев освобождения. При этом критерий освобождения по мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м, относящийся только к закрытым радионуклидным ИИИ, оказывается в ряде случаев значительно жестче, чем критерий освобождения по активности радионуклида в источнике, применяемый и для открытых радионуклидных ИИИ. То есть при освобождении от контроля к закрытым радионуклидным ИИИ предъявляются более жесткие требования, чем к открытым радионуклидным ИИИ.

2. Назрела необходимость пересмотра численных значений величин МЗА. Они, как минимум, должны обеспечивать среднегодовую мощность дозы на расстоянии 0,1 м от источника, активность которого равна МЗА, не более 1 мкЗв/ч. Кроме того, значения МЗА должны представляться хотя бы с одной значащей цифрой. Только в этом случае их можно будет реально использовать в качестве универсальных критериев освобождения радионуклидных ИИИ и содержащих их изделий от регулирующего контроля.

3. В настоящей работе представлены рекомендации по скорректированным значениям МЗА для семи техногенных радионуклидов, которые наиболее часто используются на практике в качестве источников гамма-излучения.

Благодарность

Авторы выражают благодарность двум рецензентам за полезные замечания и предложения по содержанию данной статьи.

Литература

- Нормы безопасности МАГАТЭ. Категоризация радиоактивных источников. Руководство по безопасности № RS-G-1.9. – Вена, 2005.
- Ильин, Л.А. Радиационная гигиена : учеб. для вузов / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.
- Барковский, А.Н. Освобождение обращения с техногенными источниками ионизирующего излучения от специальной регламентации / А.Н. Барковский, Н.В. Титов, А.Л. Зельдин // Радиационная гигиена. – 2012. – Т. 5, № 4. – С. 40–44.

4. Нормы безопасности МАГАТЭ. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности, часть 3. № GSR Part 3. – Вена, 2015.
5. Руководство по радиационной защите для инженеров / пер. с англ.; под ред. Д.Л. Бродера [и др.]. – М.: Атомиздат, 1973. – Т. 2. – 288 с.
6. International commission on radiological protection, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107, Ann ICRP, 2008 Vol.38, № 3.
7. Ramzaev V., Barkovsky A. On the relationship between ambient dose equivalent and absorbed dose in air in the case of large-scale contamination of the environment by radioactive cesium. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2015, Vol. 8, No. 3, pp. 21–32.
8. International Commission on Radiological Protection. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP, 1996, Vol. 26, No. 3/4.
9. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений: справочник / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.

Поступила: 09.11.2017 г.

Барковский Анатолий Николаевич – руководитель Федерального радиологического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru

Рамзаев Валерий Павлович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории внешнего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Барковский А.Н., Рамзаев В.П., Романович И.К. Проблемы использования минимально значимой активности для регулирования обращения с закрытыми радионуклидными источниками гамма-излучения // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 67-72. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-67-72

The problems of using exemption activity values for regulating the management of sealed radionuclide sources of gamma-radiation

Anatoly N. Barkovsky, Valery P. Ramzaev, Ivan K. Romanovich

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

The article focuses on the procedure for exemption of the sealed and unsealed radionuclide sources of gamma radiation from regulatory control. The contradictory nature of the existing set of exemption criteria has been noted, leading, in some cases, to paradoxical situations. It is shown that the exempt activity values determined in NRB-99/2009 and in the international basic safety standards of the IAEA are significantly overestimated (in comparison with the activity values of a point source creating the ambient dose equivalent rate of 1 $\mu\text{Sv} / \text{h}$ at a distance of 0.1 m) for a number of the most widely used gamma-emitting radionuclides, including ^{22}Na , ^{54}Mn , ^{75}Se , ^{152}Eu and ^{154}Eu . It is proposed to revise the current values of exempt activity, bringing them in line with the dose rate criterion for the exempt of sealed radionuclide sources of gamma radiation, and to present them with one significant digit. The corrected values of exempt activity for

Anatoly N. Barkovsky

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru

seven selected radionuclides are proposed for further use in the process of revision of the national radiation safety standards.

Key words: *ionizing radiation, radionuclide, sealed source, unsealed source, exemption from control, exempt activity.*

References

1. IAEA – International Atomic Energy Agency. Categorization of Radioactive Sources. Safety Guide. No. RS-G-1.9. IAEA, Vienna, 2005.
2. Ilyin L.A., Kirillov V.F., Korenkov I.P. Radiation hygiene: a textbook for universities. Moscow, GEOTAR-Media, 2010, 384 p. (in Russian).
3. Barkovsky A.N., Titov N.V., Zeldin A.L. Exception of the management of artificial ionizing irradiation sources from the special regulation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2012, Vol. 5, No. 4, pp. 40–44. (in Russian).
4. IAEA – International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3. No. GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2014. (in Russian).
5. Brodeur D.L. et al. (Ed.). Guidelines for Radiation Protection for Engineers. Vol. 2, Moscow, Atomizdat, 1973, 288 p. (in Russian).
6. ICRP – International Commission on Radiological Protection. Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations (CD data base), ICRP Publication 107. Ann ICRP, 2008, Vol. 38, No. 3.
7. Ramzaev V., Barkovsky A. On the relationship between ambient dose equivalent and absorbed dose in air in the case of large-scale contamination of the environment by radioactive cesium. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2015, Vol. 8, No. 3, pp. 21–32.
8. ICRP – International Commission on Radiological Protection. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP, 1996, Vol. 26, No. 3/4.
9. Mashkovich V.P., Kudryavtseva A.V. Protection from ionizing radiation: Directory. 4th ed., revised and additional. Moscow, Energoatomizdat, 1995, 496 p. (in Russian).

Received: November 09, 2017

For correspondence: Anatoly N. Barkovsky – Head of Federal Radiological Centre, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: ANBarkovski@yandex.ru)

Valery P. Ramzaev – Candidate of Medical Sciences, leading researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Ivan K. Romanovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Director of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Barkovsky A. N., Ramzaev V. P., Romanovich I. K. The problems of using exemption activity values for regulating the management of sealed radionuclide sources of gamma-radiation. *Radiatsionnaya gygiena = Radiation Hygiene*, 2017, Vol. 10, No. 4, pp.67-72. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-67-72

Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов)

Г.Я. Брук¹, И.К. Романович¹, А.Б. Базюкин¹, А.А. Братилова¹, А.Ю. Власов¹, А.В. Громов¹, Т.В. Жеско¹, М.В. Кадука¹, О.С. Кравцова¹, К.А. Сапрыкин¹, В.С. Степанов², Н.В. Титов¹, В.А. Яковлев¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

² Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия

Одна из самых масштабных радиационных катастроф в мире — авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. — привела к радиоактивному загрязнению значительных территорий европейской части Российской Федерации и сопредельных государств. В настоящее время в зонах радиоактивного загрязнения в 14 субъектах Российской Федерации находится 3855 населенных пунктов, где проживают более 1,5 млн человек. Наиболее интенсивно загрязнена Брянская область: так, в Красногорском районе до сих пор есть населенные пункты с радиоактивным загрязнением почвы цезием-137 выше 50 Ки/км². Значительно пострадали также Тульская, Калужская и Орловская области. Кроме этих четырех областей, еще в 10 регионах страны имеются населенные пункты, расположенные в зонах радиоактивного загрязнения. После аварии на ЧАЭС пострадавшие территории были разбиты на зоны радиоактивного загрязнения. Отнесение НП к той или иной зоне определяется уровнем загрязнения почвы ¹³⁷Cs и величиной средней годовой эффективной дозы облучения, которую могли бы получить жители в условиях отсутствия активных мер радиационной защиты и самоограничений в потреблении местных пищевых продуктов. Основным нормативным документом по данному вопросу является Федеральный закон от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», распространяющийся на территории, на которых, начиная с 1991 г.: 1) средняя годовая эффективная доза облучения населения превышает 1 мЗв/год — доза, которую могли бы получить жители в условиях отсутствия активных мер радиационной защиты и самоограничений в потреблении местных пищевых продуктов; 2) плотность радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 превышает 1 Ки/км².

В статье приведены результаты расчетов средних годовых эффективных доз облучения населения в предполагаемых условиях отсутствия активных мер радиационной защиты, предназначенные для целей зонирования населенных пунктов (СГЭД_{зо}). Как известно, наиболее объективным качественным и количественным показателем оценки реального радиационного воздействия на жителей загрязненных территорий является доза облучения населения, а не плотность радиоактивного загрязнения почвы ¹.

Ключевые слова: авария на Чернобыльской АЭС, население, внешнее облучение, внутреннее облучение, доза облучения, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr.

¹ Здесь и далее под дозами облучения следует понимать дозы, обусловленные радиоактивными выпадениями вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

[Here and below, radiation doses are doses due to radioactive fallout following the accident at the Chernobyl nuclear power plant.]

Брук Геннадий Янкелевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: gen-bruk@yandex.ru

Введение

Все расчеты средних годовых эффективных доз облучения населения в предполагаемых условиях отсутствия активных мер радиационной защиты, предназначенные для целей зонирования населенных пунктов (СГЭД₉₀), проводились согласно действующим методическим указаниям (далее – МУ) МУ 2.6.1.784-99, МУ 2.6.1.1101-02, МУ 2.6.1.2319-08 и МУ 2.6.1.3154-13 [1-4].

В качестве исходных данных для проведения расчетов были использованы:

- результаты измерений удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пробах молока, картофеля и грибов местного происхождения;
- данные о группах и типах почв, преобладающих в населенных пунктах (НП) или общественных хозяйствах;
- данные о структуре жилого фонда в НП;
- официальные данные Росгидромета на 01.01.2017 г. по средней плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в НП.

Для тех НП, где количество проанализированных проб не отвечало требованиям МУ или содержание радионуклидов в этих пробах было настолько мало, что чувствительность измерительной аппаратуры оказывалась недостаточной для получения достоверных результатов, удельную активность радионуклидов в молоке, картофеле и грибах оценивали в соответствии с МУ по данным о преобладающих группах и типах почв с использованием численных значений коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в указанные пищевые продукты.

В Брянской и Калужской областях для расчета доз внутреннего облучения были использованы результаты анализов пищевых продуктов на содержание в них радионуклидов, а также данные о группах и типах почв, преобладающих в составе земельного фонда.

В связи с незначительным радиоактивным загрязнением пищевых продуктов в других пострадавших регионах и обусловленной этим невозможностью использования большинства результатов прямых измерений проб для проведения расчетов, оценки доз внутреннего облучения жителей этих регионов были выполнены, в основном, с использованием данных о группах и типах преобладающих почв.

Для подавляющего большинства НП Брянской области оценка компонента дозы СГЭД₉₀, обусловленного

внутренним облучением жителей, была выполнена с использованием данных о группах и типах почв в составе земельного фонда. Это объясняется тем, что проведенные в этой области защитные мероприятия привели к заметному снижению содержания радионуклидов в сельскохозяйственных пищевых продуктах и, соответственно, к снижению доз внутреннего облучения населения. Последние же, в соответствии с МУ 2.6.1.784-99 [1], следует оценивать для условий «без активных мер радиационной защиты», что возможно в данном регионе только с использованием данных о преобладающих в составе земельного фонда группах и типах почв.

Оценка средних годовых эффективных доз внешнего облучения для большинства НП выполнена, в соответствии с МУ, с учетом типовой структуры жилого фонда, характерной для сельских населенных пунктов, поселков городского типа, городов районного или областного подчинения, расположенных в средних широтах европейской части Российской Федерации.

Чтобы избежать недооценки величины СГЭД₉₀, окончательные результаты расчета включали в себя в соответствии с МУ 2.6.1.784-99 [1] коэффициент запаса, определенный как 90% квантиль в распределении годовых доз, рассчитанных для условий «без активных мер радиационной защиты». Для большинства НП, в особенности с высоким уровнем радиоактивного загрязнения, оценки СГЭД₉₀, представленные далее в таблицах 1 и 2, выше фактических уровней облучения населения в 1,5–2 раза, что подтверждается многочисленными имеющимися данными прямыми инструментальными измерениями жителей, которые проводятся практически ежегодно при наших экспедиционных обследованиях, а также специалистами учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Анализ результатов расчета средних годовых эффективных доз

В таблице 1 представлено распределение населенных пунктов по интервалам СГЭД₉₀ в 2017 г. для всех 14 регионов России, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Таблица 1

Распределение населенных пунктов субъектов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, по величине средней годовой эффективной дозы (СГЭД₉₀) облучения жителей в 2017 г.

[Table 1]

Distribution of settlements of the subjects of the Russian Federation, referred to radioactive contamination zones, according to the average annual effective dose (SGED₉₀) of residents in 2017]

Область, республика [Region, republic]	Количество НП [Number of settlements]	В том числе в интервале доз, мЗв/год [Including, in the dose range mSv/year]				Максимум [Maximum]
		< 0,3	0,3–1,0	≥ 1,0	≥ 5,0	
Белгородская [Belgorod]	78	78	–	–	–	0,07
Брянская [Bryansk]	749	380	234	135	2	5,9
Воронежская [Voronezh]	74	74	–	–	–	0,09
Калужская [Kaluga]	300	251	49	–	–	0,73

Область, республика [Region, republic]	Количество НП [Number of settlements]	В том числе в интервале доз, мЗв/год [Including, in the dose range mSv/year]				Максимум [Maximum]
		< 0,3	0,3–1,0	≥ 1,0	≥ 5,0	
Курская [Kursk]	156	156	–	–	–	0,17
Ленинградская [Leningrad]	29	29	–	–	–	0,08
Липецкая [Lipetsk]	69	69	–	–	–	0,11
Орловская [Orel]	843	835	8	–	–	0,36
Пензенская [Penza]	31	31	–	–	–	0,10
Республика Мордовия [Republic of Mordovia]	15	15	–	–	–	0,13
Рязанская [Ryazan]	285	285	–	–	–	0,25
Тамбовская [Tambov]	6	6	–	–	–	0,05
Тульская [Tula]	1215	1195	20	–	–	0,46
Ульяновская [Ulyanovsk]	5	5	–	–	–	0,08
Итого: [Total]:	3855	3409	311	135	2	5,9

Выполненные расчеты показали, что численные значения СГЭД₉₀ в радиоактивно загрязненных областях России варьируют в диапазоне от сотых долей мЗв/год до 5,9 мЗв/год. Максимальное расчетное значение отмечено в пос. Барсуки Красногорского района Брянской области. При этом количество населенных пунктов, в которых СГЭД₉₀ равна или превышает 1,0 мЗв/год, составляет 135 НП. Все они находятся в Брянской области. Из них в 2 НП эта величина оказалась выше 5,0 мЗв/год.

Годовую дозу определяет как внешнее облучение, так и внутреннее. Вклад дозы внутреннего облучения в суммарную дозу варьирует в широких пределах. Так, в Брянской и Калужской областях, характеризующихся преимущественным преобладанием дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв, вклад внутреннего облучения в суммарную дозу достигает 50% и более. Напротив, в областях, где высока доля плодородных почв (черноземов), вклад внутреннего облучения в сум-

марную дозу в подавляющем большинстве НП составляет не более 15%.

В силу специфики радиоактивного загрязнения территорий вследствие аварии на Чернобыльской АЭС именно цезий-137 практически полностью обуславливает в настоящее время облучение населения загрязненных регионов Российской Федерации. Вклад стронция-90 в суммарную дозу не превышает нескольких процентов.

В таблице 2 приведены средние годовые эффективные дозы облучения (СГЭД₉₀) в 2017 г. жителей всех 3855 населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Дозы рассчитаны для всего Перечня НП, включая и 4 НП, отселенные в 1986 г.

Таблица 2

Средние годовые эффективные дозы облучения (СГЭД₉₀) в 2017 г. жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»

[Table 2]

Average annual effective radiation doses (SGED₉₀) of residents of settlements of the Russian Federation, referred to radioactive contamination zones by the Government Directive No 1074 dated October 8, 2015 "On Approval of the List of Settlements Located within the Boundaries of the Zones of Radioactive Contamination from the Chernobyl Disaster", 2017]

В связи с большим объемом таблица 2 представлена в электронном виде на сайтах Федерального бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (www.radhyg.ru) и научной электронной библиотеке elibrary.ru

Литература

1. Методические указания МУ 2.6.1.784-99 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения». – М.: Минздрав России, 1999.
2. Методические указания МУ 2.6.1.1101-02 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения (Дополнение № 1 к МУ 2.6.1.784-99)». – М.: Минздрав России, 2002.
3. Методические указания МУ 2.6.1.2319-08 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения (Дополнение № 2 к МУ 2.6.1.784-99)». – М., 2008.
4. Методические указания МУ 2.6.1.3154-13 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения (Изменения № 3 к МУ 2.6.1.784-99)». – Роспотребнадзор, 2013.

Поступила: 08.11.2017 г.

Брук Геннадий Янкелевич – заведующий лабораторией внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: gen-bruk@yandex.ru

Романович Иван Константинович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Базюкин Анатолий Борисович – ведущий научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Братилова Анжелика Анатольевна – научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Власов Александр Юрьевич – научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Громов Алексей Валерьевич – и.о. заведующего лабораторией аварийного реагирования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Жеско Татьяна Викторовна – старший научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Кадука Марина Валерьевна – заведующая радиохимической лабораторией Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Кравцова Ольга Сергеевна – ведущий научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Сапрыкин Кирилл Александрович – и.о. заведующего лабораторией дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Степанов Владимир Сергеевич – начальник отдела организации санитарного надзора по гигиене труда и радиационной гигиене Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, Россия

Титов Николай Владимирович – младший научный сотрудник лаборатории внешнего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Яковлев Вячеслав Арсентьевич – научный сотрудник лаборатории внутреннего облучения Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Брук Г.Я., Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю., Громов А.В., Жеско Т.В., Кадука М.В., Кравцова О.С., Сапрыкин К.А., Степанов В.С., Титов Н.В., Яковлев В.А. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов) // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 73-78. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-73-78

The average annual effective doses for the population of the settlements of the Russian Federation attributed to zones of radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 2017

Gennadiy Ya. Bruk¹, Ivan K. Romanovich¹, Anatoliy B. Bazyukin¹, Anzhelika A. Bratilova¹, Aleksandr Yu. Vlasov¹, Aleksey V. Gromov¹, Tatyana V. Zhesko¹, Marina V. Kaduka¹, Olga S. Kravtsova¹, Kirill A. Saprykin¹, Vladimir S. Stepanov², Nikolay V. Titov¹, Vyacheslav A. Yakovlev¹

¹Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

²Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Moscow, Russia

The Chernobyl accident in 1986 is one of the most large-scale radiation accidents in the world. It led to radioactive contamination of large areas in the European part of the Russian Federation and at the neighboring countries. Now, there are more than 4000 settlements with the total population of 1.5 million in the radioactively contaminated areas of the Russian Federation. The Bryansk region is the most intensely contaminated region. For example, the Krasnogorskiy district still has settlements with the level of soil contamination by cesium-137 exceeding 40 Ci/km². The regions of Tula, Kaluga and Orel are also significantly affected. In addition to these four regions, there are ten more regions with the radioactively contaminated settlements. After the Chernobyl accident, the affected areas were divided into zones of radioactive contamination. The attribution of the settlements to a particular zone is determined by the level of soil contamination with ¹³⁷Cs and by a value of the average annual effective dose that could be formed in the absence of: 1) active measures for radiation protection, and 2) self-limitation in consumption of the local food products. The main regulatory document on this issue is the Federal law № 1244-1 (dated May, 15 1991) "On the social protection of the citizens who have been exposed to radiation as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant". The law extends to the territories, where, since 1991: 1) the average annual effective dose for the population exceeds 1 mSv (the value of effective dose that could be formed in the absence of active radiation protection measures and self-limitation in consumption of the local food products); 2) soil surface contamination with cesium-137 exceeds 1 Ci/km².

The paper presents results of calculations of the average effective doses in 2017. The purpose was to use the dose values (SGED₉₀) in zonation of contaminated territories. Therefore, the calculations have been done under the assumption that the doses were formed in the absence of active radiation protection measures and self-limitation in consumption of the local food products. The dose to population, rather than the density of radioactive contamination of soil by ¹³⁷Cs, is the most objective characteristic of the actual radiation exposure to the residents of the contaminated areas.

Key words: Chernobyl accident, population, external exposure, internal exposure, dose, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr.

References

1. Methodical guidelines. MG 2.6.1.784-99, 1999. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose, Moscow, Minzdav of the Russian Federation, 1999. (In Russian).
2. Methodical guidelines. MG 2.6.1.1101-02. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose (Addendum No. 1 to MG 2.6.1.784-99). Moscow, Minzdav of the Russian Federation, 2002. (In Russian).
3. Methodical guidelines. MG 2.6.1. 2319-08. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose (Addendum No. 2 to MG 2.6.1.784-99). Moscow, 2008. (In Russian).
4. Methodical guidelines. MG 2.6.1. 3154-13. The zoning of the Russian Federation settlements subject to radioactive pollution due to Chernobyl NPP accident by criterion of population radiation annual dose (Addendum No. 3 to MG 2.6.1.784-99). Rospotrebnadzor, 2013. (In Russian).

Received: November 08, 2017

For correspondence: Gennadiy Ya. Bruk – Candidate of Technical Science, Senior Researcher, Head of the Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, St.-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: gen-bruk@yandex.ru)

Ivan K. Romanovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Director, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Anatoliy B. Bazyukin – Candidate of Biological Science, Lead Researcher, Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Anzhelika A. Bratilova – Researcher, Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Aleksandr Yu. Vlasov – Researcher, Internal Exposure Laboratory, of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Aleksey V. Gromov – Acting Head, Emergency Reaction Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Tatyana V. Zhesko – Senior Researcher, Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Marina V. Kaduka – Candidate of Biological Science, Head of the Radiochemistry Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Olga S. Kravtsova – Leading Researcher, Internal Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Kirill A. Saprykin – Junior researcher, External Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Vladimir S. Stepanov – Head, Division of surveillance occupational health of radiation hygiene of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Moscow, Russia

Nikolay V. Titov – Junior researcher, External Exposure Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Vyacheslav A. Yakovlev – Researcher, Internal Exposure Laboratory, of Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Bruk G.Ya., Romanovich I.K., Bazyukin A.B, Bratilova A.A., Vlasov A.Yu., Gromov A.V., Zhesko T.V., Kaduka M.V., Kravtsova O.S., Saprykin K.A., Stepanov V.S., Titov N.V., Yakovlev V.A. The average annual effective doses for the population in the settlements of the Russian Federation attributed to zones of radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 2017. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 4, pp.73-78. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-4-73-78

Таблица 2

Средние годовые эффективные дозы облучения (СГЭД₉₀) в 2017 г. жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»

[Table 2]

Average annual effective radiation doses (SGED₉₀) of residents of settlements of the Russian Federation, referred to radioactive contamination zones by the Government Directive No 1074 dated October 8, 2015 "On Approval of the List of Settlements Located within the Boundaries of the Zones of Radioactive Contamination from the Chernobyl Disaster", 2017]

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
Белгородская область						
<i>Алексеевский район</i>						
1	Алейниковское сельское поселение	Алейниково	0,5	0,02	0,01	0,03
2	Алейниковское сельское поселение	Славгородское	0,6	0,03	0,01	0,03
3	Алейниковское сельское поселение	Новоселовка	0,6	0,03	0,01	0,03
4	Афанасьевское сельское поселение	Афанасьевка	0,7	0,03	0,01	0,04
5	Варваровское сельское поселение	Калитва	0,9	0,04	0,01	0,05
6	Варваровское сельское поселение	Николаевка	0,8	0,04	0,01	0,04
7	Варваровское сельское поселение	Осадчее	0,6	0,03	0,01	0,03
8	Гарбузовское сельское поселение	Белозорово	0,7	0,03	0,01	0,04
9	Гарбузовское сельское поселение	Гарбузово	0,8	0,04	0,01	0,04
10	Гарбузовское сельское поселение	Ковалево	0,8	0,04	0,01	0,04
11	Гарбузовское сельское поселение	Покладов	0,7	0,03	0,01	0,04
12	Глуховское сельское поселение	Глуховка	0,8	0,04	0,01	0,04
13	Глуховское сельское поселение	Городище	0,6	0,03	0,01	0,03
14	Городское поселение – город Алексеевка	Алексеевка	0,7	0,02	0,01	0,02
15	Жуковское сельское поселение	Черепов	0,6	0,03	0,01	0,03
16	Иловское сельское поселение	Иловка	0,6	0,03	0,01	0,03
17	Ильинское сельское поселение	Игнатов	0,6	0,03	0,01	0,03
18	Ильинское сельское поселение	Сидоркин	0,7	0,03	0,01	0,04
19	Красненское сельское поселение	Голубинский	0,9	0,04	0,01	0,05
20	Красненское сельское поселение	Красное	1,0	0,05	0,01	0,06
21	Кущинское сельское поселение	Теплинка	1,2	0,06	0,01	0,07
22	Кущинское сельское поселение	Щербаково	0,6	0,03	0,01	0,03
23	Кущинское сельское поселение	Гезов	0,4	0,02	0,00	0,02
24	Кущинское сельское поселение	Орлов	0,8	0,04	0,01	0,04
25	Кущинское сельское поселение	Шелушин	0,6	0,03	0,01	0,03
26	Луценковское сельское поселение	Копанец	0,8	0,04	0,01	0,04
27	Матреногезовское сельское поселение	Воробьево	0,8	0,04	0,01	0,04
28	Матреногезовское сельское поселение	Матрено-Гезово	0,7	0,03	0,01	0,04
29	Матреногезовское сельское поселение	Батлуков	0,7	0,03	0,01	0,04
30	Матреногезовское сельское поселение	Бережной	1,0	0,05	0,01	0,06
31	Матреногезовское сельское поселение	Кириченков	0,5	0,02	0,01	0,03
32	Матреногезовское сельское поселение	Кулешов	0,6	0,03	0,01	0,03
33	Матреногезовское сельское поселение	Резников	0,9	0,04	0,01	0,05
34	Матреногезовское сельское поселение	Шкуропатов	0,7	0,03	0,01	0,04
35	Меняйловское сельское поселение	Алексеевское	1,0	0,05	0,01	0,06
36	Меняйловское сельское поселение	Дудчин	1,0	0,05	0,01	0,06
37	Меняйловское сельское поселение	Пышнограев	0,8	0,04	0,01	0,04
38	Меняйловское сельское поселение	Сероштанов	0,7	0,03	0,01	0,04
39	Меняйловское сельское поселение	Тараканов	0,8	0,04	0,01	0,04
40	Меняйловское сельское поселение	Шапошников	0,7	0,03	0,01	0,04
41	Мухомудеровское сельское поселение	Дальнее Чесночное	0,8	0,04	0,01	0,04
42	Мухомудеровское сельское поселение	Колтуновка	1,1	0,05	0,01	0,06
43	Мухомудеровское сельское поселение	Мухомудеровка	0,8	0,04	0,01	0,04
44	Подсердненское сельское поселение	Подсерднее	0,5	0,02	0,01	0,03
45	Репенское сельское поселение	Репенка	0,7	0,03	0,01	0,04
46	Советское сельское поселение	Герасимово	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
47	Советское сельское поселение	Лесиковка	0,6	0,03	0,01	0,03
48	Советское сельское поселение	Николаевка	0,5	0,02	0,01	0,03
49	Советское сельское поселение	Хмызовка	0,5	0,02	0,01	0,03
50	Советское сельское поселение	Запольное	0,4	0,02	0,00	0,02
51	Советское сельское поселение	Советское	0,7	0,03	0,01	0,04
52	Советское сельское поселение	Шапорево	0,7	0,03	0,01	0,04
53	Хлевищенское сельское поселение	Хлевище	0,7	0,03	0,01	0,04
54	Хрещатовское сельское поселение	Камышеватовое	0,6	0,03	0,01	0,03
55	Хрещатовское сельское поселение	Власов	0,5	0,02	0,01	0,03
56	Хрещатовское сельское поселение	Климов	0,6	0,03	0,01	0,03
57	Хрещатовское сельское поселение	Попов	0,6	0,03	0,01	0,03
58	Хрещатовское сельское поселение	Сыроватский	0,5	0,02	0,01	0,03
59	Хрещатовское сельское поселение	Хрещатый	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Красненский район</i>						
60	Готовское сельское поселение	Вербное	1,3	0,06	0,01	0,07
61	Готовское сельское поселение	Готовье	0,9	0,04	0,01	0,05
62	Готовское сельское поселение	Камышенка	0,9	0,04	0,01	0,05
63	Камызинское сельское поселение	Камызино	0,8	0,04	0,01	0,05
64	Камызинское сельское поселение	Ураково	1,3	0,06	0,01	0,07
<i>Новооскольский район</i>						
65	Богородское сельское поселение	Новоселовка	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Ровеньский район</i>						
66	Городское поселение – посёлок Ровеньки	Ровеньки	1,0	0,03	0,01	0,03
67	Ладомировское сельское поселение	Жабское	0,6	0,03	0,01	0,03
68	Ладомировское сельское поселение	Сидоров	0,7	0,03	0,01	0,04
69	Наголенское сельское поселение	Клименково	0,8	0,04	0,01	0,04
70	Наголенское сельское поселение	Нагольное	0,7	0,03	0,01	0,04
71	Наголенское сельское поселение	Бережный	0,9	0,04	0,01	0,05
72	Новоалександровское сельское поселение	Калиниченково	0,9	0,04	0,01	0,05
73	Свистовское сельское поселение	Ясены	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Старооскольский городской округ</i>						
74		Владимировка	0,7	0,03	0,01	0,04
75		Новониколаевка	0,5	0,02	0,00	0,03
76		Преображенка	0,6	0,03	0,01	0,03
77		Менжулюк	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Чернянский район</i>						
78	Малотроицкое сельское поселение	Баклановка	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Брянская область</i>						
<i>Брасовский район</i>						
1	Веребское сельское поселение	Лубенск	0,7	0,03	0,04	0,07
2	Веребское сельское поселение	Сергеева	0,8	0,04	0,04	0,08
3	Веребское сельское поселение	Хрипкава	0,7	0,03	0,04	0,07
4	Веребское сельское поселение	Фоменок	0,6	0,03	0,03	0,06
5	Вороновологское сельское поселение	Городище 1-е	0,8	0,04	0,05	0,08
6	Глодневское сельское поселение	Вежонка	1,0	0,05	0,06	0,10
7	Глодневское сельское поселение	Казинка	0,7	0,03	0,04	0,08
8	Глодневское сельское поселение	Перескоки	1,1	0,05	0,06	0,11
9	Глодневское сельское поселение	Глоднево	0,6	0,03	0,04	0,07
10	Добриковское сельское поселение	Коммунар	0,7	0,03	0,05	0,08
11	Добриковское сельское поселение	Новый Добрик	1,6	0,07	0,10	0,17
12	Добриковское сельское поселение	Добрик	1,6	0,07	0,10	0,17
13	Дубровское сельское поселение	Коробкина	0,9	0,04	0,06	0,10
14	Дубровское сельское поселение	Красное	0,8	0,04	0,05	0,09
15	Дубровское сельское поселение	Калошичы	1,2	0,06	0,07	0,12
16	Погребское сельское поселение	Погребы	0,8	0,04	0,05	0,09

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
17	Погребское сельское поселение	Александровское	0,7	0,03	0,05	0,08
18	Сныткинское сельское поселение	Сныткино	0,6	0,03	0,04	0,07
19	Столбовское сельское поселение	Городище 2-е	1,0	0,05	0,05	0,10
20	Столбовское сельское поселение	Новое	0,7	0,03	0,04	0,07
21	Столбовское сельское поселение	Ветряк	0,9	0,04	0,05	0,09
22	Столбовское сельское поселение	Есино	0,6	0,03	0,04	0,07
23	Столбовское сельское поселение	Жучок	1,2	0,06	0,06	0,12
24	Столбовское сельское поселение	Заря	0,7	0,03	0,06	0,09
25	Столбовское сельское поселение	Зуево	0,7	0,03	0,06	0,09
26	Столбовское сельское поселение	Летча	0,8	0,04	0,05	0,08
27	Столбовское сельское поселение	Нижнее Городище	1,0	0,05	0,05	0,10
28	Столбовское сельское поселение	Репье	0,6	0,03	0,04	0,07
29	Столбовское сельское поселение	Верхнее	0,7	0,03	0,04	0,07
Выгоничский район						
30	Хмелевское сельское поселение	Михайловский	0,9	0,04	0,06	0,10
Гордеевский район						
31	Глинновское сельское поселение	Колыбели	7,7	0,36	0,55	0,91
32	Глинновское сельское поселение	Новоселье	6,1	0,28	0,47	0,75
33	Глинновское сельское поселение	Струговка	3,9	0,18	0,21	0,39
34	Глинновское сельское поселение	Алес	1,1	0,05	0,10	0,15
35	Глинновское сельское поселение	Белица	1,6	0,07	0,12	0,19
36	Глинновское сельское поселение	Березина	5,6	0,26	0,44	0,70
37	Глинновское сельское поселение	Борец	6,5	0,30	0,49	0,79
38	Глинновское сельское поселение	Глинное	3,8	0,18	0,21	0,39
39	Глинновское сельское поселение	Стругова Буда	4,9	0,23	0,41	0,64
40	Гордеевское сельское поселение	Василевка	5,9	0,27	0,49	0,76
41	Гордеевское сельское поселение	Завод-Корецкий	5,0	0,23	0,42	0,65
42	Гордеевское сельское поселение	Поконь	6,2	0,29	0,48	0,77
43	Гордеевское сельское поселение	Дальний Клин	5,7	0,27	0,48	0,74
44	Гордеевское сельское поселение	Зеленый Клин	5,0	0,23	0,44	0,67
45	Гордеевское сельское поселение	Медведовка	5,6	0,26	0,45	0,71
46	Гордеевское сельское поселение	Нововеликий Бор	4,4	0,21	0,40	0,61
47	Гордеевское сельское поселение	Смелый	5,9	0,27	0,47	0,74
48	Гордеевское сельское поселение	Шамры	4,7	0,22	0,40	0,62
49	Гордеевское сельское поселение	Великий Бор	4,3	0,20	0,40	0,60
50	Гордеевское сельское поселение	Гордеевка	12,5	0,58	0,85	1,4
51	Гордеевское сельское поселение	Жовнец	4,8	0,22	0,41	0,63
52	Мирнинское сельское поселение	Безбожник	13,5	0,63	1,0	1,6
53	Мирнинское сельское поселение	Зайцев	10,3	0,48	0,84	1,3
54	Мирнинское сельское поселение	Мирный	16,9	0,79	0,86	1,6
55	Мирнинское сельское поселение	Кожаны	19,6	0,91	1,3	2,2
56	Петровобудское сельское поселение	Малоудебное	11,7	0,54	0,78	1,3
57	Петровобудское сельское поселение	Владимировка	11,7	0,54	1,0	1,5
58	Петровобудское сельское поселение	Залиповье	10,9	0,51	0,91	1,4
59	Петровобудское сельское поселение	Криштопов Ручей	13,0	0,60	0,84	1,5
60	Петровобудское сельское поселение	Сугродовка	9,8	0,46	0,85	1,3
61	Петровобудское сельское поселение	Перетин	9,3	0,43	0,66	1,1
62	Петровобудское сельское поселение	Петрова Буда	9,7	0,45	0,68	1,1
63	Петровобудское сельское поселение	Смяльч	10,1	0,47	0,86	1,3
64	Рудневоробьевское сельское поселение	Дмитриевка	3,0	0,14	0,30	0,44
65	Рудневоробьевское сельское поселение	Нежча	4,6	0,21	0,39	0,60
66	Рудневоробьевское сельское поселение	Новоновицкая	10,4	0,48	0,73	1,2
67	Рудневоробьевское сельское поселение	Петраковка	4,0	0,19	0,36	0,54
68	Рудневоробьевское сельское поселение	Поповка	10,8	0,50	0,75	1,3
69	Рудневоробьевское сельское поселение	Рудня-Воробьевка	11,0	0,51	0,76	1,3

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
70	Рудневоробьевское сельское поселение	Старая Полона	3,8	0,18	0,35	0,52
71	Рудневоробьевское сельское поселение	Староновицкая	12,7	0,59	1,0	1,6
72	Рудневоробьевское сельское поселение	Удел	5,0	0,23	0,41	0,65
73	Рудневоробьевское сельское поселение	Зеленый Рог	5,1	0,24	0,42	0,66
74	Рудневоробьевское сельское поселение	Ширяевка	14,1	0,66	1,1	1,7
75	Творишинское сельское поселение	Даниловка	2,9	0,14	0,19	0,32
76	Творишинское сельское поселение	Михайловка	9,8	0,46	0,71	1,2
77	Творишинское сельское поселение	Федоровка	1,2	0,06	0,11	0,17
78	Творишинское сельское поселение	Черный Ручей	5,0	0,23	0,28	0,52
79	Творишинское сельское поселение	Белица	1,8	0,08	0,14	0,22
80	Творишинское сельское поселение	Дубровка	2,5	0,12	0,17	0,29
81	Творишинское сельское поселение	Илуть	5,5	0,26	0,48	0,74
82	Творишинское сельское поселение	Крещенский	6,8	0,32	0,55	0,87
83	Творишинское сельское поселение	Никитовка	4,3	0,20	0,42	0,62
84	Творишинское сельское поселение	Степана Разина	10,2	0,47	0,73	1,2
85	Творишинское сельское поселение	Казаричи	2,4	0,11	0,17	0,28
86	Творишинское сельское поселение	Творишино	10,5	0,49	0,75	1,2
87	Уношевское сельское поселение	Алисовка	7,5	0,35	0,48	0,83
88	Уношевское сельское поселение	Антоновка	11,8	0,55	0,90	1,5
89	Уношевское сельское поселение	Федоровка	8,0	0,37	0,70	1,1
90	Уношевское сельское поселение	Хармынка	8,9	0,41	0,75	1,2
91	Уношевское сельское поселение	Чернетовка	4,7	0,22	0,52	0,74
92	Уношевское сельское поселение	Ямное	3,9	0,18	0,31	0,49
93	Уношевское сельское поселение	Кузнецы	5,8	0,27	0,40	0,67
94	Уношевское сельское поселение	Уношево	6,3	0,29	0,61	0,90
Городской округ – город Клинцы						
95		Клинцы	4,3	0,20	0,25	0,45
96		Ардонь	2,3	0,11	0,12	0,23
97		Займище	2,3	0,11	0,13	0,24
Городской округ – город Новозыбков						
98		Новозыбков	10,0	0,47	0,60	1,1
Городской округ – город Стародуб						
99		Стародуб	1,3	0,03	0,06	0,09
<i>Дятьковский район</i>						
100	Березинское сельское поселение	Березино	0,9	0,04	0,05	0,09
101	Березинское сельское поселение	Пупково	1,2	0,06	0,06	0,12
102	Большежуковское сельское поселение	Латышовка	1,2	0,06	0,09	0,14
103	Большежуковское сельское поселение	Неверь	1,3	0,06	0,09	0,15
104	Большежуковское сельское поселение	Романовка	0,7	0,03	0,06	0,09
105	Большежуковское сельское поселение	Сосновка	1,4	0,07	0,10	0,16
106	Большежуковское сельское поселение	Хизовка	1,6	0,07	0,11	0,18
107	Большежуковское сельское поселение	ж/ст Малыгин	1,1	0,05	0,08	0,13
108	Большежуковское сельское поселение	Дружба	1,5	0,07	0,11	0,17
109	Большежуковское сельское поселение	Родники	0,8	0,04	0,07	0,10
110	Большежуковское сельское поселение	Большая Жукова	0,7	0,03	0,06	0,09
111	Бытошское городское поселение	Будочки	0,9	0,04	0,05	0,09
112	Бытошское городское поселение	Савчино	0,7	0,03	0,04	0,07
113	Бытошское городское поселение	Смолигово	0,7	0,03	0,04	0,07
114	Бытошское городское поселение	Старая Рубча	0,7	0,03	0,04	0,07
115	Бытошское городское поселение	Хотня	0,8	0,04	0,05	0,08
116	Бытошское городское поселение	Бытошь	0,8	0,04	0,04	0,08
117	Дятьковское городское поселение	Верещовка	1,5	0,07	0,12	0,19
118	Дятьковское городское поселение	Ольшаница	2,0	0,09	0,15	0,24
119	Дятьковское городское поселение	Псурский Хутор	1,4	0,07	0,12	0,18
120	Дятьковское городское поселение	Псурь	2,4	0,11	0,17	0,28

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
121	Дятковское городское поселение	ж/ст Верещовка	1,9	0,09	0,15	0,23
122	Ивотское городское поселение	Сельцо	1,0	0,05	0,06	0,11
123	Ивотское городское поселение	Ивот	0,6	0,03	0,04	0,07
124	Ивотское городское поселение	Бацкино	0,6	0,03	0,04	0,07
125	Любохонское городское поселение	Любохна	1,2	0,06	0,06	0,12
126	Немеричское сельское поселение	Немеричи	0,7	0,03	0,04	0,07
127	Слободищенское сельское поселение	Колядчино	0,6	0,03	0,04	0,06
128	Слободищенское сельское поселение	Щученка	1,0	0,05	0,05	0,10
129	Слободищенское сельское поселение	Слободище	0,7	0,03	0,04	0,07
Злынковский район						
130	Вышковское городское поселение	Гута	15,3	0,71	1,3	2,0
131	Вышковское городское поселение	Муравинка	15,0	0,70	1,3	2,0
132	Вышковское городское поселение	Сенное	17,9	0,83	1,4	2,3
133	Вышковское городское поселение	Вышков	16,3	0,76	1,3	2,1
134	Вышковское городское поселение	Красный Камень	16,4	0,76	1,3	2,1
135	Вышковское городское поселение	Любин	13,0	0,60	1,1	1,8
136	Вышковское городское поселение	Чехов	19,5	0,91	1,5	2,4
137	Вышковское городское поселение	Добродеевка	14,1	0,66	1,2	1,9
138	Денисовичское сельское поселение	Федоровка	6,7	0,31	0,59	0,90
139	Денисовичское сельское поселение	Нетеша	6,5	0,30	0,58	0,88
140	Денисовичское сельское поселение	Денисовичи	9,5	0,44	0,80	1,2
141	Денисовичское сельское поселение	Лысье	10,2	0,47	0,78	1,3
142	Злынковское городское поселение	Злынка	13,8	0,64	0,75	1,4
143	Злынковское городское поселение	Петровка	9,1	0,42	0,64	1,1
144	Злынковское городское поселение	Павловка	12,6	0,59	1,0	1,6
145	Роговское сельское поселение	Вербовка	2,8	0,13	0,31	0,44
146	Роговское сельское поселение	Добрынька	7,8	0,36	0,57	0,93
147	Роговское сельское поселение	Новобержов	5,9	0,27	0,47	0,74
148	Роговское сельское поселение	Софиевка	9,3	0,43	0,64	1,1
149	Роговское сельское поселение	Рогов	6,6	0,31	0,51	0,81
150	Спиридоновобудское сельское поселение	Барановка	1,6	0,07	0,13	0,20
151	Спиридоновобудское сельское поселение	Карпиловка	8,0	0,37	0,58	1,0
152	Спиридоновобудское сельское поселение	Кожановка	1,0	0,05	0,09	0,14
153	Спиридоновобудское сельское поселение	Вишенки	5,4	0,25	0,45	0,70
154	Спиридоновобудское сельское поселение	Озерище	8,6	0,40	0,61	1,0
155	Спиридоновобудское сельское поселение	Сосновый Бор	6,4	0,30	0,50	0,80
156	Спиридоновобудское сельское поселение	Азаричи	1,6	0,07	0,23	0,30
157	Спиридоновобудское сельское поселение	Спиридонова Буда	7,6	0,35	0,59	0,94
158	Щербиничское сельское поселение	Барки	15,4	0,72	1,1	1,9
159	Щербиничское сельское поселение	Зеленая Роща	4,8	0,22	0,43	0,65
160	Щербиничское сельское поселение	Шурубовка	4,5	0,21	0,41	0,62
161	Щербиничское сельское поселение	Вилы	7,3	0,34	0,69	1,0
162	Щербиничское сельское поселение	Воронова Гута	7,7	0,36	0,71	1,1
163	Щербиничское сельское поселение	Добрынь	7,7	0,36	0,71	1,1
164	Щербиничское сельское поселение	Еловка	6,6	0,31	0,65	1,0
165	Щербиничское сельское поселение	Савичка	17,4	0,81	1,2	2,1
166	Щербиничское сельское поселение	Свидерки	13,4	0,62	1,0	1,6
167	Щербиничское сельское поселение	Свисток	8,3	0,39	0,74	1,1
168	Щербиничское сельское поселение	Большие Щербиничи	8,5	0,40	0,75	1,2
169	Щербиничское сельское поселение	Малые Щербиничи	5,3	0,25	0,46	0,71
170	Щербиничское сельское поселение	Петрятинка	4,6	0,21	0,41	0,63
Карачевский район						
171	Дроновское сельское поселение	Бавыкина	0,7	0,03	0,04	0,08
172	Дроновское сельское поселение	Печки	0,7	0,03	0,04	0,08
173	Дроновское сельское поселение	Моисеева Гора	0,8	0,04	0,05	0,08

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
174	Дроновское сельское поселение	Бочарки	0,7	0,03	0,04	0,08
175	Карачевское городское поселение	Аксиньина	0,6	0,03	0,03	0,06
176	Карачевское городское поселение	Глыбочка	0,7	0,03	0,04	0,07
177	Карачевское городское поселение	Затинная	0,6	0,03	0,05	0,08
178	Карачевское городское поселение	Долгий	0,6	0,03	0,04	0,07
179	Ревенское сельское поселение	Бобровка	0,6	0,03	0,05	0,08
180	Ревенское сельское поселение	Кошкоданова	0,7	0,03	0,06	0,09
181	Ревенское сельское поселение	Крутое	0,7	0,03	0,06	0,09
<i>Климовский район</i>						
182	Брахловское сельское поселение	Оптени	2,4	0,11	0,21	0,32
183	Брахловское сельское поселение	Манев	1,8	0,08	0,18	0,26
184	Брахловское сельское поселение	Октябрь	2,2	0,10	0,20	0,30
185	Брахловское сельское поселение	Тымайловка	2,4	0,11	0,21	0,32
186	Брахловское сельское поселение	Брахлов	2,9	0,14	0,24	0,38
187	Брахловское сельское поселение	Любечане	2,5	0,12	0,18	0,29
188	Истопское сельское поселение	Шамовка	2,7	0,13	0,26	0,38
189	Истопское сельское поселение	Засновье	2,8	0,13	0,26	0,40
190	Истопское сельское поселение	Карнатное	3,0	0,14	0,28	0,42
191	Истопское сельское поселение	Лужи	2,4	0,11	0,24	0,35
192	Истопское сельское поселение	Первомайский	3,0	0,14	0,28	0,42
193	Истопское сельское поселение	Петровский	2,1	0,10	0,22	0,32
194	Истопское сельское поселение	Истопки	2,6	0,12	0,25	0,37
195	Истопское сельское поселение	Лобановка	3,5	0,16	0,22	0,39
196	Истопское сельское поселение	Чернооково	2,5	0,12	0,19	0,31
197	Каменскохуторское сельское поселение	Забрама	3,1	0,14	0,29	0,44
198	Каменскохуторское сельское поселение	Красный Бор	3,3	0,15	0,31	0,46
199	Каменскохуторское сельское поселение	Красный Став	1,8	0,08	0,20	0,28
200	Каменскохуторское сельское поселение	Луговой	2,7	0,13	0,26	0,39
201	Каменскохуторское сельское поселение	Ольховка	3,3	0,15	0,27	0,42
202	Каменскохуторское сельское поселение	Скачок	1,6	0,07	0,19	0,26
203	Каменскохуторское сельское поселение	Уборки	0,8	0,04	0,13	0,17
204	Каменскохуторское сельское поселение	Каменский Хутор	3,4	0,16	0,31	0,47
205	Каменскохуторское сельское поселение	Соловьевка	4,0	0,19	0,31	0,49
206	Кирилловское сельское поселение	Березовка	2,8	0,13	0,24	0,37
207	Кирилловское сельское поселение	Вишневый	5,6	0,26	0,34	0,60
208	Кирилловское сельское поселение	Михайловка	2,1	0,10	0,18	0,28
209	Кирилловское сельское поселение	Кирилловка	0,7	0,03	0,09	0,13
210	Кирилловское сельское поселение	Шумиловка	2,7	0,13	0,23	0,36
211	Климовское городское поселение	Климово	5,4	0,14	0,19	0,33
212	Лакомобудское сельское поселение	Побожевка	6,4	0,30	0,49	0,79
213	Лакомобудское сельское поселение	Аринины Ляды	5,2	0,24	0,43	0,67
214	Лакомобудское сельское поселение	Лужки	5,8	0,27	0,46	0,73
215	Лакомобудское сельское поселение	Ольховики	9,3	0,43	0,63	1,1
216	Лакомобудское сельское поселение	Лакомая Буда	7,2	0,34	0,53	0,86
217	Митыковское сельское поселение	Передовик	3,1	0,14	0,30	0,44
218	Митыковское сельское поселение	Черная Криница	4,1	0,19	0,35	0,54
219	Митыковское сельское поселение	Митыковка	6,9	0,32	0,49	0,81
220	Митыковское сельское поселение	Хохловка	5,7	0,27	0,43	0,70
221	Новоропское сельское поселение	Ирпа	3,6	0,17	0,28	0,45
222	Новоропское сельское поселение	Колечье	3,1	0,14	0,26	0,40
223	Новоропское сельское поселение	Красные Ляды	2,6	0,12	0,23	0,35
224	Новоропское сельское поселение	Малинник	2,5	0,12	0,22	0,34
225	Новоропское сельское поселение	Погары	2,0	0,09	0,19	0,28
226	Новоропское сельское поселение	Прогресс	2,3	0,11	0,21	0,31
227	Новоропское сельское поселение	Бровничи	2,2	0,10	0,20	0,30

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
228	Новоропское сельское поселение	Новый Ропск	3,0	0,14	0,25	0,38
229	Новоропское сельское поселение	Старый Ропск	2,9	0,14	0,24	0,37
230	Новоропское сельское поселение	Сушаны	2,0	0,09	0,19	0,28
231	Новоюрковичское сельское поселение	Ивановка	1,6	0,07	0,11	0,19
232	Новоюрковичское сельское поселение	Рудня-Цата	1,7	0,08	0,12	0,20
233	Новоюрковичское сельское поселение	Зеленый Кут	2,0	0,09	0,13	0,22
234	Новоюрковичское сельское поселение	Старые Юрковичи	0,8	0,04	0,07	0,11
235	Плавенское сельское поселение	Плавна	2,7	0,13	0,24	0,36
236	Плавенское сельское поселение	Пруска	4,1	0,19	0,31	0,51
237	Плавенское сельское поселение	Рудня	4,2	0,20	0,32	0,52
238	Плавенское сельское поселение	Бурный	2,7	0,13	0,24	0,36
239	Плавенское сельское поселение	Крушинник	1,9	0,09	0,20	0,28
240	Плавенское сельское поселение	Май	2,6	0,12	0,23	0,35
241	Плавенское сельское поселение	Чернятин	5,3	0,25	0,38	0,63
242	Плавенское сельское поселение	Честный	3,8	0,18	0,30	0,48
243	Плавенское сельское поселение	Каменка	5,8	0,27	0,41	0,68
244	Плавенское сельское поселение	Курозново	2,0	0,09	0,20	0,29
245	Сачковичское сельское поселение	Добрынь	5,4	0,25	0,42	0,68
246	Сачковичское сельское поселение	Ольховка	4,3	0,20	0,37	0,57
247	Сачковичское сельское поселение	Важица	7,6	0,35	0,54	0,89
248	Сачковичское сельское поселение	Великие Позни	4,0	0,19	0,26	0,44
249	Сачковичское сельское поселение	Воробьевка	3,7	0,17	0,34	0,51
250	Сачковичское сельское поселение	Грецковка	4,6	0,21	0,38	0,60
251	Сачковичское сельское поселение	Гуков	3,6	0,17	0,33	0,50
252	Сачковичское сельское поселение	Доховны	3,3	0,15	0,23	0,39
253	Сачковичское сельское поселение	Корытенка	4,0	0,19	0,35	0,54
254	Сачковичское сельское поселение	Новосергеевка	8,3	0,39	0,57	1,0
255	Сачковичское сельское поселение	Плужин	3,3	0,15	0,23	0,39
256	Сачковичское сельское поселение	Холуповка	4,5	0,21	0,38	0,59
257	Сачковичское сельское поселение	Чадица	4,0	0,19	0,26	0,44
258	Сачковичское сельское поселение	Могилевцы	3,2	0,15	0,23	0,38
259	Сачковичское сельское поселение	Сачковичи	4,1	0,19	0,26	0,45
260	Сытобудское сельское поселение	Великогайский	3,4	0,16	0,30	0,45
261	Сытобудское сельское поселение	Первомайский	5,8	0,27	0,42	0,69
262	Сытобудское сельское поселение	Рубежное	3,7	0,17	0,30	0,47
263	Сытобудское сельское поселение	Сытая Буда	4,2	0,20	0,34	0,53
264	Челховское сельское поселение	Быстра	2,9	0,14	0,25	0,39
265	Челховское сельское поселение	Ясеновка	3,8	0,18	0,29	0,46
266	Челховское сельское поселение	Вага	2,7	0,13	0,24	0,37
267	Челховское сельское поселение	Ильич	3,1	0,15	0,26	0,40
268	Челховское сельское поселение	Марковщина	3,2	0,15	0,27	0,42
269	Челховское сельское поселение	Гетманская Буда	3,4	0,16	0,27	0,43
270	Челховское сельское поселение	Крапивна	3,4	0,16	0,27	0,43
271	Челховское сельское поселение	Куршановичи	4,2	0,20	0,31	0,50
272	Челховское сельское поселение	Фоевичи	3,6	0,17	0,29	0,46
273	Челховское сельское поселение	Челхов (Чолхов)	3,5	0,16	0,28	0,45
274	Чуровичское сельское поселение	Петрова Гута	0,9	0,04	0,13	0,18
275	Чуровичское сельское поселение	Ягодное	1,9	0,09	0,19	0,28
276	Чуровичское сельское поселение	Бугровка	4,1	0,19	0,31	0,50
277	Чуровичское сельское поселение	Вознесенск	3,9	0,18	0,30	0,48
278	Чуровичское сельское поселение	Новый Варин	3,1	0,14	0,25	0,40
279	Чуровичское сельское поселение	Перекоп	4,9	0,23	0,35	0,58
280	Чуровичское сельское поселение	Чуровичи	3,9	0,18	0,30	0,48
Клинцовский район						
281	Великотопальское сельское поселение	Дровосеки	4,5	0,21	0,35	0,56

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
282	Великотопальское сельское поселение	Дубрава	3,5	0,16	0,29	0,46
283	Великотопальское сельское поселение	Засновье	4,4	0,21	0,29	0,49
284	Великотопальское сельское поселение	Киров	3,1	0,14	0,23	0,37
285	Великотопальское сельское поселение	Красная Лоза	3,9	0,18	0,32	0,50
286	Великотопальское сельское поселение	Красный	3,3	0,15	0,24	0,39
287	Великотопальское сельское поселение	Красный Клин	2,9	0,14	0,22	0,35
288	Великотопальское сельское поселение	Красный Мост	5,9	0,27	0,42	0,70
289	Великотопальское сельское поселение	Круглое	2,9	0,14	0,26	0,40
290	Великотопальское сельское поселение	Поляна	2,9	0,14	0,26	0,40
291	Великотопальское сельское поселение	Великая Топаль	3,1	0,14	0,23	0,37
292	Великотопальское сельское поселение	Малая Топаль	3,8	0,18	0,31	0,49
293	Гулевское сельское поселение	Вольница 1-я	4,4	0,21	0,36	0,56
294	Гулевское сельское поселение	Вольница 2-я	6,2	0,29	0,49	0,78
295	Гулевское сельское поселение	Заречье	7,5	0,35	0,56	0,91
296	Гулевское сельское поселение	Калинин	5,9	0,27	0,44	0,71
297	Гулевское сельское поселение	Каменуха	5,8	0,27	0,47	0,74
298	Гулевское сельское поселение	Красная Роща	4,1	0,19	0,34	0,53
299	Гулевское сельское поселение	Красная Туросна	4,8	0,22	0,42	0,64
300	Гулевское сельское поселение	Красный Мост	6,6	0,31	0,51	0,82
301	Гулевское сельское поселение	Особицы	4,9	0,23	0,39	0,61
302	Гулевское сельское поселение	Первомайский	4,2	0,20	0,35	0,54
303	Гулевское сельское поселение	Станилов	5,2	0,24	0,44	0,68
304	Гулевское сельское поселение	Гастенка	5,4	0,25	0,45	0,70
305	Гулевское сельское поселение	Гулевка	4,1	0,19	0,34	0,53
306	Гулевское сельское поселение	Туросна	4,4	0,21	0,40	0,60
307	Коржовоголубовское сельское поселение	Кожушье	0,9	0,04	0,06	0,11
308	Коржовоголубовское сельское поселение	Рудня-Тереховка	0,8	0,04	0,06	0,10
309	Коржовоголубовское сельское поселение	Воровского	0,8	0,04	0,06	0,10
310	Коржовоголубовское сельское поселение	Заря	1,1	0,05	0,08	0,13
311	Коржовоголубовское сельское поселение	Заря	1,5	0,07	0,10	0,17
312	Коржовоголубовское сельское поселение	Затишье	1,0	0,05	0,07	0,12
313	Коржовоголубовское сельское поселение	Лукьяновка	0,9	0,04	0,07	0,11
314	Коржовоголубовское сельское поселение	Мизиричи	0,9	0,04	0,07	0,11
315	Коржовоголубовское сельское поселение	Сухопаровка	0,9	0,04	0,07	0,11
316	Коржовоголубовское сельское поселение	Коржовка-Голубовка	1,1	0,05	0,08	0,13
317	Коржовоголубовское сельское поселение	Сосновка	1,2	0,06	0,08	0,14
318	Коржовоголубовское сельское поселение	Вьюнка	1,1	0,05	0,08	0,13
319	Лопатенское сельское поселение	Андреевка-Печевая	4,7	0,22	0,53	0,75
320	Лопатенское сельское поселение	Заречье	6,3	0,29	0,54	0,83
321	Лопатенское сельское поселение	Унеча	8,6	0,40	0,82	1,2
322	Лопатенское сельское поселение	Буян	6,0	0,28	0,63	0,91
323	Лопатенское сельское поселение	Глинное	6,9	0,32	0,58	0,90
324	Лопатенское сельское поселение	Кожухова	6,4	0,30	0,66	1,0
325	Лопатенское сельское поселение	Лядовка	6,2	0,29	0,53	0,82
326	Лопатенское сельское поселение	Маковье	4,4	0,21	0,42	0,62
327	Лопатенское сельское поселение	Новая Алексеевка	6,4	0,30	0,66	1,0
328	Лопатенское сельское поселение	Новый Рассвет	8,2	0,38	0,79	1,2
329	Лопатенское сельское поселение	Гута-Корецкая	7,2	0,34	0,72	1,1
330	Лопатенское сельское поселение	Лопатни	3,3	0,15	0,35	0,50
331	Лопатенское сельское поселение	Ганновка	6,3	0,29	0,54	0,83
332	Медведовское сельское поселение	Кирковка	3,4	0,16	0,24	0,39
333	Медведовское сельское поселение	Красный Пахарь	3,3	0,15	0,24	0,40
334	Медведовское сельское поселение	Оболешево	3,3	0,15	0,24	0,40
335	Медведовское сельское поселение	Пчела	1,0	0,05	0,11	0,15
336	Медведовское сельское поселение	Бутовск	4,0	0,19	0,28	0,46

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
337	Медведовское сельское поселение	Душкино	2,3	0,11	0,18	0,28
338	Медведовское сельское поселение	Киваи	4,9	0,23	0,32	0,54
339	Медведовское сельское поселение	Кневичи	2,8	0,13	0,22	0,35
340	Медведовское сельское поселение	Медведово	2,8	0,13	0,12	0,25
341	Первомайское сельское поселение	Рудня-Голубовка	5,8	0,27	0,45	0,72
342	Первомайское сельское поселение	Теремошка	8,2	0,38	0,58	1,0
343	Первомайское сельское поселение	Тулуковщина	5,7	0,27	0,54	0,81
344	Первомайское сельское поселение	Ивановщина	3,2	0,15	0,31	0,46
345	Первомайское сельское поселение	Первое Мая	3,7	0,17	0,34	0,51
346	Первомайское сельское поселение	Токаревщина	2,9	0,14	0,29	0,43
347	Первомайское сельское поселение	Турнев	4,8	0,22	0,48	0,71
348	Первомайское сельское поселение	Ольховка	6,0	0,28	0,56	0,84
349	Рожновское сельское поселение	Веприн	11,6	0,54	1,1	1,7
350	Рожновское сельское поселение	Кузнец	12,1	0,56	1,2	1,7
351	Рожновское сельское поселение	Лесновка	8,7	0,40	0,93	1,3
352	Рожновское сельское поселение	Писаревка	9,6	0,45	0,78	1,2
353	Рожновское сельское поселение	Борозенщина	6,7	0,31	0,62	0,93
354	Рожновское сельское поселение	Голота	9,1	0,42	1,0	1,4
355	Рожновское сельское поселение	Кипень-Ущерпский	10,7	0,50	0,84	1,3
356	Рожновское сельское поселение	Колпины	9,2	0,43	0,76	1,2
357	Рожновское сельское поселение	Корьма	7,7	0,36	0,67	1,0
358	Рожновское сельское поселение	Красная Криница	8,3	0,39	0,71	1,1
359	Рожновское сельское поселение	Красный Луч	14,3	0,67	1,3	2,0
360	Рожновское сельское поселение	Новоречица	9,6	0,45	0,78	1,2
361	Рожновское сельское поселение	Новый Мир	12,5	0,58	1,2	1,8
362	Рожновское сельское поселение	Свисток	10,2	0,47	0,81	1,3
363	Рожновское сельское поселение	Ягодка	9,1	0,42	1,0	1,4
364	Рожновское сельское поселение	Рожны	5,3	0,25	0,69	0,94
365	Рожновское сельское поселение	Ущерпье	9,4	0,44	0,77	1,2
366	Смолевичское сельское поселение	Березовка	3,4	0,16	0,24	0,39
367	Смолевичское сельское поселение	Близна	2,0	0,09	0,16	0,25
368	Смолевичское сельское поселение	Субовичи	1,6	0,07	0,14	0,22
369	Смолевичское сельское поселение	Белая Криница	1,3	0,06	0,12	0,18
370	Смолевичское сельское поселение	Борки	0,9	0,04	0,10	0,14
371	Смолевичское сельское поселение	Мельяковка	2,9	0,14	0,21	0,35
372	Смолевичское сельское поселение	Филатов Хутор	2,3	0,11	0,18	0,29
373	Смолевичское сельское поселение	Чемерна	2,0	0,09	0,16	0,25
374	Смолевичское сельское поселение	Песчанка	1,4	0,07	0,13	0,20
375	Смолевичское сельское поселение	Смолевичи	1,8	0,08	0,15	0,23
376	Смотровобудское сельское поселение	Кабановка	1,8	0,08	0,17	0,26
377	Смотровобудское сельское поселение	Якубовка	1,7	0,08	0,17	0,25
378	Смотровобудское сельское поселение	Калинин	2,6	0,12	0,22	0,34
379	Смотровобудское сельское поселение	Ляды	4,2	0,20	0,30	0,49
380	Смотровобудское сельское поселение	Овсеенков	0,9	0,04	0,11	0,16
381	Смотровобудское сельское поселение	Окоп	1,9	0,09	0,18	0,27
382	Смотровобудское сельское поселение	Раскосы	3,6	0,17	0,27	0,43
383	Смотровобудское сельское поселение	Сергеевка	2,4	0,11	0,21	0,32
384	Смотровобудское сельское поселение	Сурецкий Муравей	0,9	0,04	0,06	0,10
385	Смотровобудское сельское поселение	Мартыановка	1,1	0,05	0,13	0,18
386	Смотровобудское сельское поселение	Павличи	0,8	0,04	0,06	0,09
387	Смотровобудское сельское поселение	Смотров Буда	3,9	0,18	0,28	0,46
Комаричский район						
388	Быховское сельское поселение	Быхово	0,8	0,04	0,05	0,08
389	Игрицкое сельское поселение	Асовица	0,8	0,04	0,05	0,09
390	Комаричское городское поселение	Комаричи	0,7	0,03	0,04	0,07

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
391	Литижское сельское поселение	Каменец	0,8	0,04	0,05	0,09
392	Лопандинское сельское поселение	Бабинец	0,7	0,03	0,05	0,09
393	Лопандинское сельское поселение	Захарово	0,9	0,04	0,07	0,11
394	Лопандинское сельское поселение	Кокино	1,2	0,06	0,08	0,14
395	Лопандинское сельское поселение	Робское	1,3	0,06	0,10	0,16
396	Лопандинское сельское поселение	Слободка	1,6	0,07	0,12	0,19
397	Лопандинское сельское поселение	Туличево	1,2	0,06	0,08	0,14
398	Лопандинское сельское поселение	Чернево	1,6	0,07	0,12	0,19
399	Лопандинское сельское поселение	Зарево	0,8	0,04	0,06	0,10
400	Лопандинское сельское поселение	Солнце	0,9	0,04	0,07	0,11
401	Лопандинское сельское поселение	Троицкий	0,7	0,03	0,06	0,09
402	Лопандинское сельское поселение	Радогощь	2,0	0,09	0,14	0,23
403	Усожское сельское поселение	Добричек	0,5	0,02	0,03	0,06
<i>Красногорский район</i>						
404	Барсуковский сельсовет	Барсуки	54,6	2,5	3,3	5,9
405	Заборский сельсовет	Князевщина	19,5	0,91	1,7	2,6
406	Заборский сельсовет	Прогресс	37,0	1,7	2,5	4,2
407	Колюдовское сельское поселение	Кургановка	3,2	0,15	0,42	0,57
408	Колюдовское сельское поселение	Кустовка	1,3	0,06	0,35	0,41
409	Колюдовское сельское поселение	Фошное	2,9	0,14	0,19	0,33
410	Колюдовское сельское поселение	Буда	1,7	0,08	0,11	0,19
411	Колюдовское сельское поселение	Даниловка	2,5	0,12	0,14	0,26
412	Колюдовское сельское поселение	Деньгубовка	3,3	0,15	0,21	0,36
413	Колюдовское сельское поселение	Дубрежка	3,2	0,15	0,21	0,36
414	Колюдовское сельское поселение	Зеленая Дубровка	6,8	0,32	0,35	0,67
415	Колюдовское сельское поселение	Калинин	2,0	0,09	0,12	0,22
416	Колюдовское сельское поселение	Каменка	1,2	0,06	0,09	0,14
417	Колюдовское сельское поселение	Красная Пересвица	4,4	0,21	0,25	0,46
418	Колюдовское сельское поселение	Красное	4,0	0,19	0,24	0,42
419	Колюдовское сельское поселение	Краснопавловка	1,2	0,06	0,09	0,14
420	Колюдовское сельское поселение	Криничное	4,9	0,23	0,48	0,71
421	Колюдовское сельское поселение	Непобедимый	2,7	0,13	0,15	0,28
422	Колюдовское сельское поселение	Новая Дубровка	4,0	0,19	0,24	0,42
423	Колюдовское сельское поселение	Новоковалевка	1,9	0,09	0,12	0,21
424	Колюдовское сельское поселение	Обруб	1,5	0,07	0,10	0,17
425	Колюдовское сельское поселение	Прудки	3,2	0,15	0,17	0,32
426	Колюдовское сельское поселение	Рубаны	10,5	0,49	0,69	1,2
427	Колюдовское сельское поселение	Труд	3,0	0,14	0,20	0,34
428	Колюдовское сельское поселение	Колюды	3,0	0,14	0,16	0,30
429	Колюдовское сельское поселение	Николаевка	41,6	1,9	1,8	3,8
430	Красногорское городское поселение	Батуровка	13,0	0,60	0,82	1,4
431	Красногорское городское поселение	Дубенец	8,7	0,40	0,62	1,0
432	Красногорское городское поселение	Селец	7,1	0,33	0,63	1,0
433	Красногорское городское поселение	Даниловка	2,2	0,10	0,19	0,29
434	Красногорское городское поселение	Загледье	8,6	0,40	0,62	1,0
435	Красногорское городское поселение	Красная Гора	4,1	0,19	0,29	0,48
436	Красногорское городское поселение	Новая Москва	2,8	0,13	0,22	0,35
437	Красногорское городское поселение	Щедрин	1,9	0,09	0,17	0,26
438	Красногорское городское поселение	Великоудебное	10,8	0,50	0,85	1,4
439	Лотаковское сельское поселение	Ермоленка	3,1	0,14	0,25	0,39
440	Лотаковское сельское поселение	Ивановка	4,5	0,21	0,28	0,49
441	Лотаковское сельское поселение	Кибирщина	3,4	0,16	0,26	0,42
442	Лотаковское сельское поселение	Ларневск	3,1	0,14	0,18	0,33
443	Лотаковское сельское поселение	Морозовка	3,8	0,18	0,21	0,38
444	Лотаковское сельское поселение	Чиграй (Чиграи)	17,4	0,81	0,61	1,4

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
445	Лотаковское сельское поселение	Заречье	3,0	0,14	0,24	0,38
446	Лотаковское сельское поселение	Комары	3,3	0,15	0,19	0,34
447	Лотаковское сельское поселение	Никольск	2,6	0,12	0,17	0,29
448	Лотаковское сельское поселение	Тисленки	2,6	0,12	0,17	0,29
449	Лотаковское сельское поселение	Лотаки	3,3	0,15	0,23	0,38
450	Любовшанское сельское поселение	Кашковка	2,0	0,09	0,27	0,36
451	Любовшанское сельское поселение	Любовшо	2,9	0,14	0,20	0,33
452	Любовшанское сельское поселение	Ямонец	5,7	0,27	0,47	0,74
453	Любовшанское сельское поселение	Верхличи	3,0	0,14	0,32	0,46
454	Макаричское сельское поселение	Вяжновка	7,4	0,34	0,72	1,1
455	Макаричское сельское поселение	Макаричи	8,7	0,40	0,62	1,0
456	Макаричское сельское поселение	Палужская Рудня	2,8	0,13	0,22	0,35
457	Макаричское сельское поселение	Дубовец	4,3	0,20	0,40	0,60
458	Макаричское сельское поселение	Заборье	55,5	2,6	3,2	5,8
459	Макаричское сельское поселение	Медведи	7,0	0,33	0,70	1,0
460	Медведевский сельсовет	Нижняя Мельница	5,5	0,26	0,63	0,89
461	Перелазское сельское поселение	Красный Городок	1,2	0,06	0,11	0,17
462	Перелазское сельское поселение	Сеятель	3,8	0,18	0,25	0,43
463	Перелазское сельское поселение	Летяхи	1,9	0,09	0,15	0,24
464	Перелазское сельское поселение	Перелазы	2,4	0,11	0,18	0,30
465	Яловское сельское поселение	Городечня	9,5	0,44	1,1	1,5
466	Яловское сельское поселение	Увелье	23,2	1,1	1,9	3,0
467	Яловское сельское поселение	Яловка	35,3	1,6	2,5	4,1
<i>Мглинский район</i>						
468	Новочешуйковское сельское поселение	Харновка	0,8	0,04	0,05	0,09
<i>Навлинский район</i>						
469	Алешенское сельское поселение	Алешенка (Алешинка)	0,7	0,03	0,05	0,08
470	Навлинское городское поселение	Липки	1,3	0,06	0,09	0,15
471	Навлинское городское поселение	Красный Курган	0,8	0,04	0,07	0,10
472	Навлинское городское поселение	Навля	0,7	0,02	0,02	0,04
473	Навлинское городское поселение	Партизанское	0,9	0,04	0,07	0,11
474	Салтановское сельское поселение	Салтановка	0,8	0,04	0,06	0,10
475	Чичковское сельское поселение	Курносовка	0,7	0,03	0,06	0,09
476	Чичковское сельское поселение	Красный Бор	0,6	0,03	0,06	0,09
477	Чичковское сельское поселение	Чичково	1,2	0,06	0,10	0,15
478	Щегловское сельское поселение	Стайки	0,8	0,04	0,05	0,09
479	Щегловское сельское поселение	Литовня	1,0	0,05	0,06	0,11
<i>Новozyбковский район</i>						
480	Верещацкое сельское поселение	Несвоевка	7,4	0,34	0,78	1,1
481	Верещацкое сельское поселение	Грозный	9,0	0,42	0,89	1,3
482	Верещацкое сельское поселение	Мохоновка	7,0	0,33	0,75	1,1
483	Верещацкое сельское поселение	Новые Катичи	11,2	0,52	1,2	1,7
484	Верещацкое сельское поселение	Триголов	8,6	0,40	0,86	1,3
485	Верещацкое сельское поселение	Верещаки	9,5	0,44	0,92	1,4
486	Верещацкое сельское поселение	Вихолка	11,2	0,52	1,2	1,7
487	Верещацкое сельское поселение	Катичи	10,9	0,51	1,2	1,7
488	Деменское сельское поселение	Опытная Станция	17,6	0,82	1,6	2,4
489	Деменское сельское поселение	Деменка	16,0	0,74	1,3	2,1
490	Деменское сельское поселение	Перевоз	13,7	0,64	1,2	1,8
491	Замишевское сельское поселение	Крутобerezка	6,8	0,32	0,76	1,1
492	Замишевское сельское поселение	ж/ст Маниюки	4,4	0,21	0,40	0,60
493	Замишевское сельское поселение	Клюков Мох	10,8	0,50	1,0	1,5
494	Замишевское сельское поселение	Шитиков Лог	6,8	0,32	0,61	0,92
495	Замишевское сельское поселение	Белый Колодезь	7,4	0,34	0,56	0,91
496	Замишевское сельское поселение	Замишево	9,8	0,46	0,77	1,2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
497	Замишевское сельское поселение	Манюки	7,2	0,34	0,55	0,89
498	Замишевское сельское поселение	Синий Колодец	7,7	0,36	0,81	1,2
499	Старобобовичское сельское поселение	Гатка	13,0	0,60	1,3	1,9
500	Старобобовичское сельское поселение	Грива	16,4	0,76	1,7	2,4
501	Старобобовичское сельское поселение	Гривка	13,2	0,61	1,3	1,9
502	Старобобовичское сельское поселение	Победа	12,9	0,60	1,2	1,8
503	Старобобовичское сельское поселение	Прудовка	13,8	0,64	1,5	2,1
504	Старобобовичское сельское поселение	Ясная Поляна	13,9	0,65	1,3	2,0
505	Старобобовичское сельское поселение	Новые Бобовичи	15,0	0,70	1,3	2,0
506	Старобобовичское сельское поселение	Старые Бобовичи	13,5	0,63	1,3	1,9
507	Старобобовичское сельское поселение	Старый Вышков	21,4	1,0	2,0	3,0
508	Старобобовичское сельское поселение	Булдынка	14,2	0,66	1,3	2,0
509	Старокривецкое сельское поселение	Малый Кривец	4,9	0,23	0,37	0,60
510	Старокривецкое сельское поселение	Скоробогатая Слобода	5,4	0,25	0,40	0,65
511	Старокривецкое сельское поселение	Дягель	3,7	0,17	0,31	0,48
512	Старокривецкое сельское поселение	Красный Гай	5,9	0,27	0,42	0,69
513	Старокривецкое сельское поселение	Курганье	3,9	0,18	0,32	0,50
514	Старокривецкое сельское поселение	Отрадное	3,5	0,16	0,30	0,46
515	Старокривецкое сельское поселение	Каташин	5,5	0,26	0,40	0,66
516	Старокривецкое сельское поселение	Старый Кривец	3,7	0,17	0,31	0,48
517	Тростанское сельское поселение	Дубровка	11,0	0,51	0,80	1,3
518	Тростанское сельское поселение	Тростань	7,5	0,35	0,64	1,0
519	Тростанское сельское поселение	Дружба	9,4	0,44	0,74	1,2
520	Тростанское сельское поселение	Мамай	9,5	0,44	0,75	1,2
521	Тростанское сельское поселение	Сновское	6,4	0,30	0,57	0,86
522	Тростанское сельское поселение	Величка	8,9	0,41	0,72	1,1
523	Халеевичское сельское поселение	Старая Рудня	10,2	0,47	1,0	1,4
524	Халеевичское сельское поселение	Халеевичи (Холевичи)	13,3	0,62	1,2	1,8
525	Халеевичское сельское поселение	Дедовский	9,1	0,42	0,86	1,3
526	Халеевичское сельское поселение	Калиновка	9,0	0,42	0,85	1,3
527	Халеевичское сельское поселение	Машкинский	9,7	0,45	0,93	1,4
528	Халеевичское сельское поселение	Полек	11,6	0,54	1,0	1,6
529	Халеевичское сельское поселение	Синявка	8,5	0,40	0,82	1,2
530	Халеевичское сельское поселение	Ягодное	14,5	0,67	1,2	1,9
531	Халеевичское сельское поселение	Внуковичи	10,2	0,47	0,93	1,4
532	Шеломовское сельское поселение	Журавка	12,2	0,57	1,3	1,8
533	Шеломовское сельское поселение	Корна	13,1	0,61	1,1	1,7
534	Шеломовское сельское поселение	Корчи	9,9	0,46	1,0	1,5
535	Шеломовское сельское поселение	Новое Место	14,1	0,66	1,2	1,8
536	Шеломовское сельское поселение	Шеломы	11,4	0,53	1,1	1,7
<i>Погарский район</i>						
537	Борщовское сельское поселение	Мирские	0,7	0,03	0,04	0,08
538	Борщовское сельское поселение	Песчанки	0,8	0,04	0,05	0,09
539	Борщовское сельское поселение	Борщово	0,8	0,04	0,05	0,09
540	Борщовское сельское поселение	Лобки	0,7	0,03	0,04	0,08
541	Витемлянское сельское поселение	Красный Угол	0,8	0,04	0,06	0,10
542	Витемлянское сельское поселение	Нечуи	0,9	0,04	0,07	0,11
543	Витемлянское сельское поселение	Торкин	0,6	0,03	0,05	0,08
544	Гетуновское сельское поселение	Калиновка	0,8	0,04	0,05	0,08
545	Гетуновское сельское поселение	Авсеенков	0,7	0,03	0,04	0,08
546	Гетуновское сельское поселение	Гетуновка	0,7	0,03	0,04	0,08
547	Гетуновское сельское поселение	Синицкий	0,8	0,04	0,05	0,08
548	Гетуновское сельское поселение	Чаков	0,8	0,04	0,05	0,08
549	Городищенское сельское поселение	Гриневочка	0,8	0,04	0,06	0,10
550	Городищенское сельское поселение	Лукин	0,7	0,03	0,05	0,08

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
551	Городищенское сельское поселение	Перегон	0,7	0,03	0,05	0,09
552	Городищенское сельское поселение	Чубарово	0,8	0,04	0,06	0,10
553	Городищенское сельское поселение	Белый Поруб	0,7	0,03	0,05	0,08
554	Городищенское сельское поселение	Гошка	0,6	0,03	0,05	0,08
555	Городищенское сельское поселение	Городище	0,8	0,04	0,06	0,10
556	Городищенское сельское поселение	Кирпичный	0,7	0,03	0,05	0,08
557	Гриневское сельское поселение	Майский	2,0	0,09	0,09	0,18
558	Гриневское сельское поселение	Меловое	1,0	0,05	0,05	0,10
559	Гриневское сельское поселение	Незеваевка	0,7	0,03	0,05	0,08
560	Гриневское сельское поселение	Новый Синин	0,7	0,03	0,05	0,08
561	Гриневское сельское поселение	Бобрик	0,9	0,04	0,06	0,10
562	Гриневское сельское поселение	Гринево	0,8	0,04	0,05	0,08
563	Гриневское сельское поселение	Синин	0,9	0,04	0,06	0,10
564	Гриневское сельское поселение	Низы	1,0	0,05	0,05	0,10
565	Кистерское сельское поселение	Колодезки	0,6	0,03	0,03	0,06
566	Кистерское сельское поселение	Андрейковичи	0,7	0,03	0,04	0,07
567	Посудичское сельское поселение	Мадеевка	0,7	0,03	0,06	0,09
568	Посудичское сельское поселение	Яковлевичи	0,7	0,03	0,06	0,09
569	Посудичское сельское поселение	Белевая	0,8	0,04	0,07	0,11
570	Посудичское сельское поселение	Бердаши	0,7	0,03	0,06	0,09
571	Посудичское сельское поселение	Ореховка	0,6	0,03	0,05	0,08
572	Посудичское сельское поселение	Садовый	0,8	0,04	0,06	0,10
573	Посудичское сельское поселение	Посудичи	1,0	0,05	0,08	0,13
574	Прирубкинское сельское поселение	Жигалки	1,1	0,05	0,06	0,11
575	Прирубкинское сельское поселение	Прирубки	1,2	0,06	0,06	0,11
576	Прирубкинское сельское поселение	Рожки	0,9	0,04	0,05	0,09
577	Прирубкинское сельское поселение	Буденный	1,5	0,07	0,07	0,14
578	Прирубкинское сельское поселение	Грозный	1,4	0,07	0,07	0,13
579	Прирубкинское сельское поселение	Первомайский	1,1	0,05	0,05	0,11
580	Прирубкинское сельское поселение	Балькино	0,8	0,04	0,04	0,08
581	Прирубкинское сельское поселение	Сочилов	1,1	0,05	0,05	0,11
582	Стеченское сельское поселение	Карбовка	0,7	0,03	0,05	0,09
583	Стеченское сельское поселение	Романовка	0,6	0,03	0,05	0,08
584	Стеченское сельское поселение	Дуброва	0,9	0,04	0,08	0,12
585	Стеченское сельское поселение	Дятлов	1,0	0,05	0,08	0,13
586	Стеченское сельское поселение	Грязивец	0,6	0,03	0,05	0,08
587	Стеченское сельское поселение	Чеховка	0,9	0,04	0,06	0,11
588	Стеченское сельское поселение	Глинки	0,9	0,04	0,06	0,11
589	Стеченское сельское поселение	Лосевка	0,8	0,04	0,06	0,10
590	Стеченское сельское поселение	Поперечное	0,8	0,04	0,06	0,10
591	Стеченское сельское поселение	Реуха	0,6	0,03	0,05	0,08
592	Суворовское сельское поселение	Суворово	0,7	0,03	0,06	0,09
593	Юдиновское сельское поселение	Красная Роща	1,1	0,05	0,06	0,12
594	Юдиновское сельское поселение	Пролетарский	1,0	0,05	0,06	0,11
595	Юдиновское сельское поселение	Заречное	1,4	0,07	0,08	0,14
Рогнединский район						
596	Рогнединское городское поселение	Толвино	0,7	0,03	0,03	0,06
597	Селиловичское сельское поселение	Снопоть	0,5	0,02	0,02	0,04
598	Тюнинское сельское поселение	Щепет	0,7	0,03	0,02	0,06
599	Федоровское сельское поселение	Слобода	0,6	0,03	0,02	0,05
600	Федоровское сельское поселение	Согласие	0,6	0,03	0,03	0,05
601	Федоровское сельское поселение	Чернея	0,8	0,04	0,03	0,07
602	Федоровское сельское поселение	Гобики	0,5	0,02	0,02	0,05
603	Федоровское сельское поселение	Осовик	0,7	0,03	0,03	0,06
604	Шаровичское сельское поселение	Буда	0,6	0,03	0,04	0,07

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
605	Шаровичское сельское поселение	Верхнее Бунево	0,6	0,03	0,04	0,07
606	Шаровичское сельское поселение	Новоалександровка	0,7	0,03	0,04	0,08
607	Шаровичское сельское поселение	Рожня	0,8	0,04	0,04	0,07
608	Шаровичское сельское поселение	Шаровичи	0,7	0,03	0,04	0,08
609	Шаровичское сельское поселение	Шоховка	0,7	0,03	0,04	0,08
<i>Севский район</i>						
610	Косицкое сельское поселение	Липница	1,2	0,06	0,08	0,13
611	Подлесно-Новосельское сельское поселение	Ивачево	0,6	0,03	0,03	0,06
612	Подлесно-Новосельское сельское поселение	Сосница	0,7	0,03	0,04	0,07
613	Пушкинское сельское поселение	Рейтаровка	0,8	0,04	0,05	0,08
614	Пушкинское сельское поселение	Трудовик	1,2	0,06	0,07	0,12
615	Пушкинское сельское поселение	Марицкий Хутор	0,6	0,03	0,04	0,07
<i>Стародубский район</i>						
616	Воронокское сельское поселение	Васильевка	1,1	0,05	0,12	0,17
617	Воронокское сельское поселение	Алейниково	1,5	0,07	0,11	0,18
618	Воронокское сельское поселение	Воронок	2,0	0,09	0,17	0,26
619	Воронокское сельское поселение	Елионка	2,1	0,10	0,17	0,26
620	Воронокское сельское поселение	Крутая Буда	1,3	0,06	0,10	0,16
621	Воронокское сельское поселение	Ломаковка	0,9	0,04	0,08	0,12
622	Воронокское сельское поселение	Лужки	3,1	0,14	0,23	0,37
623	Воронокское сельское поселение	Солова	3,1	0,14	0,22	0,36
624	Воронокское сельское поселение	Стратива	1,4	0,07	0,11	0,17
625	Десятуховское сельское поселение	Басихин	1,3	0,06	0,07	0,13
626	Десятуховское сельское поселение	Коробовщина	1,2	0,06	0,07	0,13
627	Десятуховское сельское поселение	Тютюри	0,8	0,04	0,05	0,09
628	Десятуховское сельское поселение	Човпня	0,9	0,04	0,06	0,10
629	Десятуховское сельское поселение	Васильевка	1,0	0,05	0,06	0,11
630	Десятуховское сельское поселение	Вербовка	0,9	0,04	0,06	0,10
631	Десятуховское сельское поселение	Водотище	0,7	0,03	0,05	0,08
632	Десятуховское сельское поселение	Ворчаны	1,2	0,06	0,07	0,13
633	Десятуховское сельское поселение	Дубрава	0,8	0,04	0,05	0,09
634	Десятуховское сельское поселение	Кудрявцев	0,8	0,04	0,06	0,10
635	Десятуховское сельское поселение	Луканичи	0,7	0,03	0,05	0,09
636	Десятуховское сельское поселение	Раздолье	0,9	0,04	0,06	0,10
637	Десятуховское сельское поселение	Алефин	0,8	0,04	0,06	0,09
638	Десятуховское сельское поселение	Еремин	0,8	0,04	0,06	0,09
639	Десятуховское сельское поселение	Левенка	0,9	0,04	0,06	0,10
640	Десятуховское сельское поселение	Мереновка	0,9	0,04	0,06	0,10
641	Десятуховское сельское поселение	Пролетарск	0,9	0,04	0,06	0,10
642	Занковское сельское поселение	Березовка	1,0	0,05	0,08	0,13
643	Занковское сельское поселение	Буда-Корецкая	1,3	0,06	0,11	0,17
644	Занковское сельское поселение	Макаровка	1,9	0,09	0,14	0,22
645	Занковское сельское поселение	Малышкин	1,6	0,07	0,11	0,18
646	Занковское сельское поселение	Обуховка	1,1	0,05	0,08	0,13
647	Занковское сельское поселение	Озерное	1,5	0,07	0,12	0,19
648	Занковское сельское поселение	Приваловка	2,1	0,10	0,15	0,24
649	Занковское сельское поселение	Соколовка	1,9	0,09	0,13	0,21
650	Занковское сельское поселение	Ковалевщина	0,9	0,04	0,07	0,11
651	Занковское сельское поселение	Красная Звезда	1,0	0,05	0,08	0,13
652	Занковское сельское поселение	Красный	1,0	0,05	0,08	0,13
653	Занковское сельское поселение	Занковка	1,9	0,09	0,13	0,21
654	Занковское сельское поселение	Картушин	1,1	0,05	0,08	0,13
655	Занковское сельское поселение	Новомлынка	1,8	0,08	0,13	0,22
656	Занковское сельское поселение	Друговщина	1,5	0,07	0,11	0,18
657	Занковское сельское поселение	Каменчуковка	1,7	0,08	0,12	0,19

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
658	Занковское сельское поселение	Плоцкое	1,9	0,09	0,13	0,21
659	Запольскохалеевичское сельское поселение	Вишенки	0,8	0,04	0,07	0,10
660	Запольскохалеевичское сельское поселение	Мацковка	1,2	0,06	0,09	0,15
661	Запольскохалеевичское сельское поселение	Май	1,0	0,05	0,08	0,13
662	Запольскохалеевичское сельское поселение	Запольские Халеевичи	0,8	0,04	0,07	0,10
663	Запольскохалеевичское сельское поселение	Литовск	1,4	0,07	0,11	0,17
664	Запольскохалеевичское сельское поселение	Селище	1,0	0,05	0,08	0,13
665	Запольскохалеевичское сельское поселение	Старые Халеевичи	1,0	0,05	0,08	0,12
666	Запольскохалеевичское сельское поселение	Ярцево	1,6	0,07	0,12	0,19
667	Каменское сельское поселение	Истровка	3,1	0,14	0,27	0,42
668	Каменское сельское поселение	Камень	2,1	0,10	0,17	0,26
669	Каменское сельское поселение	Крюков	1,7	0,08	0,14	0,22
670	Каменское сельское поселение	Логоватое	1,8	0,08	0,14	0,23
671	Каменское сельское поселение	Нижнее	3,5	0,16	0,30	0,46
672	Каменское сельское поселение	Чубковичи	2,2	0,10	0,17	0,27
673	Меленское сельское поселение	Гриденки	0,7	0,03	0,04	0,08
674	Меленское сельское поселение	Суховерхово	0,6	0,03	0,04	0,07
675	Меленское сельское поселение	Берновичский	0,3	0,01	0,03	0,04
676	Меленское сельское поселение	Вольный	0,6	0,03	0,04	0,07
677	Меленское сельское поселение	Жеча	0,7	0,03	0,04	0,08
678	Меленское сельское поселение	Меленск	0,7	0,03	0,04	0,08
679	Мишковское сельское поселение	Случок	0,9	0,04	0,08	0,12
680	Мишковское сельское поселение	Хомутовка	1,2	0,06	0,07	0,12
681	Мишковское сельское поселение	Желанный	1,3	0,06	0,10	0,16
682	Мишковское сельское поселение	Иванчиков	1,2	0,06	0,09	0,15
683	Мишковское сельское поселение	Стодолы	1,1	0,05	0,06	0,11
684	Мишковское сельское поселение	Дедов	1,3	0,06	0,10	0,16
685	Мишковское сельское поселение	Дохновичи	1,3	0,06	0,10	0,16
686	Мишковское сельское поселение	Мишковка	1,1	0,05	0,06	0,11
687	Мишковское сельское поселение	Суходолье	1,1	0,05	0,09	0,14
688	Мишковское сельское поселение	Тарасовка	0,9	0,04	0,05	0,09
689	Мохоновское сельское поселение	Крапивна	1,1	0,05	0,09	0,14
690	Мохоновское сельское поселение	Мадеевка	1,1	0,05	0,09	0,14
691	Мохоновское сельское поселение	Мытнички	1,2	0,06	0,09	0,14
692	Мохоновское сельское поселение	Прокоповка	1,9	0,09	0,12	0,21
693	Мохоновское сельское поселение	Червонный Яр	1,0	0,05	0,08	0,13
694	Мохоновское сельское поселение	Дареевичи	1,6	0,07	0,11	0,18
695	Мохоновское сельское поселение	Мохоновка	0,8	0,04	0,07	0,11
696	Мохоновское сельское поселение	Остроглядово	1,0	0,05	0,08	0,13
697	Мохоновское сельское поселение	Рябцево	0,7	0,03	0,07	0,10
698	Мохоновское сельское поселение	Сергеевск	1,2	0,06	0,09	0,15
699	Мохоновское сельское поселение	Шкрябино	2,5	0,12	0,15	0,27
700	Мохоновское сельское поселение	Коровченка	0,9	0,04	0,08	0,12
701	Мохоновское сельское поселение	Новенький	1,6	0,07	0,11	0,18
702	Понуровское сельское поселение	Барбино	0,7	0,03	0,05	0,08
703	Понуровское сельское поселение	Волна	1,0	0,05	0,07	0,12
704	Понуровское сельское поселение	Красиловка	1,5	0,07	0,10	0,16
705	Понуровское сельское поселение	Липица	0,6	0,03	0,04	0,07
706	Понуровское сельское поселение	Малиновка	0,7	0,03	0,05	0,08
707	Понуровское сельское поселение	Первомайский	0,9	0,04	0,05	0,10
708	Понуровское сельское поселение	Поляна	0,8	0,04	0,05	0,09
709	Понуровское сельское поселение	Азаровка	0,9	0,04	0,06	0,10
710	Понуровское сельское поселение	Буда-Понуровская	1,6	0,07	0,10	0,17
711	Понуровское сельское поселение	Демьянки	1,2	0,06	0,07	0,12
712	Понуровское сельское поселение	Курковичи	0,9	0,04	0,07	0,11

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
713	Понуровское сельское поселение	Понуровка	1,2	0,06	0,08	0,14
<i>Суземский район</i>						
714	Алешковичское сельское поселение	Новинский	1,0	0,05	0,07	0,12
<i>Суражский район</i>						
715	Влазовичское сельское поселение	Андреевка	0,7	0,03	0,06	0,09
716	Влазовичское сельское поселение	Покровка	0,7	0,03	0,06	0,09
717	Влазовичское сельское поселение	Рудницкий	1,5	0,07	0,10	0,17
718	Влазовичское сельское поселение	Косичи	1,2	0,06	0,09	0,14
719	Влазовичское сельское поселение	Октябрьское	0,8	0,04	0,06	0,10
720	Кулажское сельское поселение	Речное	0,7	0,03	0,05	0,08
721	Овчинское сельское поселение	Сенча	0,6	0,03	0,04	0,06
<i>Трубчевский район</i>						
722	Белоберезковское городское поселение	Белая Березка	0,8	0,04	0,05	0,09
723	Селецкое сельское поселение	Любовня	0,8	0,04	0,04	0,08
724	Селецкое сельское поселение	Сосновка	0,6	0,03	0,04	0,06
725	Селецкое сельское поселение	Удолье	0,6	0,03	0,03	0,06
726	Селецкое сельское поселение	Хотьяновка	1,0	0,05	0,05	0,10
727	Селецкое сельское поселение	Алешенка	0,8	0,04	0,05	0,08
728	Семячковское сельское поселение	Бобовня	0,6	0,03	0,03	0,06
729	Семячковское сельское поселение	Груздовцы	0,7	0,03	0,04	0,07
730	Семячковское сельское поселение	Ильино	0,7	0,03	0,04	0,08
731	Семячковское сельское поселение	Калачовка	0,8	0,04	0,04	0,08
732	Семячковское сельское поселение	Огородня	0,8	0,04	0,04	0,08
733	Семячковское сельское поселение	Ожигово	0,7	0,03	0,04	0,08
734	Семячковское сельское поселение	Паровичи	0,6	0,03	0,04	0,07
735	Семячковское сельское поселение	Потапово	0,9	0,04	0,05	0,09
736	Семячковское сельское поселение	Ужа	0,8	0,04	0,05	0,08
737	Семячковское сельское поселение	Чуркино	0,8	0,04	0,05	0,09
738	Семячковское сельское поселение	Брусничный	0,6	0,03	0,03	0,06
739	Семячковское сельское поселение	Покровский	0,7	0,03	0,04	0,07
740	Семячковское сельское поселение	Семячки	0,6	0,03	0,04	0,07
741	Семячковское сельское поселение	Тишино	0,6	0,03	0,04	0,07
742	Телецкое сельское поселение	Кветунь	0,8	0,04	0,04	0,08
743	Телецкое сельское поселение	Колодезки	0,6	0,03	0,03	0,06
744	Телецкое сельское поселение	Красное	0,6	0,03	0,04	0,07
745	Телецкое сельское поселение	Лучки	0,6	0,03	0,03	0,06
746	Телецкое сельское поселение	Макарзно	0,7	0,03	0,04	0,07
747	Телецкое сельское поселение	Высокий Ключ	0,6	0,03	0,03	0,06
748	Юровское сельское поселение	Верхние Новоселки	0,9	0,04	0,06	0,10
<i>Унечский район</i>						
749	Найтоповичское сельское поселение	Брянкустичи	0,8	0,04	0,04	0,08
Воронежская область						
<i>Аннинский район</i>						
1	Верхнетоиденское сельское поселение	Дмитровский	0,7	0,03	0,01	0,04
2	Верхнетоиденское сельское поселение	Левашовка	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Верхнехавский район</i>						
3	Нижнебайгорское сельское поселение	Верхняя Байгора	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Нижнедевицкий район</i>						
4	Михневское сельское поселение	Большая Мездрянка	0,8	0,04	0,01	0,04
<i>Ольховатский район</i>						
5	Караяшниковское сельское поселение	Андриановка	0,9	0,04	0,01	0,05
6	Караяшниковское сельское поселение	Крюков	0,8	0,04	0,01	0,04
7	Караяшниковское сельское поселение	Лесное Уколово	0,6	0,03	0,01	0,03
8	Караяшниковское сельское поселение	Новомосковский	0,6	0,03	0,01	0,03
9	Караяшниковское сельское поселение	Рыбный	0,8	0,04	0,01	0,04

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
10	Копанянское сельское поселение	Колесниково	0,8	0,04	0,01	0,04
11	Копанянское сельское поселение	Новая Сотня	0,7	0,03	0,01	0,04
12	Марьевское сельское поселение	Марьевка	0,6	0,03	0,01	0,03
13	Марьевское сельское поселение	Новодмитриевка	0,7	0,03	0,01	0,04
14	Марьевское сельское поселение	Ясиновка	0,7	0,03	0,01	0,04
15	Ольховатское городское поселение	Большие Базы	0,7	0,03	0,01	0,04
16	Ольховатское городское поселение	Загирянка	0,8	0,04	0,01	0,04
17	Степнянское сельское поселение	Конное	0,7	0,03	0,01	0,04
18	Степнянское сельское поселение	Костово	0,9	0,04	0,01	0,05
19	Степнянское сельское поселение	Родина Героя	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Острогожский район</i>						
20	Веретьевское сельское поселение	Веретье	0,7	0,03	0,01	0,04
21	Веретьевское сельское поселение	Новая Осиновка	0,7	0,03	0,01	0,04
22	Ольшанское сельское поселение	Верхний Ольшан	0,7	0,03	0,01	0,04
23	Ольшанское сельское поселение	Шинкин	0,6	0,03	0,01	0,03
24	Петренковское сельское поселение	Ближняя Полубянка	1,5	0,07	0,01	0,08
25	Петренковское сельское поселение	Петренково	1,6	0,07	0,01	0,09
26	Петренковское сельское поселение	Пахолок	1,5	0,07	0,01	0,08
27	Хохол-Тростянское сельское поселение	Хохол-Тростянка	0,6	0,03	0,01	0,03
28	Шубинское сельское поселение	1-го отделения совхоза «Острогожский»	0,8	0,04	0,01	0,04
29	Шубинское сельское поселение	2-го отд. совхоза «Острогожский»	0,6	0,03	0,01	0,03
30	Шубинское сельское поселение	Грушевая поляна	0,8	0,04	0,01	0,04
31	Шубинское сельское поселение	Центрального отделения совхоза «Острогожский»	0,7	0,03	0,01	0,04
32	Шубинское сельское поселение	Русская Тростянка	0,8	0,04	0,01	0,04
33	Шубинское сельское поселение	Шубное	0,7	0,03	0,01	0,04
34	Шубинское сельское поселение	Губаревка	0,8	0,04	0,01	0,04
<i>Панинский район</i>						
35	Краснолиманское сельское поселение	Новоепифановка	1,0	0,05	0,01	0,06
36	Краснолиманское сельское поселение	Красный Лиман 2-й	0,7	0,03	0,01	0,04
37	Краснолиманское сельское поселение	Усманские Выселки	0,8	0,04	0,01	0,04
38	Криушанское сельское поселение	Нащёкинские Выселки	0,9	0,04	0,01	0,05
39	Мартыновское сельское поселение	3-го отделения племсовхоза «Победа Октября»	1,0	0,05	0,01	0,06
40	Мартыновское сельское поселение	Александровка	0,9	0,04	0,01	0,05
41	Сергеевское сельское поселение	Сергеевка	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Репьёвский район</i>						
42	Бутырское сельское поселение	Комсомолец	1,1	0,05	0,01	0,06
43	Бутырское сельское поселение	Екатериновка	0,7	0,03	0,01	0,04
44	Бутырское сельское поселение	Зарослый	1,3	0,06	0,01	0,07
45	Бутырское сельское поселение	Какуринка	0,9	0,04	0,01	0,05
46	Бутырское сельское поселение	Ключи	1,1	0,05	0,01	0,06
47	Бутырское сельское поселение	Корнеевка	0,8	0,04	0,01	0,05
48	Бутырское сельское поселение	Обрез	1,2	0,06	0,01	0,07
49	Бутырское сельское поселение	Сердюки	0,9	0,04	0,01	0,05
50	Истобинское сельское поселение	Истобное	0,7	0,03	0,01	0,04
51	Колбинское сельское поселение	Колбино	0,6	0,03	0,01	0,03
52	Колбинское сельское поселение	Прилепы	0,8	0,04	0,01	0,04
53	Колбинское сельское поселение	Сасовка 1-я	0,7	0,03	0,01	0,04
54	Краснолиповское сельское поселение	Краснолипы	0,9	0,04	0,01	0,05
55	Новосолдатское сельское поселение	Новосолдатка	0,9	0,04	0,01	0,05
56	Репьёвское сельское поселение	Репьёвка	1,0	0,05	0,01	0,06
57	Репьёвское сельское поселение	Дракино	0,8	0,04	0,01	0,04
58	Россошанское сельское поселение	Одинцовка	0,8	0,04	0,01	0,04
59	Россошанское сельское поселение	Россошь	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
60	Россошанское сельское поселение	Александровка 2-я	0,8	0,04	0,01	0,04
61	Россошанское сельское поселение	Дружба	0,7	0,03	0,01	0,04
62	Россошанское сельское поселение	Красная Поляна	0,9	0,04	0,01	0,05
63	Россошанское сельское поселение	Родники	0,8	0,04	0,01	0,04
64	Скорицкое сельское поселение	Скорицкое	0,9	0,04	0,01	0,05
65	Скорицкое сельское поселение	Усть-Муравлянка	0,9	0,04	0,01	0,05
66	Скорицкое сельское поселение	Фабрицкое	0,9	0,04	0,01	0,05
67	Скорицкое сельское поселение	Заречье	0,7	0,03	0,01	0,04
68	Скорицкое сельское поселение	Прудовый	1,0	0,05	0,01	0,06
69	Скорицкое сельское поселение	Ульяновка	0,8	0,04	0,01	0,05
<i>Хохольский район</i>						
70	Кочетовское сельское поселение	Еманча 2-я	1,1	0,05	0,01	0,06
71	Староникольское сельское поселение	Староникольское	0,7	0,03	0,01	0,04
72	Староникольское сельское поселение	Албовский	0,6	0,03	0,01	0,03
73	Староникольское сельское поселение	Борок	0,6	0,03	0,01	0,03
74	Хохольское сельское поселение	Силяпяги	0,7	0,03	0,01	0,04
Калужская область						
<i>Думиничский район</i>						
1	Сельское поселение – село	Клинцы	0,7	0,03	0,03	0,06
2	Сельское поселение – село	Шубник	1,8	0,08	0,06	0,14
3	Сельское поселение – село	Хотьково	1,4	0,07	0,05	0,11
<i>Жиздринский район</i>						
4	Городское поселение – город Жиздра	Жиздра	1,2	0,06	0,05	0,11
5	Сельское поселение – деревня Акимовка	Будылевка	0,6	0,03	0,04	0,07
6	Сельское поселение – деревня Акимовка	Иванково	0,7	0,03	0,07	0,10
7	Сельское поселение – деревня Акимовка	Мужитино	0,9	0,04	0,08	0,12
8	Сельское поселение – деревня Акимовка	Никитинка	0,7	0,03	0,07	0,10
9	Сельское поселение – деревня Акимовка	Кондрыкино	0,7	0,03	0,07	0,10
10	Сельское поселение – деревня Младенск	Белый Колодец	2,5	0,12	0,15	0,26
11	Сельское поселение – деревня Младенск	Младенск	3,0	0,14	0,17	0,31
12	Сельское поселение – деревня Младенск	Плотавец	3,4	0,16	0,18	0,34
13	Сельское поселение – деревня Младенск	Поляна	2,4	0,11	0,14	0,25
14	Сельское поселение – деревня Младенск	Ж/ст Судимир	3,2	0,15	0,17	0,32
15	Сельское поселение – деревня Младенск	Винский	2,8	0,13	0,16	0,29
16	Сельское поселение – село Овсорок	Авдеевка	3,2	0,15	0,15	0,30
17	Сельское поселение – село Овсорок	Гремучий Колодец	1,5	0,07	0,11	0,18
18	Сельское поселение – село Овсорок	Калинино	1,2	0,06	0,09	0,15
19	Сельское поселение – село Овсорок	Каменка	2,1	0,10	0,12	0,22
20	Сельское поселение – село Овсорок	Кленки	1,4	0,07	0,10	0,17
21	Сельское поселение – село Овсорок	Красное	1,1	0,05	0,09	0,14
22	Сельское поселение – село Овсорок	Орля	2,4	0,11	0,12	0,23
23	Сельское поселение – село Овсорок	Павловка	1,5	0,07	0,11	0,18
24	Сельское поселение – село Овсорок	Песочня	4,7	0,22	0,19	0,41
25	Сельское поселение – село Овсорок	Сахарное Поле	1,7	0,08	0,12	0,20
26	Сельское поселение – село Овсорок	Сосновка	2,8	0,13	0,13	0,27
27	Сельское поселение – село Овсорок	Стайки	1,2	0,06	0,09	0,15
28	Сельское поселение – село Овсорок	Судимир	1,9	0,09	0,12	0,20
29	Сельское поселение – село Овсорок	Таборы	1,7	0,08	0,11	0,19
30	Сельское поселение – село Овсорок	Улемец	0,9	0,04	0,08	0,12
31	Сельское поселение – село Овсорок	Яровщина	2,6	0,12	0,13	0,25
32	Сельское поселение – село Овсорок	Овсорок	1,5	0,07	0,10	0,17
33	Сельское поселение – село Огорь	Березовка	0,7	0,03	0,03	0,06
34	Сельское поселение – село Огорь	Гололобовка	0,8	0,04	0,03	0,07
35	Сельское поселение – село Огорь	Гуда	0,9	0,04	0,03	0,08
36	Сельское поселение – село Огорь	Лесоучастка Жиздринского Леспромхоза	0,8	0,04	0,03	0,07

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
37	Сельское поселение – село Огорь	Лиховатка	0,8	0,04	0,03	0,07
38	Сельское поселение – село Огорь	Луки	1,1	0,05	0,04	0,09
39	Сельское поселение – село Огорь	Митинка	0,8	0,04	0,03	0,07
40	Сельское поселение – село Огорь	Сукремль	0,8	0,04	0,03	0,07
41	Сельское поселение – село Огорь	Устье	0,8	0,04	0,03	0,07
42	Сельское поселение – село Огорь	Березовский	0,7	0,03	0,03	0,06
43	Сельское поселение – село Огорь	Азарьевский	0,7	0,03	0,03	0,06
44	Сельское поселение – село Огорь	Васюковский	0,6	0,03	0,03	0,05
45	Сельское поселение – село Огорь	Прокопенковский	0,7	0,03	0,03	0,06
46	Сельское поселение – село Огорь	Пролетарский	1,1	0,05	0,04	0,09
47	Сельское поселение – село Огорь	Огорь	0,8	0,04	0,03	0,07
48	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Высокий Холм	3,9	0,18	0,21	0,40
49	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Горки	3,6	0,17	0,20	0,37
50	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Дубровка	1,2	0,06	0,10	0,15
51	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Иночка	2,3	0,11	0,15	0,26
52	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Коренево	2,6	0,12	0,16	0,28
53	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Кресты	1,3	0,06	0,10	0,16
54	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Лукавец	2,0	0,09	0,14	0,23
55	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Мурачевка	1,4	0,07	0,12	0,18
56	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Овсорочки	2,2	0,10	0,15	0,25
57	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Озерская	3,5	0,16	0,20	0,36
58	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Полом	2,4	0,11	0,16	0,27
59	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Потье	3,6	0,17	0,20	0,37
60	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Прогон	3,4	0,16	0,19	0,35
61	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Озерской	3,0	0,14	0,18	0,32
62	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Калининский	2,2	0,10	0,15	0,25
63	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Комиссаровский	4,2	0,20	0,23	0,42
64	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Совхоз «Коллективизатор»	1,0	0,05	0,10	0,15
65	Сельское поселение – село Совхоз «Коллективизатор»	Улемль	1,6	0,07	0,12	0,19
66	Сельское поселение – село Студенец	Белые Ямы	3,4	0,16	0,20	0,36
67	Сельское поселение – село Студенец	Великое Поле	1,1	0,05	0,07	0,12
68	Сельское поселение – село Студенец	Лесоучастка Леспромхоза	1,0	0,05	0,07	0,11
69	Сельское поселение – село Студенец	Петровка	0,7	0,03	0,05	0,09
70	Сельское поселение – село Студенец	Турьевка	2,8	0,13	0,17	0,30
71	Сельское поселение – село Студенец	Фомин	1,2	0,06	0,07	0,13
72	Сельское поселение – село Студенец	Солоновка	1,2	0,06	0,07	0,13
73	Сельское поселение – село Студенец	Ж/ст Зикеево	1,1	0,05	0,07	0,12
74	Сельское поселение – село Студенец	Овсорокской	0,9	0,04	0,08	0,12
75	Сельское поселение – село Студенец	Зикеево	1,2	0,06	0,07	0,13
76	Сельское поселение – село Студенец	Полюдово	0,8	0,04	0,08	0,12
77	Сельское поселение – село Студенец	Студенец	1,1	0,05	0,07	0,12
78	Сельское поселение – село Студенец	Щигры	2,7	0,13	0,17	0,29

Research articles

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
<i>Кировский район</i>						
79	Сельское поселение – деревня Большие Савки	Кузнецы	0,6	0,03	0,03	0,06
80	Сельское поселение – деревня Большие Савки	Шубартовка	0,6	0,03	0,03	0,06
81	Сельское поселение – деревня Малая Песочня	Малые Желтоухи	0,6	0,03	0,02	0,05
82	Сельское поселение – деревня Малая Песочня	Новосельцы	0,7	0,03	0,03	0,06
83	Сельское поселение – деревня Малая Песочня	Примерный	0,8	0,04	0,03	0,07
<i>Козельский район</i>						
84	Сельское поселение – деревня Подборки	Запрудное	0,8	0,04	0,01	0,05
85	Сельское поселение – деревня Подборки	Красная Дубрава	0,5	0,02	0,01	0,03
86	Сельское поселение – деревня Подборки	Куровское	0,4	0,02	0,01	0,03
87	Сельское поселение – деревня Подборки	Петрищенки	0,1	0,01	0,00	0,01
88	Сельское поселение – деревня Подборки	Подборки	1,6	0,07	0,02	0,09
89	Сельское поселение – деревня Подборки	Родная Слободка	0,4	0,02	0,01	0,03
90	Сельское поселение – деревня Подборки	Озерское	1,4	0,07	0,02	0,08
91	Сельское поселение – село Чернышено	Побуж	1,3	0,06	0,03	0,09
92	Сельское поселение – село Чернышено	Слобода	0,8	0,04	0,02	0,06
93	Сельское поселение – село Чернышено	Каретный	0,6	0,03	0,02	0,05
94	Сельское поселение – село Чернышено	Ленинский	0,7	0,03	0,02	0,05
95	Сельское поселение – село Чернышено	Рудневский	0,8	0,04	0,02	0,06
<i>Куйбышевский район</i>						
96	Сельское поселение – деревня Высокое	Белый Холм	0,7	0,03	0,04	0,07
97	Сельское поселение – деревня Высокое	Верхний Студенец	0,8	0,04	0,04	0,08
98	Сельское поселение – деревня Высокое	Милеево	0,7	0,03	0,04	0,07
99	Сельское поселение – деревня Высокое	Нижний Студенец	0,9	0,04	0,05	0,09
100	Сельское поселение – поселок Бетлица	Падерки-Васюки	0,7	0,03	0,06	0,09
101	Сельское поселение – поселок Бетлица	Падерки-Кабачи	0,8	0,04	0,06	0,10
102	Сельское поселение – поселок Бетлица	Падерки-Казенные	1,1	0,05	0,08	0,13
103	Сельское поселение – поселок Бетлица	Падерки-Фирсы	0,7	0,03	0,06	0,09
104	Сельское поселение – поселок Бетлица	Садовище	0,9	0,04	0,07	0,11
105	Сельское поселение – поселок Бетлица	Хатожа	0,7	0,03	0,06	0,09
106	Сельское поселение – поселок Бетлица	Бетлица	0,7	0,03	0,06	0,09
107	Сельское поселение – поселок Бетлица	Глуховский	0,8	0,04	0,06	0,10
108	Сельское поселение – поселок Бетлица	Михайловский	0,8	0,04	0,06	0,10
109	Сельское поселение – село Бутчино	Боровинок	0,6	0,03	0,03	0,06
110	Сельское поселение – село Бутчино	Ветмица	1,0	0,05	0,03	0,08
111	Сельское поселение – село Бутчино	Вороненка	0,7	0,03	0,03	0,06
112	Сельское поселение – село Бутчино	Дубровка	0,6	0,03	0,03	0,06
113	Сельское поселение – село Бутчино	Зловодка	0,9	0,04	0,03	0,07
114	Сельское поселение – село Бутчино	Ивашковичи	0,9	0,04	0,03	0,07
115	Сельское поселение – село Бутчино	Лобазово	0,7	0,03	0,03	0,06
116	Сельское поселение – село Бутчино	Лужница	0,7	0,03	0,03	0,06
117	Сельское поселение – село Бутчино	Раменное	0,6	0,03	0,02	0,05
118	Сельское поселение – село Бутчино	Синявка	0,7	0,03	0,03	0,06
119	Сельское поселение – село Бутчино	Шелковка	0,7	0,03	0,03	0,06
120	Сельское поселение – село Бутчино	Бутчино	0,8	0,04	0,03	0,07
121	Сельское поселение – село Мокрое	Новая	0,7	0,03	0,04	0,07
122	Сельское поселение – село Мокрое	Мокрое	0,6	0,03	0,04	0,06
<i>Людиновский район</i>						
123	Городское поселение – город Людиново	Людиново	1,1	0,03	0,03	0,06
124	Городское поселение – город Людиново	Колотовка	1,4	0,07	0,10	0,16
125	Сельское поселение – деревня Заболотье	Агеевка	0,6	0,03	0,02	0,05
126	Сельское поселение – деревня Заболотье	Алексеевский	1,2	0,06	0,09	0,15

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
127	Сельское поселение – деревня Заболотье	Войлово	1,6	0,07	0,11	0,18
128	Сельское поселение – деревня Заболотье	Гряды	1,0	0,05	0,08	0,13
129	Сельское поселение – деревня Заболотье	Дубровка	1,3	0,06	0,04	0,10
130	Сельское поселение – деревня Заболотье	Думлово	1,2	0,06	0,09	0,15
131	Сельское поселение – деревня Заболотье	Заболотье	0,6	0,03	0,02	0,05
132	Сельское поселение – деревня Заболотье	Кургановка	0,9	0,04	0,03	0,07
133	Сельское поселение – деревня Заболотье	Мосеевка	1,1	0,05	0,09	0,14
134	Сельское поселение – деревня Заболотье	Мостовка	1,4	0,07	0,10	0,16
135	Сельское поселение – деревня Заболотье	Петровский	1,7	0,08	0,11	0,19
136	Сельское поселение – деревня Заболотье	Романовка	1,3	0,06	0,09	0,15
137	Сельское поселение – деревня Заболотье	Свиная	1,0	0,05	0,08	0,13
138	Сельское поселение – деревня Заболотье	Суглицы	0,8	0,04	0,03	0,07
139	Сельское поселение – деревня Манино	Буда	0,7	0,03	0,03	0,07
140	Сельское поселение – деревня Манино	Кретовка	0,6	0,03	0,03	0,06
141	Сельское поселение – деревня Манино	Манино	0,7	0,03	0,02	0,06
142	Сельское поселение – деревня Манино	Савинского Лесничества	0,6	0,03	0,03	0,06
143	Сельское поселение – деревня Манино	Тихоновка	0,7	0,03	0,02	0,06
144	Сельское поселение – деревня Манино	Ж/ст Иваново-Сергиевск	0,6	0,03	0,02	0,05
145	Сельское поселение – село Заречный	Березовка	1,1	0,05	0,06	0,11
146	Сельское поселение – село Заречный	Вербежичи	0,9	0,04	0,05	0,09
147	Сельское поселение – село Заречный	Голосиловка	1,0	0,05	0,05	0,10
148	Сельское поселение – село Заречный	Еловка	1,1	0,05	0,06	0,11
149	Сельское поселение – село Заречный	Крынки	0,8	0,04	0,05	0,08
150	Сельское поселение – село Заречный	Курганы	1,3	0,06	0,07	0,13
151	Сельское поселение – село Заречный	Куява	0,9	0,04	0,05	0,09
152	Сельское поселение – село Заречный	Савино	0,8	0,04	0,05	0,08
153	Сельское поселение – село Заречный	Слободка	0,7	0,03	0,04	0,08
154	Сельское поселение – село Заречный	Косичино	0,8	0,04	0,05	0,08
155	Сельское поселение – село Заречный	ж/ст Куява	0,9	0,04	0,05	0,09
156	Сельское поселение – село Заречный	Заречный	0,6	0,03	0,04	0,07
157	Сельское поселение – село Заречный	Косичино	1,0	0,05	0,05	0,10
<i>Мещовский район</i>						
158	Сельское поселение – железнодорожная станция Кудринская	Липицы	1,3	0,06	0,02	0,08
159	Сельское поселение – поселок Молодежный	Головино	0,6	0,03	0,01	0,04
160	Сельское поселение – поселок Молодежный	Привалово	0,6	0,03	0,01	0,04
161	Сельское поселение – поселок Молодежный	Староселье	0,8	0,04	0,01	0,05
162	Сельское поселение – поселок Молодежный	Домашевского Щебзавода	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Ульяновский район</i>						
163	Сельское поселение – деревня Мелихово	Александровка	5,0	0,23	0,17	0,40
164	Сельское поселение – деревня Мелихово	Горицы	5,0	0,23	0,17	0,41
165	Сельское поселение – деревня Мелихово	Городничев	5,3	0,25	0,18	0,43
166	Сельское поселение – деревня Мелихово	Грабово	5,5	0,26	0,18	0,43
167	Сельское поселение – деревня Мелихово	Косовка	4,7	0,22	0,15	0,37
168	Сельское поселение – деревня Мелихово	Красногорье	4,0	0,19	0,13	0,32
169	Сельское поселение – деревня Мелихово	Любовка	2,2	0,10	0,09	0,19
170	Сельское поселение – деревня Мелихово	Мелихово	4,1	0,19	0,15	0,34
171	Сельское поселение – деревня Мелихово	Минин	5,1	0,24	0,17	0,41
172	Сельское поселение – деревня Мелихово	Нагая	3,4	0,16	0,13	0,29
173	Сельское поселение – деревня Мелихово	Петуховка	5,7	0,27	0,18	0,45
174	Сельское поселение – деревня Мелихово	Ржевка	6,2	0,29	0,18	0,47
175	Сельское поселение – деревня Мелихово	Федоровка	5,0	0,23	0,17	0,40
176	Сельское поселение – деревня Мелихово	Чухлово	3,0	0,14	0,11	0,25
177	Сельское поселение – деревня Мелихово	Шваново	3,0	0,14	0,12	0,26
178	Сельское поселение – деревня Мелихово	Ягодное	3,1	0,14	0,12	0,27
179	Сельское поселение – деревня Мелихово	Афанасово	4,5	0,21	0,15	0,36

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
180	Сельское поселение – деревня Мелихово	Веснины	4,5	0,21	0,14	0,35
181	Сельское поселение – деревня Мелихово	Дубенка	3,8	0,18	0,14	0,32
182	Сельское поселение – деревня Мелихово	Крапивна	3,5	0,16	0,12	0,28
183	Сельское поселение – деревня Мелихово	Сопово	2,9	0,14	0,12	0,25
184	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Белый Камень	0,6	0,03	0,03	0,05
185	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Бродок	2,1	0,10	0,06	0,16
186	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Глинная	0,7	0,03	0,03	0,06
187	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Гурово	1,0	0,05	0,03	0,08
188	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Дубна	1,0	0,05	0,03	0,08
189	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Жильково	1,1	0,05	0,03	0,09
190	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Жуково	1,6	0,07	0,05	0,12
191	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Колосово	0,8	0,04	0,03	0,07
192	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Кутыково	0,9	0,04	0,03	0,07
193	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Марьино	2,2	0,10	0,06	0,17
194	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Никитское	1,5	0,07	0,04	0,11
195	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Новая Деревня	1,3	0,06	0,04	0,10
196	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Полошково	1,0	0,05	0,04	0,08
197	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Поляна	0,6	0,03	0,03	0,05
198	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Слободка	2,6	0,12	0,07	0,19
199	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Волосово-Дудино	1,4	0,07	0,04	0,11
200	Сельское поселение – село Волосово-Дудино	Ефимцево	1,2	0,06	0,04	0,10
201	Сельское поселение – село Дудоровский	Кудияр	4,8	0,22	0,30	0,52
202	Сельское поселение – село Дудоровский	Мартынки	6,0	0,28	0,36	0,64
203	Сельское поселение – село Дудоровский	Зеленый	3,2	0,15	0,21	0,36
204	Сельское поселение – село Дудоровский	Брусны	2,1	0,10	0,09	0,19
205	Сельское поселение – село Дудоровский	Дудоровский	3,6	0,17	0,23	0,40
206	Сельское поселение – село Дудоровский	Кцынь	3,3	0,15	0,12	0,27
207	Сельское поселение – село Дудоровский	Мойлово	1,5	0,07	0,08	0,15
208	Сельское поселение – село Дудоровский	Сусеи	2,3	0,11	0,10	0,20
209	Сельское поселение – село Заречье	Блинов	2,3	0,11	0,08	0,19
210	Сельское поселение – село Заречье	Госыково	1,5	0,07	0,05	0,12
211	Сельское поселение – село Заречье	Грынь	2,2	0,10	0,07	0,17
212	Сельское поселение – село Заречье	Железница	1,8	0,08	0,06	0,14
213	Сельское поселение – село Заречье	Ивановка	3,6	0,17	0,11	0,28
214	Сельское поселение – село Заречье	Песоченка	4,3	0,20	0,13	0,33
215	Сельское поселение – село Заречье	Черняев	2,0	0,09	0,06	0,16
216	Сельское поселение – село Заречье	Богдановский	2,2	0,10	0,07	0,17
217	Сельское поселение – село Заречье	Железнинский	2,8	0,13	0,09	0,22
218	Сельское поселение – село Заречье	Милюгановский	1,7	0,08	0,06	0,14
219	Сельское поселение – село Заречье	Широковский	2,1	0,10	0,07	0,16
220	Сельское поселение – село Заречье	Заречье	2,7	0,13	0,09	0,22
221	Сельское поселение – село Заречье	Озерно	1,1	0,05	0,05	0,10
222	Сельское поселение – село Заречье	Сорокино	2,0	0,09	0,07	0,16
223	Сельское поселение – село Заречье	Уколица	2,1	0,10	0,07	0,17
224	Сельское поселение – село Поздняково	Аннино	2,5	0,12	0,07	0,19
225	Сельское поселение – село Поздняково	Брежнево	1,1	0,05	0,04	0,09
226	Сельское поселение – село Поздняково	Верхняя Передель	2,9	0,14	0,08	0,21
227	Сельское поселение – село Поздняково	Громоздово	2,4	0,11	0,07	0,18
228	Сельское поселение – село Поздняково	Грынские Дворики	1,2	0,06	0,04	0,10
229	Сельское поселение – село Поздняково	Долгая	2,0	0,09	0,06	0,15
230	Сельское поселение – село Поздняково	Ерши	2,3	0,11	0,07	0,17
231	Сельское поселение – село Поздняково	Кондратовка	3,7	0,17	0,09	0,27
232	Сельское поселение – село Поздняково	Краснополье	2,9	0,14	0,07	0,21
233	Сельское поселение – село Поздняково	Лосев	3,0	0,14	0,09	0,23
234	Сельское поселение – село Поздняково	Нижняя Передель	2,1	0,10	0,06	0,16

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
235	Сельское поселение – село Поздняково	Николаевка	2,0	0,09	0,06	0,15
236	Сельское поселение – село Поздняково	Новый Свет	2,5	0,12	0,07	0,19
237	Сельское поселение – село Поздняково	Паком	2,0	0,09	0,06	0,15
238	Сельское поселение – село Поздняково	Романовка	3,0	0,14	0,08	0,22
239	Сельское поселение – село Поздняково	Старые Выселки	2,7	0,13	0,07	0,20
240	Сельское поселение – село Поздняково	Тимофенки	2,5	0,12	0,07	0,18
241	Сельское поселение – село Поздняково	Труд	3,8	0,18	0,11	0,28
242	Сельское поселение – село Поздняково	Юрьевка	3,3	0,15	0,08	0,23
243	Сельское поселение – село Поздняково	Горянский	3,7	0,17	0,10	0,28
244	Сельское поселение – село Поздняково	Вейно	2,2	0,10	0,06	0,17
245	Сельское поселение – село Поздняково	Касьяново	1,8	0,08	0,05	0,14
246	Сельское поселение – село Поздняково	Кирейково	2,7	0,13	0,08	0,21
247	Сельское поселение – село Поздняково	Поздняково	3,2	0,15	0,08	0,23
248	Сельское поселение – село Ульяново	Вязовна	1,2	0,06	0,07	0,13
249	Сельское поселение – село Ульяново	Вяльцево	1,6	0,07	0,09	0,16
250	Сельское поселение – село Ульяново	Долгое	2,9	0,14	0,10	0,24
251	Сельское поселение – село Ульяново	Дудорово	2,8	0,13	0,09	0,22
252	Сельское поселение – село Ульяново	Дурнево	2,9	0,14	0,10	0,24
253	Сельское поселение – село Ульяново	Караблинцево	2,6	0,12	0,08	0,20
254	Сельское поселение село Ульяново	Митровка	2,6	0,12	0,08	0,20
255	Сельское поселение – село Ульяново	Обухово	2,4	0,11	0,09	0,20
256	Сельское поселение – село Ульяново	Озерны	1,0	0,05	0,06	0,11
257	Сельское поселение – село Ульяново	Речица	2,6	0,12	0,09	0,21
258	Сельское поселение – село Ульяново	Сеничкин	2,3	0,11	0,09	0,19
259	Сельское поселение – село Ульяново	Старица	1,9	0,09	0,07	0,16
260	Сельское поселение – село Ульяново	Фурсово	2,3	0,11	0,09	0,19
261	Сельское поселение – село Ульяново	Дебрь	3,0	0,14	0,10	0,24
262	Сельское поселение – село Ульяново	Медынцево	2,2	0,10	0,07	0,18
263	Сельское поселение – село Ульяново	Ульяново	2,4	0,11	0,09	0,20
Хвастовичский район						
264	Сельское поселение – поселок Еленский	Глебовка	1,6	0,07	0,15	0,22
265	Сельское поселение – поселок Еленский	Долина	2,8	0,13	0,20	0,33
266	Сельское поселение – поселок Еленский	Ленино	1,5	0,07	0,10	0,17
267	Сельское поселение – поселок Еленский	Еленский	2,6	0,12	0,19	0,31
268	Сельское поселение – поселок Еленский	Клен	0,7	0,03	0,06	0,10
269	Сельское поселение – село Воткино	Вечность	1,9	0,09	0,16	0,25
270	Сельское поселение – село Воткино	Воткино	2,9	0,14	0,21	0,35
271	Сельское поселение – село Воткино	Черная Речка	2,7	0,13	0,20	0,33
272	Сельское поселение – село Воткино	Ястрибиха	3,6	0,17	0,25	0,41
273	Сельское поселение – село Колодяссы	Высокое	3,8	0,18	0,19	0,37
274	Сельское поселение – село Колодяссы	Павловка	3,2	0,15	0,17	0,32
275	Сельское поселение – село Колодяссы	Красненский	4,0	0,19	0,20	0,38
276	Сельское поселение – село Колодяссы	Берестна	4,6	0,21	0,22	0,43
277	Сельское поселение – село Колодяссы	Колодяссы	3,8	0,18	0,19	0,37
278	Сельское поселение – село Красное	Новоселки	1,5	0,07	0,08	0,15
279	Сельское поселение – село Красное	Красное	1,0	0,05	0,06	0,11
280	Сельское поселение – село Красное	Севастополь	1,0	0,05	0,06	0,11
281	Сельское поселение – село Красное	Фомин Верх	1,3	0,06	0,07	0,13
282	Сельское поселение – село Кудрявец	Верхняя Шкова	0,6	0,03	0,05	0,08
283	Сельское поселение – село Кудрявец	Теребень	0,7	0,03	0,06	0,09
284	Сельское поселение – село Кудрявец	Колонна	0,8	0,04	0,06	0,10
285	Сельское поселение – село Кудрявец	Кудрявец	1,0	0,05	0,07	0,12
286	Сельское поселение – село Ловать	Барановка	3,2	0,15	0,16	0,31
287	Сельское поселение – село Ловать	Ловать	3,0	0,14	0,15	0,29
288	Сельское поселение – село Ловать	Фролово	3,5	0,16	0,17	0,33

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
289	Сельское поселение – село Милеево	Мокрые Дворы	2,9	0,14	0,24	0,37
290	Сельское поселение – село Милеево	Рессета	4,7	0,22	0,33	0,55
291	Сельское поселение – село Милеево	Грива	2,4	0,11	0,22	0,33
292	Сельское поселение – село Милеево	Ловатянка	6,6	0,31	0,42	0,73
293	Сельское поселение – село Милеево	Милеево	1,8	0,08	0,19	0,27
294	Сельское поселение – село Подбужье	Ильинка	1,0	0,05	0,05	0,10
295	Сельское поселение – село Подбужье	Подбужье	0,7	0,03	0,04	0,07
296	Сельское поселение – село Слобода	Клетно	0,7	0,03	0,03	0,07
297	Сельское поселение – село Слобода	Семеновский	1,0	0,05	0,04	0,09
298	Сельское поселение – село Слобода	Хизна	1,5	0,07	0,06	0,13
299	Сельское поселение – село Хвастовичи	Успенский	0,8	0,04	0,05	0,08
300	Сельское поселение – село Хвастовичи	Хвастовичи	1,0	0,05	0,05	0,10
Курская область						
Городской округ – город Железногорск						
1		Железногорск	1,3	0,03	0,01	0,04
<i>Дмитриевский район</i>						
2	Дерюгинский сельсовет	Таракановка	0,7	0,03	0,02	0,05
3	Дерюгинский сельсовет	Каменка	0,7	0,03	0,02	0,05
4	Дерюгинский сельсовет	Кирпиловка	0,8	0,04	0,02	0,06
5	Дерюгинский сельсовет	Пальцево	0,9	0,04	0,02	0,06
6	Первоавгустовский сельсовет	Богославка	0,8	0,04	0,02	0,06
7	Первоавгустовский сельсовет	Галицина-Кузнецовка	1,3	0,06	0,03	0,09
8	Первоавгустовский сельсовет	Кошкино	0,8	0,04	0,02	0,06
9	Первоавгустовский сельсовет	Решетино	1,3	0,06	0,03	0,09
<i>Железногорский район</i>						
10	Андросовский сельсовет	Зорино	1,0	0,05	0,02	0,07
11	Андросовский сельсовет	Солдаты	0,8	0,04	0,01	0,05
12	Андросовский сельсовет	Хлынино	1,1	0,05	0,03	0,08
13	Андросовский сельсовет	Андросово	1,0	0,05	0,01	0,06
14	Андросовский сельсовет	Макарово	0,7	0,03	0,01	0,04
15	Басовский сельсовет	Басово	1,5	0,07	0,01	0,08
16	Басовский сельсовет	Басово-Заречье	1,5	0,07	0,01	0,08
17	Басовский сельсовет	Жилино	0,8	0,04	0,01	0,05
18	Басовский сельсовет	Козюлькина	0,9	0,04	0,01	0,05
19	Басовский сельсовет	Колесникова	1,7	0,08	0,01	0,09
20	Басовский сельсовет	Комаровка	0,7	0,03	0,01	0,04
21	Басовский сельсовет	Протасово	0,8	0,04	0,01	0,05
22	Басовский сельсовет	Сухарева	1,8	0,08	0,02	0,10
23	Басовский сельсовет	Шатохино	1,3	0,06	0,01	0,07
24	Басовский сельсовет	Ясная Поляна	1,4	0,07	0,01	0,08
25	Веретенинский сельсовет	Горняцкий	0,7	0,03	0,02	0,05
26	Веретенинский сельсовет	Долгая Щека	0,8	0,04	0,01	0,05
27	Веретенинский сельсовет	Золотой	1,2	0,06	0,01	0,07
28	Веретенинский сельсовет	Рынок	1,1	0,05	0,01	0,06
29	Веретенинский сельсовет	Гнань	0,7	0,03	0,01	0,04
30	Волковский сельсовет	Благовещенский	0,7	0,03	0,01	0,04
31	Волковский сельсовет	Ильинский	0,6	0,03	0,01	0,03
32	Волковский сельсовет	Новая Жизнь	0,6	0,03	0,01	0,03
33	Кармановский сельсовет	Александровка	1,7	0,08	0,01	0,09
34	Кармановский сельсовет	Воропаево	0,7	0,03	0,01	0,04
35	Кармановский сельсовет	Мицень	0,6	0,03	0,01	0,04
36	Кармановский сельсовет	Злобино	2,2	0,10	0,02	0,12
37	Кармановский сельсовет	Карманово	0,6	0,03	0,01	0,04
38	Кармановский сельсовет	Погорельцево	0,8	0,04	0,01	0,05
39	Копенский сельсовет	Копенки	0,9	0,04	0,01	0,05

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
40	Копенский сельсовет	Богатыревский	0,7	0,03	0,01	0,04
41	Линецкий сельсовет	Журавинка	0,7	0,03	0,01	0,04
42	Линецкий сельсовет	Понизовка	0,8	0,04	0,01	0,05
43	Линецкий сельсовет	Роговинка	1,1	0,05	0,01	0,06
44	Линецкий сельсовет	Толстовка	0,7	0,03	0,01	0,04
45	Линецкий сельсовет	Трубицыно	1,0	0,05	0,01	0,06
46	Линецкий сельсовет	Линец	1,0	0,05	0,01	0,06
47	Линецкий сельсовет	Веселый	1,1	0,05	0,01	0,06
48	Линецкий сельсовет	Основное	0,7	0,03	0,01	0,04
49	Линецкий сельсовет	Сотникова	1,3	0,06	0,01	0,07
50	Михайловский сельсовет	Ратманово	1,0	0,05	0,06	0,11
51	Михайловский сельсовет	Зеленый	0,8	0,04	0,01	0,05
52	Михайловский сельсовет	Каменец	1,1	0,05	0,01	0,07
53	Михайловский сельсовет	Ленинский	1,2	0,06	0,02	0,07
54	Михайловский сельсовет	Михайловка	0,9	0,04	0,01	0,06
55	Нижнеждановский сельсовет	Верхнее Жданово	2,3	0,11	0,02	0,13
56	Нижнеждановский сельсовет	Калиновка	1,6	0,07	0,02	0,09
57	Нижнеждановский сельсовет	Клюшниково	1,5	0,07	0,01	0,08
58	Нижнеждановский сельсовет	Нижнее Жданово	1,3	0,06	0,01	0,07
59	Нижнеждановский сельсовет	Овсянниково	1,6	0,07	0,02	0,09
60	Нижнеждановский сельсовет	Заречье	1,8	0,08	0,02	0,10
61	Нижнеждановский сельсовет	Ленина	1,8	0,08	0,02	0,10
62	Нижнеждановский сельсовет	Ольшанец	1,4	0,07	0,01	0,08
63	Новоандросовский сельсовет	Лев-Толстовский	0,7	0,03	0,01	0,04
64	Новоандросовский сельсовет	Мартовский	1,1	0,05	0,01	0,06
65	Новоандросовский сельсовет	Новоандросово	0,7	0,03	0,01	0,04
66	Разветьевский сельсовет	Клишино	1,1	0,05	0,01	0,06
67	Разветьевский сельсовет	Большой Остров	1,4	0,07	0,04	0,10
68	Разветьевский сельсовет	Красный	1,3	0,06	0,01	0,07
69	Разветьевский сельсовет	Круглый	0,9	0,04	0,01	0,05
70	Разветьевский сельсовет	Новониколаевский	1,1	0,05	0,03	0,08
71	Разветьевский сельсовет	Осинки	1,1	0,05	0,03	0,08
72	Разветьевский сельсовет	Первомайский	1,4	0,07	0,01	0,08
73	Разветьевский сельсовет	Пролетарский	0,8	0,04	0,01	0,05
74	Разветьевский сельсовет	Сбородное	1,0	0,05	0,01	0,06
75	Разветьевский сельсовет	Светловка	1,2	0,06	0,01	0,07
76	Разветьевский сельсовет	Тепличный	2,4	0,11	0,05	0,17
77	Разветьевский сельсовет	Уголек	1,3	0,06	0,03	0,09
78	Разветьевский сельсовет	Уютный	1,2	0,06	0,01	0,07
79	Разветьевский сельсовет	Щека	1,9	0,09	0,02	0,11
80	Разветьевский сельсовет	Ажово	1,1	0,05	0,02	0,07
81	Разветьевский сельсовет	Лубошево	0,9	0,04	0,01	0,05
82	Разветьевский сельсовет	Разветье	1,0	0,05	0,01	0,06
83	Разветьевский сельсовет	Расторог	0,7	0,03	0,01	0,04
84	Рышковский сельсовет	Громашовка	0,7	0,03	0,01	0,04
85	Рышковский сельсовет	Фоминка	1,6	0,07	0,02	0,09
86	Рышковский сельсовет	Алексеевский	0,9	0,04	0,01	0,06
87	Рышковский сельсовет	Жидеевка	0,8	0,04	0,05	0,09
88	Рышковский сельсовет	Новый Бузец	0,8	0,04	0,01	0,05
89	Рышковский сельсовет	Рышково	0,7	0,03	0,01	0,04
90	Студенокский сельсовет	Погарище	1,4	0,07	0,01	0,08
91	Студенокский сельсовет	Студенок	0,7	0,03	0,01	0,04
92	Троицкий сельсовет	Гнездилова	0,9	0,04	0,01	0,05
93	Троицкий сельсовет	Кривые Выселки	1,1	0,05	0,01	0,06
94	Трояновский сельсовет	Гавриловский	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
95	Трояновский сельсовет	Трояново	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Поныровский район</i>						
96	1-й Поныровский сельсовет	Тишина Лощина	0,9	0,04	0,01	0,05
97	1-й Поныровский сельсовет	Широкое Болото	0,9	0,04	0,01	0,05
98	1-й Поныровский сельсовет	1-е Поныри	1,3	0,06	0,01	0,07
99	1-й Поныровский сельсовет	Горелое	1,1	0,05	0,01	0,06
100	1-й Поныровский сельсовет	Первое Мая	1,0	0,05	0,01	0,06
101	1-й Поныровский сельсовет	Ржавец	1,4	0,07	0,01	0,08
102	2-й Поныровский сельсовет	Битюг	1,5	0,07	0,01	0,08
103	2-й Поныровский сельсовет	Большая Дорога	1,8	0,08	0,02	0,10
104	2-й Поныровский сельсовет	Городище	2,5	0,12	0,02	0,14
105	2-й Поныровский сельсовет	Дерловка	1,1	0,05	0,01	0,06
106	2-й Поныровский сельсовет	Карпуневка	2,0	0,09	0,02	0,11
107	2-й Поныровский сельсовет	Снава	2,3	0,11	0,02	0,13
108	2-й Поныровский сельсовет	2-е Поныри	1,2	0,06	0,01	0,07
109	Верхне-Сморodinский сельсовет	Степь	1,1	0,05	0,01	0,06
110	Возовский сельсовет	Брусовое	0,7	0,03	0,01	0,04
111	Городское поселение – поселок Поныри	Поныри	1,2	0,06	0,01	0,07
112	Горайновский сельсовет	Заболотское	0,8	0,04	0,01	0,04
113	Горайновский сельсовет	Бобровка	0,9	0,04	0,01	0,05
114	Горайновский сельсовет	Горайново	0,6	0,03	0,01	0,03
115	Ольховатский сельсовет	Подсоборовка	0,6	0,03	0,01	0,03
116	Первомайский сельсовет	Прилепы	0,9	0,04	0,01	0,05
117	Первомайский сельсовет	Березовец	0,8	0,04	0,01	0,04
118	Первомайский сельсовет	Первомайское	0,8	0,04	0,01	0,05
119	Первомайский сельсовет	Березовецкие Выселки	1,2	0,06	0,01	0,07
120	Первомайский сельсовет	Северный	1,0	0,05	0,01	0,06
<i>Фатежский район</i>						
121	Банинский сельсовет	Ржава	0,8	0,04	0,01	0,04
122	Банинский сельсовет	Сорокин	0,7	0,03	0,01	0,04
123	Большеанненковский сельсовет	Бабанинка	0,7	0,03	0,01	0,04
124	Большеанненковский сельсовет	Быстрец	0,6	0,03	0,01	0,03
125	Большежировский сельсовет	Головачи	0,7	0,03	0,01	0,04
126	Большежировский сельсовет	Кореневка	1,5	0,07	0,01	0,08
127	Большежировский сельсовет	Кукуевка	0,8	0,04	0,01	0,04
128	Большежировский сельсовет	Мелешинка	0,8	0,04	0,01	0,04
129	Верхнелюбжский сельсовет	Средний Любж	0,6	0,03	0,01	0,03
130	Верхнелюбжский сельсовет	Игино	0,6	0,03	0,01	0,03
131	Верхнехотемльский сельсовет	Верхний Хотемль	0,8	0,04	0,01	0,04
132	Верхнехотемльский сельсовет	Дмитриевка	0,9	0,04	0,01	0,05
133	Верхнехотемльский сельсовет	Косилово	0,6	0,03	0,01	0,03
134	Верхнехотемльский сельсовет	Крюково	0,6	0,03	0,01	0,03
135	Верхнехотемльский сельсовет	1-е Рождественское	0,8	0,04	0,01	0,04
136	Верхнехотемльский сельсовет	Веселый	0,8	0,04	0,01	0,04
137	Верхнехотемльский сельсовет	Ленина	0,6	0,03	0,01	0,03
138	Верхнехотемльский сельсовет	Пещеры	0,8	0,04	0,01	0,04
139	Верхнехотемльский сельсовет	Чернышевский	0,7	0,03	0,01	0,04
140	Глебовский сельсовет	Воропаевка	0,4	0,02	0,00	0,02
141	Миленинский сельсовет	Бугры	0,8	0,04	0,01	0,04
142	Русановский сельсовет	Полеховка	0,7	0,03	0,01	0,04
143	Русановский сельсовет	Нижний Реут	0,6	0,03	0,01	0,03
144	Солдатский сельсовет	Болонино	1,3	0,06	0,01	0,07
145	Солдатский сельсовет	Шаншинка	0,8	0,04	0,01	0,05
146	Солдатский сельсовет	Косиловка	0,9	0,04	0,01	0,05
147	Солдатский сельсовет	Солдатское	1,0	0,05	0,01	0,06

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
148	Солдатский сельсовет	Шахово	0,7	0,03	0,01	0,04
149	Солдатский сельсовет	Веселый	1,3	0,06	0,01	0,07
150	Солдатский сельсовет	Завидный	1,0	0,05	0,01	0,05
151	Солдатский сельсовет	Морозов	0,6	0,03	0,01	0,03
152	Солдатский сельсовет	Нагорный	1,3	0,06	0,01	0,07
153	Солдатский сельсовет	Павловка	0,7	0,03	0,01	0,04
154	Солдатский сельсовет	Черякино	0,8	0,04	0,01	0,05
155	Романовский сельсовет	Самохваловка	1,0	0,05	0,01	0,05
156	Романовский сельсовет	Деменино	0,9	0,04	0,01	0,05
Ленинградская область						
<i>Волосовский район</i>						
1	Бегуницкое сельское поселение	Бегуницы	0,8	0,04	0,02	0,06
2	Бегуницкое сельское поселение	Большое Тешково	0,7	0,03	0,02	0,05
3	Бегуницкое сельское поселение	Ивановское	0,8	0,04	0,02	0,06
4	Бегуницкое сельское поселение	Марково	0,8	0,04	0,02	0,06
5	Бегуницкое сельское поселение	Рукулицы	0,7	0,03	0,02	0,05
6	Большеврудское сельское поселение	Большая Вруда	0,6	0,03	0,02	0,04
7	Изварское сельское поселение	Чёрное	0,5	0,02	0,01	0,04
<i>Кингисеппский район</i>						
8	Котельское сельское поселение	Великино	0,7	0,03	0,02	0,06
9	Котельское сельское поселение	Велькота	0,5	0,02	0,02	0,04
10	Котельское сельское поселение	Войносолово	0,5	0,02	0,02	0,04
11	Котельское сельское поселение	Каравеево	0,5	0,02	0,02	0,04
12	Котельское сельское поселение	Котлы	0,6	0,03	0,02	0,05
13	Котельское сельское поселение	Маттия	0,5	0,02	0,02	0,04
14	Котельское сельское поселение	Нарядово	0,6	0,03	0,02	0,05
15	Котельское сельское поселение	Раннолово	0,4	0,02	0,02	0,03
16	Котельское сельское поселение	Ряттель	0,7	0,03	0,02	0,06
17	Котельское сельское поселение	Тютицы	0,7	0,03	0,02	0,06
18	Котельское сельское поселение	Удосолово	0,7	0,03	0,02	0,06
19	Котельское сельское поселение	Ундово	0,6	0,03	0,02	0,05
20	Котельское сельское поселение	Неппово	0,6	0,03	0,02	0,05
21	Котельское сельское поселение	Тарайка	0,5	0,02	0,02	0,04
22	Нежновское сельское поселение	Нежново	0,5	0,02	0,02	0,05
23	Усть-Лужское сельское поселение	Гакково	0,7	0,03	0,05	0,08
24	Усть-Лужское сельское поселение	Кириямо	0,6	0,03	0,04	0,07
25	Усть-Лужское сельское поселение	Лужицы	0,5	0,02	0,04	0,06
26	Усть-Лужское сельское поселение	Усть-Луга	0,6	0,03	0,04	0,07
27	Фалилеевское сельское поселение	Домашово	0,5	0,02	0,02	0,04
28	Фалилеевское сельское поселение	Кайболово	0,7	0,03	0,02	0,06
29	Фалилеевское сельское поселение	Ратчино	0,6	0,03	0,02	0,05
Липецкая область						
<i>Грязинский район</i>						
1	Двуреченский сельсовет	Двуречки	0,6	0,03	0,01	0,03
2	Фашевский сельсовет	Фашевка	0,9	0,04	0,01	0,05
3	Ярлуковский сельсовет	Ярлуково	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Данковский район</i>						
4	Баловневский сельсовет	Алексеевские Выселки	0,7	0,03	0,01	0,04
5	Баловневский сельсовет	Знаменская	0,7	0,03	0,01	0,04
6	Баловневский сельсовет	Телепнево	0,8	0,04	0,01	0,04
7	Баловневский сельсовет	Хрущево-Подлесное	0,6	0,03	0,01	0,03
8	Березовский сельсовет	Баловинки	0,6	0,03	0,01	0,03
9	Березовский сельсовет	Новая	0,7	0,03	0,01	0,04
10	Березовский сельсовет	Осиновские Прудки	1,3	0,06	0,01	0,07
11	Березовский сельсовет	Березовка	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
12	Березовский сельсовет	Ивановка	0,7	0,03	0,01	0,04
13	Бигильдинский сельсовет	Колодези	1,0	0,05	0,01	0,06
14	Бигильдинский сельсовет	Красная Заря	0,8	0,04	0,01	0,04
15	Бигильдинский сельсовет	Медведчино	0,9	0,04	0,01	0,05
16	Бигильдинский сельсовет	Нижняя Павловка	0,9	0,04	0,01	0,05
17	Воскресенский сельсовет	Первовка	0,6	0,03	0,01	0,03
18	Воскресенский сельсовет	Писарево	0,7	0,03	0,01	0,04
19	Воскресенский сельсовет	Подосинки	0,6	0,03	0,01	0,03
20	Воскресенский сельсовет	Греково	0,7	0,03	0,01	0,04
21	Малинковский сельсовет	Требунские Выселки	0,8	0,04	0,01	0,04
22	Новоникольский сельсовет	Новоникольское	0,7	0,03	0,01	0,04
23	Перехвальский сельсовет	Перехвальские Выселки	0,6	0,03	0,01	0,03
24	Полибинский сельсовет	Верхняя Павловка	0,6	0,03	0,01	0,03
25	Спешнево-Ивановский сельсовет	Измайловка	0,7	0,03	0,01	0,04
26	Спешнево-Ивановский сельсовет	Петровский	1,0	0,05	0,01	0,06
27	Спешнево-Ивановский сельсовет	Одоевщино	0,8	0,04	0,01	0,04
28	Спешнево-Ивановский сельсовет	Ярославы	0,7	0,03	0,01	0,04
29	Требунский сельсовет	Янушево	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Измалковский район</i>						
30	Васильевский сельсовет	Майоровка	1,0	0,05	0,01	0,06
31	Васильевский сельсовет	Прилепы	0,9	0,04	0,01	0,05
32	Васильевский сельсовет	Ромашковка	1,0	0,05	0,01	0,06
33	Васильевский сельсовет	Знаменское	1,0	0,05	0,01	0,06
34	Лебяженский сельсовет	Языково	0,6	0,03	0,01	0,03
35	Лебяженский сельсовет	Заря	0,7	0,03	0,01	0,04
36	Лебяженский сельсовет	Рассвет	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Краснинский район</i>						
37	Сотниковский сельсовет	Жаркий Верх	0,7	0,03	0,01	0,04
38	Суходольский сельсовет	Никольское	1,3	0,06	0,01	0,07
39	Суходольский сельсовет	Суходол	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Лев-Толстовский район</i>						
40	Домачевский сельсовет	Домачи	1,1	0,05	0,01	0,06
41	Знаменский сельсовет	Малая Знаменка	0,7	0,03	0,01	0,05
42	Знаменский сельсовет	Знаменское	1,0	0,05	0,06	0,11
43	Топовский сельсовет	Кордюки	0,8	0,04	0,01	0,04
44	Топовский сельсовет	Загрядчино	0,8	0,04	0,01	0,04
<i>Липецкий район</i>						
45	Косыревский сельсовет	Кулешовка	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Становлянский район</i>						
46	Георгиевский сельсовет	Поряхино	0,8	0,04	0,01	0,05
47	Георгиевский сельсовет	Филенки	0,6	0,03	0,01	0,03
48	Георгиевский сельсовет	Георгиевское	0,9	0,04	0,01	0,05
49	Грунино-Воргольский сельсовет	Лаухино	0,9	0,04	0,01	0,05
50	Островский сельсовет	Веригино	0,9	0,04	0,01	0,05
51	Успенский сельсовет	Большие Выселки	0,8	0,04	0,01	0,05
52	Успенский сельсовет	Елизаветовка	1,1	0,05	0,01	0,06
53	Успенский сельсовет	Малые Выселки	1,2	0,06	0,01	0,07
54	Успенский сельсовет	Чернолес	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Усманский район</i>						
55	Городское поселение – город Усмань	Усмань	0,8	0,02	0,01	0,03
56	Пригородный сельсовет	Бочиновка	0,6	0,03	0,01	0,03
57	Сторожевской сельсовет	Терновка	0,8	0,04	0,01	0,04
58	Сторожевской сельсовет	Сторожевое	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Чаплыгинский район</i>						
59	Ведновский сельсовет	Бутырки	0,6	0,03	0,01	0,03

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
60	Ведновский сельсовет	Ведное	0,6	0,03	0,01	0,03
61	Ведновский сельсовет	Дашино	1,6	0,07	0,01	0,09
62	Конюшковский сельсовет	Кулики	0,9	0,04	0,01	0,05
63	Петелинский сельсовет	Архангельское	0,8	0,04	0,01	0,04
64	Петелинский сельсовет	Борщевка	0,7	0,03	0,01	0,04
65	Петелинский сельсовет	Лисоградка	0,9	0,04	0,01	0,05
66	Петелинский сельсовет	Новосеменовская	0,6	0,03	0,01	0,03
67	Петелинский сельсовет	Татищево	1,5	0,07	0,01	0,08
68	Петелинский сельсовет	Новое Петелино	0,6	0,03	0,01	0,03
69	Урусовский сельсовет	Рязанка	0,6	0,03	0,01	0,03
Орловская область						
<i>Болховский район</i>						
1	Багриновское сельское поселение	Кишкино	1,3	0,06	0,01	0,07
2	Багриновское сельское поселение	Крутогорье	1,1	0,05	0,01	0,06
3	Багриновское сельское поселение	Курасова	1,6	0,07	0,02	0,09
4	Багриновское сельское поселение	Невструева	1,5	0,07	0,02	0,09
5	Багриновское сельское поселение	Пальчикова	1,0	0,05	0,01	0,06
6	Багриновское сельское поселение	Сивкова	1,9	0,09	0,02	0,11
7	Багриновское сельское поселение	Тросна	1,4	0,07	0,02	0,08
8	Багриновское сельское поселение	Хмелевая	1,8	0,08	0,02	0,10
9	Багриновское сельское поселение	Хомякова	2,1	0,10	0,02	0,12
10	Багриновское сельское поселение	Чаплыгина	1,4	0,07	0,02	0,08
11	Багриновское сельское поселение	Введенский	2,3	0,11	0,02	0,13
12	Багриновское сельское поселение	Лазный	1,5	0,07	0,02	0,09
13	Багриновское сельское поселение	Новая Деревня	0,6	0,03	0,01	0,04
14	Багриновское сельское поселение	Перцевский	1,3	0,06	0,01	0,07
15	Багриновское сельское поселение	Багриново	2,0	0,09	0,02	0,11
16	Багриновское сельское поселение	Городище	2,0	0,09	0,02	0,11
17	Багриновское сельское поселение	Кривцово	0,8	0,04	0,01	0,05
18	Багриновское сельское поселение	Фатнево	2,6	0,12	0,02	0,14
19	Багриновское сельское поселение	Чегодаево	1,2	0,06	0,01	0,07
20	Бориловское сельское поселение	Малая Кутьма	0,6	0,03	0,01	0,04
21	Бориловское сельское поселение	Баевский	0,4	0,02	0,01	0,02
22	Бориловское сельское поселение	Борилово	1,2	0,06	0,01	0,07
23	Боровское сельское поселение	Асеева	1,6	0,07	0,02	0,09
24	Боровское сельское поселение	Булгакова	1,8	0,08	0,02	0,10
25	Боровское сельское поселение	Козюлькина	1,7	0,08	0,02	0,10
26	Боровское сельское поселение	Кудинова	1,7	0,08	0,02	0,10
27	Боровское сельское поселение	Лучки	2,7	0,13	0,03	0,15
28	Боровское сельское поселение	Плоская	1,5	0,07	0,02	0,09
29	Боровское сельское поселение	Шарихина	1,7	0,08	0,02	0,10
30	Боровское сельское поселение	Воскресенский	2,2	0,10	0,02	0,12
31	Боровское сельское поселение	Ивановский	1,5	0,07	0,02	0,09
32	Боровское сельское поселение	Казанский	1,9	0,09	0,02	0,11
33	Боровское сельское поселение	Новоникольский	2,0	0,09	0,02	0,11
34	Боровское сельское поселение	Новый Свет	2,2	0,10	0,02	0,12
35	Боровское сельское поселение	Светлая Заря	1,6	0,07	0,02	0,09
36	Боровское сельское поселение	Боровое	2,4	0,11	0,02	0,14
37	Боровское сельское поселение	Войново	1,2	0,06	0,01	0,07
38	Боровское сельское поселение	Лунёво	2,2	0,10	0,02	0,12
39	Боровское сельское поселение	Чернь-Пальчиково	1,8	0,08	0,02	0,10
40	Герасимовское сельское поселение	Антипова	3,3	0,15	0,16	0,31
41	Герасимовское сельское поселение	Архипова	2,9	0,14	0,15	0,28
42	Герасимовское сельское поселение	Близна	3,7	0,17	0,17	0,35
43	Герасимовское сельское поселение	Ближенские Дворы	3,8	0,18	0,18	0,35

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
44	Герасимовское сельское поселение	Герасимова	3,4	0,16	0,16	0,32
45	Герасимовское сельское поселение	Меркулова	2,5	0,12	0,14	0,25
46	Герасимовское сельское поселение	Сиголаева	2,9	0,14	0,15	0,28
47	Герасимовское сельское поселение	Уланова	3,9	0,18	0,18	0,36
48	Герасимовское сельское поселение	Шпилева	3,6	0,17	0,17	0,34
49	Герасимовское сельское поселение	Выгоновский	3,7	0,17	0,17	0,35
50	Герасимовское сельское поселение	Пробуждение	2,8	0,13	0,15	0,28
51	Герасимовское сельское поселение	Чекряк	3,5	0,16	0,17	0,33
52	Гнездиловское сельское поселение	Бабенка	1,4	0,07	0,02	0,08
53	Гнездиловское сельское поселение	Конское	2,1	0,10	0,03	0,12
54	Гнездиловское сельское поселение	Павлова	2,6	0,12	0,03	0,15
55	Гнездиловское сельское поселение	Скупшинина	2,4	0,11	0,03	0,14
56	Гнездиловское сельское поселение	Хожайнова	2,1	0,10	0,03	0,12
57	Гнездиловское сельское поселение	Хохолева	1,3	0,06	0,02	0,08
58	Гнездиловское сельское поселение	Чертовая	2,0	0,09	0,03	0,12
59	Гнездиловское сельское поселение	Алексеевский	1,9	0,09	0,02	0,11
60	Гнездиловское сельское поселение	Буденный	1,5	0,07	0,02	0,09
61	Гнездиловское сельское поселение	Житные Дворы	3,1	0,14	0,03	0,18
62	Гнездиловское сельское поселение	Можок	2,3	0,11	0,03	0,13
63	Гнездиловское сельское поселение	Цветочная Балка	1,7	0,08	0,02	0,10
64	Гнездиловское сельское поселение	Алешня	2,0	0,09	0,03	0,12
65	Гнездиловское сельское поселение	Гнездилово	2,0	0,09	0,03	0,12
66	Гнездиловское сельское поселение	Шумово	2,4	0,11	0,03	0,14
67	Городское поселение – Болхов	Болхов	2,4	0,06	0,02	0,08
68	Злыньское сельское поселение	Ветловка	0,3	0,01	0,01	0,02
69	Злыньское сельское поселение	Калиновка	0,3	0,01	0,01	0,02
70	Злыньское сельское поселение	Колонтаева	0,9	0,04	0,01	0,05
71	Злыньское сельское поселение	Криуша	1,5	0,07	0,02	0,09
72	Злыньское сельское поселение	Кутьма	0,2	0,01	0,01	0,01
73	Злыньское сельское поселение	Пальчикова	1,4	0,07	0,02	0,08
74	Злыньское сельское поселение	Рожкова	1,5	0,07	0,02	0,09
75	Злыньское сельское поселение	Скородумка	2,0	0,09	0,02	0,12
76	Злыньское сельское поселение	Татинки	0,4	0,02	0,01	0,03
77	Злыньское сельское поселение	Злыньский Конезавод	0,1	0,01	0,00	0,01
78	Злыньское сельское поселение	Большая Чернь	1,7	0,08	0,02	0,10
79	Злыньское сельское поселение	Злынь	0,2	0,01	0,01	0,01
80	Медведковское сельское поселение	Вязовая	1,5	0,07	0,03	0,10
81	Медведковское сельское поселение	Жуевка	1,2	0,06	0,03	0,08
82	Медведковское сельское поселение	Игино	2,1	0,10	0,04	0,14
83	Медведковское сельское поселение	Каверзнева	1,0	0,05	0,02	0,07
84	Медведковское сельское поселение	Медведки	0,6	0,03	0,02	0,05
85	Медведковское сельское поселение	Павлодарь	1,7	0,08	0,03	0,11
86	Медведковское сельское поселение	Печуковка	1,4	0,07	0,03	0,09
87	Медведковское сельское поселение	Рылова	1,7	0,08	0,03	0,11
88	Медведковское сельское поселение	Свистова	1,1	0,05	0,02	0,08
89	Медведковское сельское поселение	Великоленинский	2,0	0,09	0,04	0,13
90	Медведковское сельское поселение	Новоигинский	1,3	0,06	0,03	0,09
91	Медведковское сельское поселение	Рыбинский	1,3	0,06	0,03	0,09
92	Медведковское сельское поселение	Бетово	1,1	0,05	0,02	0,08
93	Медведковское сельское поселение	Васильевка	1,3	0,06	0,03	0,09
94	Медведковское сельское поселение	Коноплянка	2,5	0,12	0,04	0,16
95	Михневское сельское поселение	Блошня	2,0	0,09	0,02	0,12
96	Михневское сельское поселение	Богданова	2,9	0,14	0,03	0,17
97	Михневское сельское поселение	Бушнева	2,4	0,11	0,03	0,14
98	Михневское сельское поселение	Зубари	2,9	0,14	0,03	0,17

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
99	Михневское сельское поселение	Китаева	2,6	0,12	0,03	0,15
100	Михневское сельское поселение	Красная Лохань	2,0	0,09	0,02	0,12
101	Михневское сельское поселение	Михнева	2,0	0,09	0,02	0,12
102	Михневское сельское поселение	Сивкова	2,5	0,12	0,03	0,14
103	Михневское сельское поселение	Ушакова	2,1	0,10	0,02	0,12
104	Михневское сельское поселение	Архангельский	2,1	0,10	0,02	0,12
105	Михневское сельское поселение	Калинина	2,4	0,11	0,03	0,14
106	Михневское сельское поселение	Красное Знамя	0,9	0,04	0,01	0,06
107	Михневское сельское поселение	Красный Клин	1,8	0,08	0,02	0,11
108	Михневское сельское поселение	Новогеоргиевский	2,2	0,10	0,03	0,13
109	Михневское сельское поселение	Ряблово	2,5	0,12	0,03	0,14
110	Михневское сельское поселение	Слободка	1,5	0,07	0,02	0,09
111	Михневское сельское поселение	Щербовский	1,9	0,09	0,02	0,11
112	Михневское сельское поселение	Морозово	2,3	0,11	0,03	0,13
113	Михневское сельское поселение	Пально	2,6	0,12	0,03	0,15
114	Михневское сельское поселение	Репнино	1,4	0,07	0,02	0,08
115	Михневское сельское поселение	Щербово	2,1	0,10	0,02	0,12
116	Новосинецкое сельское поселение	Александровка Первая	0,6	0,03	0,01	0,03
117	Новосинецкое сельское поселение	Болотова	0,2	0,01	0,00	0,01
118	Новосинецкое сельское поселение	Домашовка	0,2	0,01	0,00	0,01
119	Новосинецкое сельское поселение	Знаменское	0,4	0,02	0,00	0,02
120	Новосинецкое сельское поселение	Клейменова	0,4	0,02	0,00	0,02
121	Новосинецкое сельское поселение	Лунёвка	0,4	0,02	0,00	0,02
122	Новосинецкое сельское поселение	Новый Синец	0,3	0,01	0,00	0,02
123	Новосинецкое сельское поселение	Сомова	0,2	0,01	0,00	0,01
124	Новосинецкое сельское поселение	Трубчева	0,4	0,02	0,00	0,02
125	Новосинецкое сельское поселение	Федосеевка	0,3	0,01	0,00	0,02
126	Новосинецкое сельское поселение	Архангельский	0,3	0,01	0,00	0,02
127	Новосинецкое сельское поселение	Березуй	0,3	0,01	0,00	0,02
128	Новосинецкое сельское поселение	Васильевский	0,3	0,01	0,00	0,02
129	Новосинецкое сельское поселение	Деевские Хутора	0,3	0,01	0,00	0,02
130	Новосинецкое сельское поселение	Каменка	0,6	0,03	0,01	0,03
131	Новосинецкое сельское поселение	Кирпичи	0,2	0,01	0,00	0,01
132	Новосинецкое сельское поселение	Крестьянин	0,2	0,01	0,00	0,01
133	Новосинецкое сельское поселение	Крещенский	0,6	0,03	0,01	0,03
134	Новосинецкое сельское поселение	Кривой Хутор	0,3	0,01	0,00	0,02
135	Новосинецкое сельское поселение	Новая Жизнь	0,3	0,01	0,00	0,02
136	Новосинецкое сельское поселение	Становой	0,9	0,04	0,01	0,05
137	Новосинецкое сельское поселение	Старица	0,4	0,02	0,00	0,02
138	Новосинецкое сельское поселение	Топкий Ржавец	0,4	0,02	0,00	0,02
139	Новосинецкое сельское поселение	Федосеевский	0,4	0,02	0,00	0,02
140	Новосинецкое сельское поселение	Филипповский	0,7	0,03	0,01	0,04
141	Новосинецкое сельское поселение	Старый Синец	0,5	0,02	0,01	0,03
142	Однолуцкое сельское поселение	Бекетова	1,8	0,08	0,02	0,10
143	Однолуцкое сельское поселение	Васькова	1,5	0,07	0,02	0,09
144	Однолуцкое сельское поселение	Королёвка	0,8	0,04	0,01	0,05
145	Однолуцкое сельское поселение	Кочерева	1,8	0,08	0,02	0,10
146	Однолуцкое сельское поселение	Липовка	1,4	0,07	0,02	0,08
147	Однолуцкое сельское поселение	Лутовинова	1,6	0,07	0,02	0,09
148	Однолуцкое сельское поселение	Лыкова	0,9	0,04	0,01	0,05
149	Однолуцкое сельское поселение	Макеева	1,8	0,08	0,02	0,10
150	Однолуцкое сельское поселение	Мартыновка	2,7	0,13	0,03	0,15
151	Однолуцкое сельское поселение	Наседкина	0,8	0,04	0,01	0,05
152	Однолуцкое сельское поселение	Онсина	0,8	0,04	0,01	0,05
153	Однолуцкое сельское поселение	Тимонова	0,6	0,03	0,01	0,04

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
154	Однолуцкое сельское поселение	Черногрязка	0,7	0,03	0,01	0,04
155	Однолуцкое сельское поселение	Дичков	1,3	0,06	0,02	0,08
156	Однолуцкое сельское поселение	Петропавловский	0,8	0,04	0,01	0,05
157	Однолуцкое сельское поселение	Покровский Спиртзавод	1,6	0,07	0,02	0,09
158	Однолуцкое сельское поселение	Равнина	1,5	0,07	0,02	0,09
159	Однолуцкое сельское поселение	Ясная Поляна	0,6	0,03	0,01	0,04
160	Однолуцкое сельское поселение	Григорово	1,0	0,05	0,01	0,06
161	Однолуцкое сельское поселение	Кобылино	1,0	0,05	0,01	0,06
162	Однолуцкое сельское поселение	Однолуки	1,3	0,06	0,02	0,08
163	Однолуцкое сельское поселение	Спешнево	3,2	0,15	0,03	0,18
164	Сурьянинское сельское поселение	Арнаутова	1,4	0,07	0,02	0,08
165	Сурьянинское сельское поселение	Ветрова	1,5	0,07	0,02	0,09
166	Сурьянинское сельское поселение	Долбилова	0,6	0,03	0,01	0,04
167	Сурьянинское сельское поселение	Дулелина	2,8	0,13	0,03	0,16
168	Сурьянинское сельское поселение	Калинина	1,7	0,08	0,02	0,10
169	Сурьянинское сельское поселение	Кулешова	1,2	0,06	0,01	0,07
170	Сурьянинское сельское поселение	Орс	0,9	0,04	0,01	0,05
171	Сурьянинское сельское поселение	Селеменова	0,7	0,03	0,01	0,04
172	Сурьянинское сельское поселение	Сурьянино	1,1	0,05	0,01	0,06
173	Сурьянинское сельское поселение	Сухочева	1,0	0,05	0,01	0,06
174	Сурьянинское сельское поселение	Цимбулова	0,8	0,04	0,01	0,05
175	Сурьянинское сельское поселение	Шемякина	1,4	0,07	0,02	0,08
176	Сурьянинское сельское поселение	Щигры	0,9	0,04	0,01	0,05
177	Сурьянинское сельское поселение	Бессоновский	2,0	0,09	0,02	0,11
178	Сурьянинское сельское поселение	Владимировский	1,3	0,06	0,01	0,08
179	Сурьянинское сельское поселение	Моисеевка	2,1	0,10	0,02	0,12
180	Сурьянинское сельское поселение	Новогеоргиевский	1,0	0,05	0,01	0,06
181	Сурьянинское сельское поселение	Уткин	1,0	0,05	0,01	0,06
182	Сурьянинское сельское поселение	Щигровский Второй	1,2	0,06	0,01	0,07
183	Сурьянинское сельское поселение	Щигровский Первый	1,4	0,07	0,02	0,08
184	Сурьянинское сельское поселение	Руднево	1,5	0,07	0,02	0,09
185	Сурьянинское сельское поселение	Струково	1,2	0,06	0,01	0,07
186	Хуторское сельское поселение	Верхняя Радомка	2,8	0,13	0,04	0,17
187	Хуторское сельское поселение	Нижняя Радомка	2,3	0,11	0,03	0,14
188	Хуторское сельское поселение	Рогозина	3,0	0,14	0,04	0,18
189	Хуторское сельское поселение	Снегирёва	3,3	0,15	0,04	0,19
190	Хуторское сельское поселение	Хутор	2,2	0,10	0,03	0,13
191	Хуторское сельское поселение	Середичи	2,6	0,12	0,03	0,15
192	Ямское сельское поселение	Будолбина	2,2	0,10	0,02	0,13
193	Ямское сельское поселение	Есина	2,4	0,11	0,03	0,14
194	Ямское сельское поселение	Рог	2,3	0,11	0,02	0,13
195	Ямское сельское поселение	Крещенский	2,3	0,11	0,02	0,13
196	Ямское сельское поселение	Крыловский	1,8	0,08	0,02	0,10
197	Ямское сельское поселение	Никитский	2,2	0,10	0,02	0,13
198	Ямское сельское поселение	Успенский	2,4	0,11	0,03	0,14
199	Ямское сельское поселение	Дмитровское	3,0	0,14	0,03	0,17
200	Ямское сельское поселение	Кривчье	2,2	0,10	0,02	0,13
201	Ямское сельское поселение	Хотетово	1,4	0,07	0,02	0,08
202	Ямское сельское поселение	сл Верхняя Монастырская	2,2	0,10	0,02	0,13
203	Ямское сельское поселение	Ямские Выселки	1,7	0,08	0,02	0,10
<i>Верховский район</i>						
204	Галичинское сельское поселение	Дмитриевка	0,8	0,04	0,01	0,05
205	Галичинское сельское поселение	Долгое	0,6	0,03	0,01	0,04
206	Галичинское сельское поселение	Моховое	0,5	0,02	0,01	0,03
207	Галичинское сельское поселение	Покровская	0,6	0,03	0,01	0,04

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
208	Галичинское сельское поселение	Раевка	0,9	0,04	0,01	0,05
209	Галичинское сельское поселение	Труды	0,7	0,03	0,01	0,04
210	Городское поселение – Верховье	Верховье	0,8	0,04	0,01	0,04
211	Корсунское сельское поселение	Крутовское	0,6	0,03	0,01	0,03
212	Корсунское сельское поселение	Фёдоровка	0,6	0,03	0,01	0,03
213	Корсунское сельское поселение	Верхне-Залегощен-ский	0,5	0,02	0,01	0,03
214	Корсунское сельское поселение	Верхняя Залегощь	0,6	0,03	0,01	0,03
215	Скородненское сельское поселение	Даменка	0,5	0,02	0,01	0,03
216	Скородненское сельское поселение	Ключики	0,5	0,02	0,01	0,03
217	Скородненское сельское поселение	Первомайский	0,7	0,03	0,01	0,04
218	Скородненское сельское поселение	Скородное	0,5	0,02	0,01	0,03
219	Туровское сельское поселение	Кубановка	0,6	0,03	0,01	0,03
220	Туровское сельское поселение	Туровка	0,7	0,03	0,01	0,04
221	Туровское сельское поселение	Дичня	0,6	0,03	0,01	0,03
Глазуновский район						
222	Богородское сельское поселение	Голенищево	1,0	0,05	0,01	0,06
223	Богородское сельское поселение	Гнилуша	0,9	0,04	0,01	0,05
224	Медведевское сельское поселение	Глебово	0,9	0,04	0,01	0,05
225	Медведевское сельское поселение	Гремячево	0,9	0,04	0,01	0,05
226	Медведевское сельское поселение	Каменка	1,0	0,05	0,01	0,06
227	Медведевское сельское поселение	Соловые	0,7	0,03	0,01	0,04
228	Медведевское сельское поселение	Глебовский	0,8	0,04	0,01	0,05
229	Отрадинское сельское поселение	Красная Ивановка	0,6	0,03	0,01	0,03
230	Отрадинское сельское поселение	Кривые Верхи	1,0	0,05	0,01	0,06
231	Очкинское сельское поселение	Васильевка	0,8	0,04	0,01	0,05
232	Очкинское сельское поселение	Ильинское	1,0	0,05	0,01	0,06
233	Очкинское сельское поселение	Никольское	1,4	0,07	0,01	0,08
234	Очкинское сельское поселение	Очки	1,8	0,08	0,02	0,10
235	Очкинское сельское поселение	Соревнование	2,1	0,10	0,02	0,12
236	Очкинское сельское поселение	Архангельское	2,0	0,09	0,02	0,11
237	Сеньковское сельское поселение	Малые Бобрики	0,9	0,04	0,01	0,05
238	Сеньковское сельское поселение	Новый Хутор	1,2	0,06	0,01	0,07
239	Сеньковское сельское поселение	Озерки	1,7	0,08	0,02	0,10
240	Сеньковское сельское поселение	Подлесная	1,1	0,05	0,01	0,06
241	Сеньковское сельское поселение	Степная	1,0	0,05	0,01	0,06
242	Сеньковское сельское поселение	Чермошное	1,1	0,05	0,01	0,06
243	Сеньковское сельское поселение	Прозоровский	0,8	0,04	0,01	0,05
244	Сеньковское сельское поселение	Сеньково	1,5	0,07	0,01	0,08
245	Сеньковское сельское поселение	Дружевец	1,2	0,06	0,01	0,07
246	Тагинское сельское поселение	Захаровка	1,3	0,06	0,01	0,07
247	Тагинское сельское поселение	Весёлый	1,4	0,07	0,01	0,08
248	Тагинское сельское поселение	Золотая Поляна	1,1	0,05	0,01	0,06
249	Тагинское сельское поселение	Тагинский	1,1	0,05	0,01	0,06
250	Тагинское сельское поселение	Ясная Поляна	2,0	0,09	0,02	0,11
251	Тагинское сельское поселение	Подольня	0,7	0,03	0,01	0,04
252	Тагинское сельское поселение	Тагино	1,3	0,06	0,01	0,07
Дмитровский район						
253	Алешинское сельское поселение	Вижонка	0,9	0,04	0,01	0,06
254	Алешинское сельское поселение	Кочетовка	1,3	0,06	0,02	0,08
255	Алешинское сельское поселение	Талдыкино	0,9	0,04	0,01	0,06
256	Алешинское сельское поселение	Промклево	0,6	0,03	0,01	0,04
257	Берёзовское сельское поселение	Берёзовка	1,3	0,06	0,01	0,07
258	Берёзовское сельское поселение	Власовка	2,0	0,09	0,02	0,11
259	Берёзовское сельское поселение	Холчёвка	1,4	0,07	0,01	0,08
260	Берёзовское сельское поселение	Высокий	1,6	0,07	0,02	0,09

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
261	Берёзовское сельское поселение	Новосёлки	1,4	0,07	0,01	0,08
262	Берёзовское сельское поселение	Октябрьский	1,0	0,05	0,01	0,06
263	Берёзовское сельское поселение	Петровский	1,0	0,05	0,01	0,06
264	Берёзовское сельское поселение	Ровенский	1,4	0,07	0,01	0,08
265	Берёзовское сельское поселение	Спасский	1,8	0,08	0,02	0,10
266	Берёзовское сельское поселение	Девятино	1,1	0,05	0,01	0,06
267	Берёзовское сельское поселение	Осмонь	0,5	0,02	0,01	0,03
268	Горбуновское сельское поселение	Вертякино	1,3	0,06	0,02	0,08
269	Горбуновское сельское поселение	Горбуновка	1,6	0,07	0,02	0,10
270	Горбуновское сельское поселение	Мошки	1,0	0,05	0,02	0,06
271	Горбуновское сельское поселение	Трубиchino	1,0	0,05	0,02	0,06
272	Горбуновское сельское поселение	Седлечко	1,0	0,05	0,02	0,06
273	Горбуновское сельское поселение	Топоричный	1,0	0,05	0,02	0,06
274	Горбуновское сельское поселение	Балдыж	0,6	0,03	0,01	0,04
275	Горбуновское сельское поселение	Морево	1,1	0,05	0,02	0,07
276	Городское поселение – Дмитровск	Дмитровск	1,2	0,06	0,01	0,07
277	Долбенкинское сельское поселение	Васильевский	0,5	0,02	0,01	0,03
278	Долбенкинское сельское поселение	Новоалексеевский	0,6	0,03	0,01	0,04
279	Долбенкинское сельское поселение	Новый Колодец	0,8	0,04	0,01	0,05
280	Долбенкинское сельское поселение	Опека	0,7	0,03	0,01	0,04
281	Долбенкинское сельское поселение	Речица	0,5	0,02	0,01	0,03
282	Долбенкинское сельское поселение	Харланово	0,7	0,03	0,01	0,04
283	Домаховское сельское поселение	Воронино	1,3	0,06	0,02	0,08
284	Домаховское сельское поселение	Кавелино	1,3	0,06	0,02	0,08
285	Домаховское сельское поселение	Журавка	1,1	0,05	0,02	0,07
286	Домаховское сельское поселение	Большое Кричино	1,4	0,07	0,02	0,08
287	Домаховское сельское поселение	Домаха	1,6	0,07	0,02	0,10
288	Домаховское сельское поселение	Малое Кричино	1,9	0,09	0,02	0,11
289	Домаховское сельское поселение	Упорой	0,5	0,02	0,01	0,03
290	Друженское сельское поселение	Аношинка	0,7	0,03	0,02	0,05
291	Друженское сельское поселение	Дружно	1,4	0,07	0,03	0,10
292	Друженское сельское поселение	Александровский	2,0	0,09	0,04	0,13
293	Друженское сельское поселение	Андрияновский	0,8	0,04	0,02	0,06
294	Друженское сельское поселение	Вечерняя Заря	2,4	0,11	0,05	0,16
295	Друженское сельское поселение	Краснокалиновский	2,0	0,09	0,04	0,13
296	Друженское сельское поселение	Николаевский	1,2	0,06	0,03	0,08
297	Друженское сельское поселение	Первомайский	1,2	0,06	0,03	0,08
298	Лубянское сельское поселение	Брусовец	1,0	0,05	0,01	0,06
299	Лубянское сельское поселение	Волобуево	0,8	0,04	0,01	0,05
300	Лубянское сельское поселение	Голенищева	1,2	0,06	0,01	0,07
301	Лубянское сельское поселение	Гранкина	1,4	0,07	0,02	0,08
302	Лубянское сельское поселение	Клёсово	1,5	0,07	0,02	0,09
303	Лубянское сельское поселение	Яблоновец	0,9	0,04	0,01	0,05
304	Лубянское сельское поселение	Каменный Лес	0,9	0,04	0,01	0,05
305	Лубянское сельское поселение	Кошелёво	0,7	0,03	0,01	0,04
306	Лубянское сельское поселение	Крупышино	0,9	0,04	0,01	0,05
307	Лубянское сельское поселение	Лубянки	1,2	0,06	0,01	0,07
308	Лубянское сельское поселение	Чувардино	0,9	0,04	0,01	0,05
309	Малобобровское сельское поселение	Круглое	0,5	0,02	0,01	0,03
310	Малобобровское сельское поселение	Алексеевский	1,0	0,05	0,01	0,06
311	Малобобровское сельское поселение	Бук	0,6	0,03	0,01	0,03
312	Малобобровское сельское поселение	Малое Боброво	0,9	0,04	0,01	0,05
313	Плосковское сельское поселение	Авилово	0,6	0,03	0,01	0,04
314	Плосковское сельское поселение	Апойково	1,2	0,06	0,01	0,07
315	Плосковское сельское поселение	Кучеряевка	0,8	0,04	0,01	0,05

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
316	Плосковское сельское поселение	Хальзево	0,7	0,03	0,01	0,04
317	Плосковское сельское поселение	Комарник	1,2	0,06	0,01	0,07
318	Плосковское сельское поселение	Красная Стрелица	1,2	0,06	0,01	0,07
319	Плосковское сельское поселение	Плоское	0,6	0,03	0,01	0,04
320	Соломинское сельское поселение	Бычки	0,8	0,04	0,01	0,05
321	Соломинское сельское поселение	Кузьминка	0,9	0,04	0,01	0,06
322	Соломинское сельское поселение	Александровский	1,0	0,05	0,01	0,06
323	Соломинское сельское поселение	Васильевка	1,2	0,06	0,02	0,07
324	Соломинское сельское поселение	Костобобровка	1,2	0,06	0,02	0,07
325	Соломинское сельское поселение	Успенский	1,0	0,05	0,01	0,06
326	Соломинское сельское поселение	Соломино	1,5	0,07	0,02	0,09
327	Столбищенское сельское поселение	Красное Знамя	0,4	0,02	0,01	0,02
328	Столбищенское сельское поселение	Столбище	1,0	0,05	0,01	0,06
<i>Залегощенский район</i>						
329	Бортновское сельское поселение	Гусево	0,7	0,03	0,01	0,04
330	Бортновское сельское поселение	Зыбино	1,1	0,05	0,01	0,06
331	Верхнескворченское сельское поселение	Алексеевка	0,6	0,03	0,01	0,04
332	Верхнескворченское сельское поселение	Долы	1,0	0,05	0,01	0,06
333	Верхнескворченское сельское поселение	Ольховец	1,3	0,06	0,01	0,07
334	Верхнескворченское сельское поселение	Верхнее Скворчее	1,9	0,09	0,02	0,11
335	Грачёвское сельское поселение	Кочеты	0,7	0,03	0,01	0,04
336	Красненское сельское поселение	Котлы	0,7	0,03	0,01	0,04
337	Красненское сельское поселение	Затишенский Первый	0,6	0,03	0,01	0,04
338	Красненское сельское поселение	Красное	1,6	0,07	0,02	0,09
339	Ломовское сельское поселение	Красновидово	2,2	0,10	0,02	0,12
340	Ломовское сельское поселение	Новопавлово	2,6	0,12	0,02	0,14
341	Ломовское сельское поселение	Столбецкое	1,1	0,05	0,01	0,06
342	Ломовское сельское поселение	Усово	1,8	0,08	0,02	0,10
343	Ломовское сельское поселение	Долгое	2,1	0,10	0,02	0,12
344	Нижнезалегощенское сельское поселение	Васильевка	1,1	0,05	0,01	0,06
345	Нижнезалегощенское сельское поселение	Голяновка	0,8	0,04	0,01	0,05
346	Нижнезалегощенское сельское поселение	Гундосовка	0,8	0,04	0,01	0,05
347	Нижнезалегощенское сельское поселение	Зобовка	0,6	0,03	0,01	0,03
348	Нижнезалегощенское сельское поселение	Князевка	0,7	0,03	0,01	0,04
349	Нижнезалегощенское сельское поселение	Нагорная	0,8	0,04	0,01	0,05
350	Нижнезалегощенское сельское поселение	Наумовка	0,9	0,04	0,01	0,05
351	Нижнезалегощенское сельское поселение	Проулок	0,8	0,04	0,01	0,05
352	Нижнезалегощенское сельское поселение	Слобода	0,8	0,04	0,01	0,05
353	Нижнезалегощенское сельское поселение	Хоботилровка	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Знаменский район</i>						
354	Глотовское сельское поселение	Коськово	0,7	0,03	0,01	0,04
355	Знаменское сельское поселение	Камынино	1,2	0,06	0,01	0,07
356	Знаменское сельское поселение	Кузьминка	1,8	0,08	0,02	0,10
357	Знаменское сельское поселение	Локно	1,0	0,05	0,01	0,06
358	Коптевское сельское поселение	Бургова	1,1	0,05	0,02	0,07
359	Коптевское сельское поселение	Ивлева	1,1	0,05	0,02	0,07
360	Коптевское сельское поселение	Исаевка	1,6	0,07	0,03	0,10
361	Коптевское сельское поселение	Паньшина	0,6	0,03	0,01	0,04
362	Коптевское сельское поселение	Пешкова	2,0	0,09	0,03	0,13
363	Коптевское сельское поселение	Подымова	1,8	0,08	0,03	0,11
364	Коптевское сельское поселение	Рыдань	0,6	0,03	0,01	0,04
365	Коптевское сельское поселение	Сенки	1,0	0,05	0,02	0,07
366	Коптевское сельское поселение	Хомяково	1,6	0,07	0,03	0,10
367	Коптевское сельское поселение	Хотетова	0,6	0,03	0,01	0,04
368	Коптевское сельское поселение	Бортновский	1,5	0,07	0,03	0,10

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	^{137}Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
369	Коптевское сельское поселение	Весёлая жизнь	0,5	0,02	0,01	0,04
370	Коптевское сельское поселение	Вытебеть	0,7	0,03	0,02	0,05
371	Коптевское сельское поселение	Егерский-II	1,1	0,05	0,02	0,07
372	Коптевское сельское поселение	Просвет	1,0	0,05	0,02	0,07
373	Коптевское сельское поселение	Коптево	0,9	0,04	0,02	0,06
374	Коптевское сельское поселение	Покровское	0,9	0,04	0,02	0,06
375	Красниковское сельское поселение	Булгаково	2,3	0,11	0,03	0,14
376	Красниковское сельское поселение	Корентяева	1,1	0,05	0,02	0,07
377	Красниковское сельское поселение	Липовка	1,0	0,05	0,02	0,06
378	Красниковское сельское поселение	Реутово	1,5	0,07	0,02	0,09
379	Красниковское сельское поселение	Казаковка	1,3	0,06	0,02	0,08
380	Красниковское сельское поселение	Красниково	1,8	0,08	0,03	0,11
381	Красниковское сельское поселение	Столбчее	2,2	0,10	0,03	0,13
382	Красниковское сельское поселение	Ячное	1,0	0,05	0,02	0,06
383	Узкинское сельское поселение	Высокое	0,8	0,04	0,01	0,05
384	Узкинское сельское поселение	Дерлово	1,0	0,05	0,01	0,06
385	Узкинское сельское поселение	Кореево	1,6	0,07	0,02	0,09
386	Узкинское сельское поселение	Плеханово	1,0	0,05	0,01	0,06
387	Узкинское сельское поселение	Ракитная	0,6	0,03	0,01	0,04
388	Узкинское сельское поселение	Высокинский	1,8	0,08	0,02	0,10
389	Узкинское сельское поселение	Мырино	1,1	0,05	0,01	0,06
<i>Колпнянский район</i>						
390	Краснянское сельское поселение	Мисайлово	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Корсаковский район</i>						
391	Гагаринское сельское поселение	Гагаринский Хутор	0,7	0,03	0,01	0,04
392	Гагаринское сельское поселение	Головкино	0,6	0,03	0,01	0,03
393	Гагаринское сельское поселение	Заверхская Слобода	0,6	0,03	0,01	0,03
394	Гагаринское сельское поселение	Мельничная Слобода	0,6	0,03	0,01	0,03
395	Корсаковское сельское поселение	Заречье	0,6	0,03	0,01	0,04
396	Корсаковское сельское поселение	Казаценка	0,7	0,03	0,01	0,04
397	Корсаковское сельское поселение	Петрово	0,6	0,03	0,01	0,04
398	Корсаковское сельское поселение	Ползиково	0,6	0,03	0,01	0,04
399	Корсаковское сельское поселение	Савинково	1,3	0,06	0,01	0,07
400	Корсаковское сельское поселение	Харлеевка	0,9	0,04	0,01	0,05
401	Корсаковское сельское поселение	Крахмальный	1,0	0,05	0,01	0,06
402	Марьинское сельское поселение	Успенровка	0,6	0,03	0,01	0,03
403	Нечаевское сельское поселение	Нечаево	0,6	0,03	0,01	0,03
404	Парамоновское сельское поселение	Малая Авдеевка	0,8	0,04	0,01	0,05
405	Парамоновское сельское поселение	Малиново-Нагорное	0,8	0,04	0,01	0,05
406	Парамоновское сельское поселение	Парамоново	0,7	0,03	0,01	0,04
407	Парамоновское сельское поселение	Софийские Выселки	0,8	0,04	0,01	0,05
408	Спешневское сельское поселение	Голянка	0,6	0,03	0,01	0,04
409	Спешневское сельское поселение	Малое Тёплое	0,9	0,04	0,01	0,05
410	Спешневское сельское поселение	Образцово	0,8	0,04	0,01	0,05
411	Спешневское сельское поселение	Панарино	0,8	0,04	0,01	0,05
412	Спешневское сельское поселение	Решетово	0,8	0,04	0,01	0,05
413	Спешневское сельское поселение	Александров	0,7	0,03	0,01	0,04
414	Спешневское сельское поселение	Глинище	0,6	0,03	0,01	0,04
415	Спешневское сельское поселение	Гринёв	1,2	0,06	0,01	0,07
416	Спешневское сельское поселение	Хохловка	0,9	0,04	0,01	0,05
417	Спешневское сельское поселение	Шамов	1,0	0,05	0,01	0,06
418	Спешневское сельское поселение	Вознесенское	0,9	0,04	0,01	0,05
419	Спешневское сельское поселение	Войново	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Кромской район</i>						
420	Апальковское сельское поселение	Андреевка	0,7	0,03	0,01	0,04

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
421	Апальковское сельское поселение	Верхний Хутор	0,7	0,03	0,01	0,04
422	Апальковское сельское поселение	Самохвалово	0,9	0,04	0,01	0,05
423	Апальковское сельское поселение	Здоровяк	0,7	0,03	0,01	0,04
424	Апальковское сельское поселение	Красная Поляна	1,0	0,05	0,01	0,06
425	Апальковское сельское поселение	Соколов	0,8	0,04	0,01	0,05
426	Апальковское сельское поселение	Коровье Болото	0,7	0,03	0,01	0,04
427	Бельдяжское сельское поселение	Черепово	0,6	0,03	0,01	0,04
428	Бельдяжское сельское поселение	Шарыкино	0,6	0,03	0,01	0,04
429	Бельдяжское сельское поселение	Ржава	0,6	0,03	0,01	0,04
430	Большеколчевское сельское поселение	Атяевка	0,9	0,04	0,01	0,05
431	Большеколчевское сельское поселение	Большая Колчева	1,1	0,05	0,01	0,06
432	Большеколчевское сельское поселение	Загнилецкий Хутор	0,7	0,03	0,01	0,04
433	Большеколчевское сельское поселение	Косарево	0,7	0,03	0,01	0,04
434	Большеколчевское сельское поселение	Кромской Мост	0,8	0,04	0,01	0,05
435	Большеколчевское сельское поселение	Малая Колчева	0,8	0,04	0,01	0,05
436	Большеколчевское сельское поселение	Речица	0,6	0,03	0,01	0,03
437	Большеколчевское сельское поселение	Жуковский	1,0	0,05	0,01	0,06
438	Большеколчевское сельское поселение	Западная Зорька	0,7	0,03	0,01	0,04
439	Большеколчевское сельское поселение	Красный Октябрь	1,0	0,05	0,01	0,06
440	Большеколчевское сельское поселение	Победа	0,9	0,04	0,01	0,05
441	Большеколчевское сельское поселение	им Ильича	0,9	0,04	0,01	0,05
442	Большеколчевское сельское поселение	Вожово	0,8	0,04	0,01	0,05
443	Городское поселение – Кромы	Кромы	0,8	0,04	0,01	0,04
444	Гостомльское сельское поселение	Борисовка	1,0	0,05	0,01	0,06
445	Гостомльское сельское поселение	Добрынь	0,9	0,04	0,01	0,05
446	Гостомльское сельское поселение	Кривцово	0,6	0,03	0,01	0,04
447	Гостомльское сельское поселение	Моховое	1,1	0,05	0,01	0,06
448	Гостомльское сельское поселение	Мартыновский	0,9	0,04	0,01	0,05
449	Гостомльское сельское поселение	Шоссе	0,6	0,03	0,01	0,04
450	Гуторовское сельское поселение	Яковлево	0,9	0,04	0,01	0,05
451	Гуторовское сельское поселение	Гуторово	0,5	0,02	0,01	0,03
452	Короськовское сельское поселение	Дьячье	0,8	0,04	0,01	0,05
453	Короськовское сельское поселение	Заречье	1,0	0,05	0,01	0,06
454	Короськовское сельское поселение	Конотоп	0,9	0,04	0,01	0,05
455	Короськовское сельское поселение	Макеево	1,0	0,05	0,01	0,06
456	Короськовское сельское поселение	Мирный	1,1	0,05	0,01	0,06
457	Короськовское сельское поселение	Нива	1,0	0,05	0,01	0,06
458	Короськовское сельское поселение	Ракитня	0,6	0,03	0,01	0,04
459	Короськовское сельское поселение	Вендерево	1,2	0,06	0,01	0,07
460	Короськовское сельское поселение	Короськово	0,8	0,04	0,01	0,05
461	Красниковское сельское поселение	Жирятино	1,1	0,05	0,01	0,06
462	Красниковское сельское поселение	Неживка	0,9	0,04	0,01	0,05
463	Красниковское сельское поселение	Рассоховец	0,9	0,04	0,01	0,05
464	Красниковское сельское поселение	Шепелево	1,3	0,06	0,01	0,07
465	Красниковское сельское поселение	Красниково	0,8	0,04	0,01	0,05
466	Красниковское сельское поселение	Топково	1,0	0,05	0,01	0,06
467	Кривчиковское сельское поселение	Большое Рыжково	1,0	0,05	0,01	0,06
468	Кривчиковское сельское поселение	Пашково	0,8	0,04	0,01	0,05
469	Кривчиковское сельское поселение	Сухочево	0,7	0,03	0,01	0,04
470	Кривчиковское сельское поселение	Шумаково	0,7	0,03	0,01	0,04
471	Кривчиковское сельское поселение	Кривчиково	0,8	0,04	0,01	0,05
472	Кутафинское сельское поселение	Михайловский	1,0	0,05	0,01	0,06
473	Ретяжское сельское поселение	Вендеревский Хутор	1,0	0,05	0,01	0,06
474	Ретяжское сельское поселение	Нижние Ретяжи	0,8	0,04	0,01	0,05
475	Ретяжское сельское поселение	Семенково	1,0	0,05	0,01	0,06

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
476	Ретяжское сельское поселение	Хлопово	0,6	0,03	0,01	0,04
477	Ретяжское сельское поселение	Воскресенский	0,9	0,04	0,01	0,05
478	Ретяжское сельское поселение	Гордый	1,0	0,05	0,01	0,06
479	Ретяжское сельское поселение	Ретяжи	0,7	0,03	0,01	0,04
480	Стрелецкое сельское поселение	Большая Драгунская	0,8	0,04	0,01	0,05
481	Стрелецкое сельское поселение	Пушкарная	1,2	0,06	0,01	0,07
482	Стрелецкое сельское поселение	Рассыльная	1,1	0,05	0,01	0,06
483	Стрелецкое сельское поселение	Стрелецкая	0,9	0,04	0,01	0,05
484	Стрелецкое сельское поселение	Черкасская	0,8	0,04	0,01	0,05
485	Стрелецкое сельское поселение	Новочеркасский	1,0	0,05	0,01	0,06
486	Стрелецкое сельское поселение	Ясная Поляна	0,6	0,03	0,01	0,04
487	Шаховское сельское поселение	Голубица	0,9	0,04	0,01	0,05
488	Шаховское сельское поселение	Горки	0,6	0,03	0,01	0,04
489	Шаховское сельское поселение	Каменец	0,7	0,03	0,01	0,04
490	Шаховское сельское поселение	Котовка	0,8	0,04	0,01	0,05
491	Шаховское сельское поселение	Малое Рыжково	0,7	0,03	0,01	0,04
492	Шаховское сельское поселение	Ульяновка	0,7	0,03	0,01	0,04
493	Шаховское сельское поселение	Георгиевский	1,0	0,05	0,01	0,06
494	Шаховское сельское поселение	Новотроицкий	0,5	0,02	0,01	0,03
495	Шаховское сельское поселение	Победа	1,2	0,06	0,01	0,07
<i>Малоархангельский район</i>						
496	Городское поселение – Малоархангельск	Малоархангельск	0,6	0,03	0,01	0,03
497	Луковское сельское поселение	Аладьево	0,7	0,03	0,01	0,04
498	Луковское сельское поселение	Знаменка	0,7	0,03	0,01	0,04
499	Луковское сельское поселение	Кобзево	0,7	0,03	0,01	0,04
500	Луковское сельское поселение	Кузнечик Первый	0,6	0,03	0,01	0,03
501	Луковское сельское поселение	Коновик	0,8	0,04	0,01	0,05
502	Октябрьское сельское поселение	Афанасовка	0,8	0,04	0,01	0,05
503	Октябрьское сельское поселение	Репьевка	0,7	0,03	0,01	0,04
504	Октябрьское сельское поселение	Пенькозавод	1,0	0,05	0,01	0,06
505	Подгородненское сельское поселение	Алисово	0,9	0,04	0,01	0,05
506	Подгородненское сельское поселение	Бузулук	1,5	0,07	0,01	0,08
507	Подгородненское сельское поселение	Гринёвка	1,3	0,06	0,01	0,07
508	Подгородненское сельское поселение	Костино	0,6	0,03	0,01	0,04
509	Подгородненское сельское поселение	Малая Плоты	0,8	0,04	0,01	0,05
510	Подгородненское сельское поселение	Остров	0,8	0,04	0,01	0,05
511	Подгородненское сельское поселение	Павловка	1,5	0,07	0,01	0,08
512	Подгородненское сельское поселение	Первая Подгородняя	0,6	0,03	0,01	0,04
513	Подгородненское сельское поселение	Пересуха	0,9	0,04	0,01	0,05
514	Подгородненское сельское поселение	Петровка	1,2	0,06	0,01	0,07
515	Подгородненское сельское поселение	Прогресс	1,2	0,06	0,01	0,07
516	Подгородненское сельское поселение	Саловка	1,2	0,06	0,01	0,07
517	Подгородненское сельское поселение	Семёновка	1,5	0,07	0,01	0,08
518	Подгородненское сельское поселение	Сидоровка	1,1	0,05	0,01	0,06
519	Подгородненское сельское поселение	Юдинка	0,9	0,04	0,01	0,05
520	Подгородненское сельское поселение	Бахматские Выселки	0,6	0,03	0,01	0,04
521	Подгородненское сельское поселение	Прогресс	1,1	0,05	0,01	0,06
522	Подгородненское сельское поселение	станция Малоархангельск	2,0	0,09	0,02	0,11
523	Подгородненское сельское поселение	Орлянка	1,0	0,05	0,01	0,06
524	Подгородненское сельское поселение	Протасово	1,2	0,06	0,01	0,07
<i>Мценский район</i>						
525	Алябьевское сельское поселение	Березуевка	1,2	0,06	0,01	0,07
526	Алябьевское сельское поселение	Берещино	1,3	0,06	0,01	0,08
527	Алябьевское сельское поселение	Болгары	1,9	0,09	0,02	0,11
528	Алябьевское сельское поселение	Власово	1,2	0,06	0,01	0,07

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	^{137}Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
529	Алябьевское сельское поселение	Гладкое	1,9	0,09	0,02	0,11
530	Алябьевское сельское поселение	Гудилово	1,1	0,05	0,01	0,06
531	Алябьевское сельское поселение	Долгое	1,1	0,05	0,01	0,06
532	Алябьевское сельское поселение	Зелёный Дубок	1,3	0,06	0,01	0,08
533	Алябьевское сельское поселение	Коневка	1,2	0,06	0,01	0,07
534	Алябьевское сельское поселение	Наречье	1,0	0,05	0,01	0,06
535	Алябьевское сельское поселение	Никольское	1,5	0,07	0,02	0,09
536	Алябьевское сельское поселение	Новосёлки	1,2	0,06	0,01	0,07
537	Алябьевское сельское поселение	Плесеево	1,1	0,05	0,01	0,06
538	Алябьевское сельское поселение	Шейново	0,9	0,04	0,01	0,05
539	Алябьевское сельское поселение	Большое Тёплое	1,0	0,05	0,01	0,06
540	Алябьевское сельское поселение	Кислино	1,3	0,06	0,01	0,08
541	Алябьевское сельское поселение	Ломи-Полозово	1,0	0,05	0,01	0,06
542	Воинское сельское поселение	Первый Воин	0,5	0,02	0,01	0,03
543	Воинское сельское поселение	Слободка	0,6	0,03	0,01	0,03
544	Воинское сельское поселение	Смородинка	0,7	0,03	0,01	0,04
545	Высокинское сельское поселение	Алёшня	1,0	0,05	0,01	0,06
546	Высокинское сельское поселение	Байдино	1,5	0,07	0,02	0,09
547	Высокинское сельское поселение	Бугры	1,3	0,06	0,01	0,08
548	Высокинское сельское поселение	Высокое	0,7	0,03	0,01	0,04
549	Высокинское сельское поселение	Горбунцово	1,3	0,06	0,01	0,08
550	Высокинское сельское поселение	Елизаветинка	1,3	0,06	0,01	0,08
551	Высокинское сельское поселение	Кручь	0,7	0,03	0,01	0,04
552	Высокинское сельское поселение	Подъяковлево	0,5	0,02	0,01	0,03
553	Высокинское сельское поселение	Соймоново	1,3	0,06	0,01	0,08
554	Высокинское сельское поселение	Стрельниково	0,9	0,04	0,01	0,05
555	Высокинское сельское поселение	Тросное	0,7	0,03	0,01	0,04
556	Высокинское сельское поселение	Хаустово	0,8	0,04	0,01	0,05
557	Высокинское сельское поселение	Хутор Одинок	0,7	0,03	0,01	0,04
558	Высокинское сельское поселение	Братский	0,7	0,03	0,01	0,04
559	Высокинское сельское поселение	Горбовский	1,3	0,06	0,01	0,08
560	Высокинское сельское поселение	Дмитриевский	2,1	0,10	0,02	0,12
561	Высокинское сельское поселение	Победа	0,6	0,03	0,01	0,04
562	Высокинское сельское поселение	Полянки	0,9	0,04	0,01	0,05
563	Высокинское сельское поселение	Знаменское	0,8	0,04	0,01	0,05
564	Карандаковское сельское поселение	Вороново	0,8	0,04	0,01	0,05
565	Карандаковское сельское поселение	Глазуново	1,0	0,05	0,01	0,06
566	Карандаковское сельское поселение	Кузнецовка	0,6	0,03	0,01	0,04
567	Карандаковское сельское поселение	Марс	0,7	0,03	0,01	0,04
568	Карандаковское сельское поселение	Миново	0,8	0,04	0,01	0,05
569	Карандаковское сельское поселение	Сухая Зуша	1,0	0,05	0,01	0,06
570	Карандаковское сельское поселение	Шашкино	1,0	0,05	0,01	0,06
571	Карандаковское сельское поселение	Нечаевский	0,8	0,04	0,01	0,05
572	Подберёзовское сельское поселение	Большое Лыково	1,1	0,05	0,01	0,06
573	Подберёзовское сельское поселение	Гамаюново	0,8	0,04	0,01	0,05
574	Подберёзовское сельское поселение	Гантюрёво	1,4	0,07	0,02	0,08
575	Подберёзовское сельское поселение	Жилино	0,7	0,03	0,01	0,04
576	Подберёзовское сельское поселение	Крыцино	0,7	0,03	0,01	0,04
577	Подберёзовское сельское поселение	Чичерино	1,2	0,06	0,01	0,07
578	Подмокринское сельское поселение	Шейно	0,7	0,03	0,01	0,04
579	Протасовское сельское поселение	Большая Круглица	0,6	0,03	0,01	0,04
580	Протасовское сельское поселение	Грачики	0,7	0,03	0,01	0,04
581	Протасовское сельское поселение	Добрая Вода	0,8	0,04	0,01	0,05
582	Протасовское сельское поселение	Изоткино	0,9	0,04	0,01	0,05
583	Протасовское сельское поселение	Панама	1,1	0,05	0,01	0,06

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
584	Протасовское сельское поселение	Сычи	0,8	0,04	0,01	0,05
585	Протасовское сельское поселение	Спасское	1,2	0,06	0,01	0,07
586	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Гнеушево	0,6	0,03	0,01	0,03
587	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Кренино	0,8	0,04	0,01	0,05
588	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Лехановка	1,1	0,05	0,01	0,06
589	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Лопашино	0,9	0,04	0,01	0,05
590	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Прудиче	0,6	0,03	0,01	0,03
591	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Шеламово	0,6	0,03	0,01	0,03
592	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Заречье	0,7	0,03	0,01	0,04
593	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Конев	0,6	0,03	0,01	0,03
594	Спасско-Лутовиновское сельское поселение	Передовик	0,6	0,03	0,01	0,03
595	Тельченское сельское поселение	Большое Рыбино	0,8	0,04	0,01	0,05
596	Тельченское сельское поселение	Верхнее Ущерево	1,1	0,05	0,01	0,06
597	Тельченское сельское поселение	Казьминка	0,8	0,04	0,01	0,05
598	Тельченское сельское поселение	Калинеево	0,6	0,03	0,01	0,04
599	Тельченское сельское поселение	Касьяново	1,3	0,06	0,01	0,07
600	Тельченское сельское поселение	Корнилово	1,6	0,07	0,02	0,09
601	Тельченское сельское поселение	Нижнее Ущерево	1,0	0,05	0,01	0,06
602	Тельченское сельское поселение	Слободка	1,9	0,09	0,02	0,11
603	Тельченское сельское поселение	Студенни-ково	0,6	0,03	0,01	0,04
604	Тельченское сельское поселение	Хвощёво	1,2	0,06	0,01	0,07
605	Чяхинское сельское поселение	Богданчики	0,9	0,04	0,01	0,05
606	Чяхинское сельское поселение	Бутики	0,7	0,03	0,01	0,04
607	Чяхинское сельское поселение	Верхние Прилепы	1,0	0,05	0,01	0,06
608	Чяхинское сельское поселение	Дмитриевка	0,9	0,04	0,01	0,05
609	Чяхинское сельское поселение	Нижние Прилепы	2,0	0,09	0,02	0,11
610	Чяхинское сельское поселение	Новосёлки	1,3	0,06	0,01	0,08
611	Чяхинское сельское поселение	Подполовецкое	1,4	0,07	0,02	0,08
612	Чяхинское сельское поселение	Пятиновка	0,7	0,03	0,01	0,04
613	Чяхинское сельское поселение	Рябиновка	1,0	0,05	0,01	0,06
614	Чяхинское сельское поселение	Цыгановка	1,0	0,05	0,01	0,06
615	Чяхинское сельское поселение	Афанасьевский	1,1	0,05	0,01	0,06
616	Чяхинское сельское поселение	Синяевский	1,0	0,05	0,01	0,06
617	Чяхинское сельское поселение	Соборный	1,1	0,05	0,01	0,06
618	Чяхинское сельское поселение	Подбелевец	1,0	0,05	0,01	0,06
619	Черемошёнское сельское поселение	Журавинка	0,7	0,03	0,01	0,04
620	Черемошёнское сельское поселение	Золотухино	1,9	0,09	0,02	0,11
621	Черемошёнское сельское поселение	Петровское	1,8	0,08	0,02	0,10
622	Черемошёнское сельское поселение	Садовая	1,6	0,07	0,02	0,09
623	Черемошёнское сельское поселение	Самохин Луг	0,7	0,03	0,01	0,04
624	Черемошёнское сельское поселение	Севрюково	0,7	0,03	0,01	0,04
625	Черемошёнское сельское поселение	Хабаровка	1,6	0,07	0,02	0,09
626	Черемошёнское сельское поселение	Круглик	1,0	0,05	0,01	0,06
627	Черемошёнское сельское поселение	Черемошны	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Новодеревеньковский район</i>						
628	Новодеревеньковское сельское поселение	Ветчинкино	0,8	0,04	0,01	0,05
629	Новодеревеньковское сельское поселение	Никольское	0,8	0,04	0,01	0,05
630	Новодеревеньковское сельское поселение	Дьячковский	0,9	0,04	0,01	0,05
631	Старогольское сельское поселение	Гордоново	0,6	0,03	0,01	0,04
632	Старогольское сельское поселение	Смоленское	0,9	0,04	0,01	0,05
633	Старогольское сельское поселение	Юрьев Лес	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Новосильский район</i>						
634	Вяжевское сельское поселение	Измайлово	0,6	0,03	0,01	0,04
635	Глубковское сельское поселение	Глубки	0,5	0,02	0,01	0,03
636	Глубковское сельское поселение	Жашково	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
637	Глубковское сельское поселение	Троицкое	0,7	0,03	0,01	0,04
638	Голунское сельское поселение	Подъяковлево	1,0	0,05	0,01	0,06
639	Голунское сельское поселение	Ракзино	0,9	0,04	0,01	0,05
640	Голунское сельское поселение	Раковка	1,0	0,05	0,01	0,06
641	Голунское сельское поселение	Покровка	1,4	0,07	0,01	0,08
642	Голунское сельское поселение	Голунь	1,2	0,06	0,01	0,07
643	Прудовское сельское поселение	Мужиково	0,6	0,03	0,01	0,03
644	Прудовское сельское поселение	Подберёзово	0,6	0,03	0,01	0,03
645	Прудовское сельское поселение	Корьки	0,8	0,04	0,01	0,05
646	Прудовское сельское поселение	Новые Пруды	0,6	0,03	0,01	0,03
647	Прудовское сельское поселение	Воротынцево	0,6	0,03	0,01	0,03
648	Хворостянского сельское поселение	Варваринка	0,6	0,03	0,01	0,03
649	Хворостянского сельское поселение	Селезнёво	0,7	0,03	0,01	0,04
650	Хворостянского сельское поселение	Закоп	0,6	0,03	0,01	0,03
Орловский район						
651	Большекуликовское сельское поселение	Жидкое	0,7	0,03	0,01	0,04
652	Большекуликовское сельское поселение	Малая Рябцева	0,6	0,03	0,01	0,04
653	Большекуликовское сельское поселение	Сеножать	1,2	0,06	0,01	0,07
654	Большекуликовское сельское поселение	Черемисино	1,4	0,07	0,01	0,08
655	Лошаковское сельское поселение	Лошаково	0,6	0,03	0,01	0,03
656	Лошаковское сельское поселение	Спесивцево	0,6	0,03	0,01	0,03
657	Неполодское сельское поселение	Булановка	0,9	0,04	0,01	0,05
658	Неполодское сельское поселение	Жилина	0,8	0,04	0,01	0,05
659	Неполодское сельское поселение	Кондырева	1,1	0,05	0,01	0,06
660	Неполодское сельское поселение	Нижняя Лужна	0,6	0,03	0,01	0,04
661	Неполодское сельское поселение	Паньково	0,9	0,04	0,01	0,05
662	Неполодское сельское поселение	Пашково	0,6	0,03	0,01	0,04
663	Неполодское сельское поселение	Тайное	0,6	0,03	0,01	0,04
664	Неполодское сельское поселение	Цветынь	1,0	0,05	0,01	0,06
665	Неполодское сельское поселение	Вязковский	0,8	0,04	0,01	0,05
666	Неполодское сельское поселение	Зелёный Шум	0,7	0,03	0,01	0,04
667	Неполодское сельское поселение	Лыковский	0,6	0,03	0,01	0,04
668	Неполодское сельское поселение	Неполодь	0,6	0,03	0,01	0,04
669	Неполодское сельское поселение	Стальной Конь	0,7	0,03	0,01	0,04
670	Неполодское сельское поселение	Плещеево	0,7	0,03	0,01	0,04
671	Пахомовское сельское поселение	Болотово	0,7	0,03	0,01	0,04
672	Пахомовское сельское поселение	Евдокимово	0,6	0,03	0,01	0,03
673	Пахомовское сельское поселение	Новотроицкое	0,6	0,03	0,01	0,03
674	Пахомовское сельское поселение	Орехово	0,9	0,04	0,01	0,05
675	Пахомовское сельское поселение	Селихово	0,7	0,03	0,01	0,04
676	Пахомовское сельское поселение	Спицино	1,0	0,05	0,01	0,06
677	Пахомовское сельское поселение	Дьячевский	0,9	0,04	0,01	0,05
678	Пахомовское сельское поселение	Мезенский	0,7	0,03	0,01	0,04
679	Пахомовское сельское поселение	Мочёные Дворы	1,0	0,05	0,01	0,06
680	Пахомовское сельское поселение	Стрелецкий	0,8	0,04	0,01	0,05
681	Пахомовское сельское поселение	Хвощёвский	1,1	0,05	0,01	0,06
682	Пахомовское сельское поселение	Южный	0,8	0,04	0,01	0,05
683	Платоновское сельское поселение	Большая Булгакова	0,9	0,04	0,01	0,05
684	Платоновское сельское поселение	Конёвка	0,6	0,03	0,01	0,03
685	Платоновское сельское поселение	Леженки	0,8	0,04	0,01	0,05
686	Платоновское сельское поселение	Лука Журавинка	0,6	0,03	0,01	0,03
687	Платоновское сельское поселение	Малая Булгакова	1,2	0,06	0,01	0,07
688	Платоновское сельское поселение	Медведево	0,5	0,02	0,01	0,03
689	Платоновское сельское поселение	Мостки	0,7	0,03	0,01	0,04
690	Платоновское сельское поселение	Овсянниково	0,9	0,04	0,01	0,05

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
691	Платоновское сельское поселение	Парахино	0,7	0,03	0,01	0,04
692	Платоновское сельское поселение	Снецкая Лука	0,8	0,04	0,01	0,05
693	Платоновское сельское поселение	Хардиково	0,6	0,03	0,01	0,03
694	Платоновское сельское поселение	Наримановский	0,6	0,03	0,01	0,03
695	Платоновское сельское поселение	Платоново	0,6	0,03	0,01	0,03
696	Платоновское сельское поселение	Старцево	1,0	0,05	0,01	0,06
697	Становское сельское поселение	Ботавина	0,6	0,03	0,01	0,04
698	Становское сельское поселение	Высокое	0,8	0,04	0,01	0,05
699	Становское сельское поселение	Заречная	0,6	0,03	0,01	0,04
700	Становское сельское поселение	Ивановское	0,6	0,03	0,01	0,04
701	Становское сельское поселение	Казначеево	1,1	0,05	0,01	0,07
702	Становское сельское поселение	Становое	1,1	0,05	0,01	0,07
703	Становское сельское поселение	Паслово	0,6	0,03	0,01	0,04
704	Троицкое сельское поселение	Большая Деревня	0,7	0,03	0,01	0,04
705	Троицкое сельское поселение	Радищево	0,8	0,04	0,01	0,05
706	Троицкое сельское поселение	Хитрово	0,7	0,03	0,01	0,04
707	Троицкое сельское поселение	Хутор Степь	0,6	0,03	0,01	0,03
708	Троицкое сельское поселение	Дьячье	1,0	0,05	0,01	0,06
709	Троицкое сельское поселение	Заречье	0,6	0,03	0,01	0,03
710	Троицкое сельское поселение	Смычка	0,6	0,03	0,01	0,03
711	Троицкое сельское поселение	Франтихин	0,8	0,04	0,01	0,05
<i>Свердловский район</i>						
712	Богодуховское сельское поселение	Васильевка	0,8	0,04	0,01	0,05
713	Богодуховское сельское поселение	Городище	1,0	0,05	0,01	0,06
714	Богодуховское сельское поселение	Лукино	2,0	0,09	0,02	0,11
715	Богодуховское сельское поселение	Михайловка	0,7	0,03	0,01	0,04
716	Богодуховское сельское поселение	Новослободка	1,9	0,09	0,02	0,11
717	Богодуховское сельское поселение	Спаское	1,0	0,05	0,01	0,06
718	Богодуховское сельское поселение	Фроловка	1,0	0,05	0,01	0,06
719	Богодуховское сельское поселение	Богодухово	0,8	0,04	0,01	0,05
720	Котовское сельское поселение	Котовка	1,0	0,05	0,01	0,06
721	Котовское сельское поселение	Разбегаевка	0,8	0,04	0,01	0,05
722	Котовское сельское поселение	Сорочьи Кусты	0,9	0,04	0,01	0,05
723	Кошелёвское сельское поселение	Красная Рыбница	1,3	0,06	0,01	0,07
724	Кошелёвское сельское поселение	Старое Горохово	0,6	0,03	0,01	0,03
725	Красноармейское сельское поселение	Борисовка	0,8	0,04	0,01	0,05
726	Красноармейское сельское поселение	Степановка	0,6	0,03	0,01	0,03
727	Красноармейское сельское поселение	Борисоглебское	0,7	0,03	0,01	0,04
728	Никольское сельское поселение	Озерна	0,6	0,03	0,01	0,03
729	Никольское сельское поселение	Плоское	1,0	0,05	0,01	0,06
730	Новопетровское сельское поселение	Богородицкое	1,7	0,08	0,02	0,10
731	Новопетровское сельское поселение	Бонки	0,9	0,04	0,01	0,05
732	Новопетровское сельское поселение	Домнино	2,9	0,14	0,03	0,16
733	Новопетровское сельское поселение	Масаловка	2,3	0,11	0,02	0,13
734	Новопетровское сельское поселение	Никуличи	1,0	0,05	0,01	0,06
735	Новопетровское сельское поселение	Новопетровка	0,9	0,04	0,01	0,05
736	Новопетровское сельское поселение	Озёрки	0,9	0,04	0,01	0,05
737	Новопетровское сельское поселение	Петрово	2,4	0,11	0,02	0,13
738	Новопетровское сельское поселение	Плоты	1,4	0,07	0,02	0,08
739	Новопетровское сельское поселение	Фёдоровка	1,7	0,08	0,02	0,10
740	Яковлевское сельское поселение	Гагаринка	0,6	0,03	0,01	0,03
741	Яковлевское сельское поселение	Давыдово	1,1	0,05	0,01	0,06
742	Яковлевское сельское поселение	Еропкино-Большак	0,7	0,03	0,01	0,04
743	Яковлевское сельское поселение	Тагино	0,9	0,04	0,01	0,05
744	Яковлевское сельское поселение	Хотетово	1,4	0,07	0,01	0,08

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
<i>Сосковский район</i>						
745	Алмазовское сельское поселение	Зяблово	0,8	0,04	0,01	0,05
746	Алмазовское сельское поселение	Кочевая	0,9	0,04	0,01	0,05
747	Алмазовское сельское поселение	Нижняя Боёвка	1,3	0,06	0,01	0,07
748	Алмазовское сельское поселение	Озеровка	0,8	0,04	0,01	0,05
749	Алпеевское сельское поселение	Алпеево	0,7	0,03	0,01	0,04
750	Алпеевское сельское поселение	Костеевка	0,7	0,03	0,01	0,04
751	Алпеевское сельское поселение	Прилепы	1,3	0,06	0,01	0,07
752	Алпеевское сельское поселение	Маяк	1,0	0,05	0,01	0,06
753	Алпеевское сельское поселение	Верхняя Боёвка	0,7	0,03	0,01	0,04
754	Алпеевское сельское поселение	Гнилое Болото	0,5	0,02	0,01	0,03
755	Кировское сельское поселение	Красная Ягода	0,6	0,03	0,01	0,03
756	Лобынцевское сельское поселение	Лобынцево	0,9	0,04	0,01	0,05
757	Лобынцевское сельское поселение	Дубрава	1,2	0,06	0,01	0,07
758	Лобынцевское сельское поселение	Обрывище	0,7	0,03	0,01	0,04
759	Лобынцевское сельское поселение	Пятницкий	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Троснянский район</i>						
760	Воронецкое сельское поселение	Каменец	1,0	0,05	0,01	0,06
761	Воронецкое сельское поселение	Лебедиха	1,2	0,06	0,01	0,07
762	Воронецкое сельское поселение	Кулига	1,1	0,05	0,01	0,06
763	Воронецкое сельское поселение	Лужок	1,7	0,08	0,02	0,10
764	Воронецкое сельское поселение	Макеевский	1,2	0,06	0,01	0,07
765	Воронецкое сельское поселение	Село	1,6	0,07	0,02	0,09
766	Воронецкое сельское поселение	Шейка	0,8	0,04	0,01	0,05
767	Воронецкое сельское поселение	Воронец	1,8	0,08	0,02	0,10
768	Воронецкое сельское поселение	Горчаково	0,7	0,03	0,01	0,04
769	Воронецкое сельское поселение	Надежда	1,9	0,09	0,02	0,11
770	Жерновецкое сельское поселение	Антоновка	0,6	0,03	0,01	0,03
771	Жерновецкое сельское поселение	Жизло-Павлово	0,9	0,04	0,01	0,05
772	Жерновецкое сельское поселение	Козловка	0,7	0,03	0,01	0,04
773	Жерновецкое сельское поселение	Ладыжино	0,7	0,03	0,01	0,04
774	Жерновецкое сельское поселение	Нижнее Муханово	0,7	0,03	0,01	0,04
775	Жерновецкое сельское поселение	Нижняя Слободка	0,7	0,03	0,01	0,04
776	Жерновецкое сельское поселение	Тугарино	0,6	0,03	0,01	0,03
777	Жерновецкое сельское поселение	Чернодье	0,8	0,04	0,01	0,05
778	Жерновецкое сельское поселение	Свобода	0,7	0,03	0,01	0,04
779	Жерновецкое сельское поселение	Жерновец	0,6	0,03	0,01	0,03
780	Ломовецкое сельское поселение	Похвистнево	0,9	0,04	0,01	0,05
781	Ломовецкое сельское поселение	Ломовец	0,8	0,04	0,01	0,05
782	Ломовецкое сельское поселение	Чернь	0,6	0,03	0,01	0,04
783	Муравльское сельское поселение	Измайлово	1,4	0,07	0,01	0,08
784	Муравльское сельское поселение	Обыдёнки	0,7	0,03	0,01	0,04
785	Муравльское сельское поселение	Рудово	1,1	0,05	0,01	0,06
786	Муравльское сельское поселение	Турейка	1,8	0,08	0,02	0,10
787	Муравльское сельское поселение	Александровский	0,7	0,03	0,01	0,04
788	Муравльское сельское поселение	Мишкинский	0,8	0,04	0,01	0,05
789	Никольское сельское поселение	Соборовка	0,6	0,03	0,01	0,04
790	Никольское сельское поселение	Бобрик	1,2	0,06	0,01	0,07
791	Никольское сельское поселение	Гнилец	1,0	0,05	0,01	0,06
792	Троснянское сельское поселение	Барково	1,0	0,05	0,01	0,06
793	Троснянское сельское поселение	Верхняя Морозиха	1,1	0,05	0,01	0,06
794	Троснянское сельское поселение	Игинка	0,8	0,04	0,01	0,05
795	Троснянское сельское поселение	Козловка	1,0	0,05	0,01	0,06
796	Троснянское сельское поселение	Корсаково	0,6	0,03	0,01	0,04
797	Троснянское сельское поселение	Лаврово	0,9	0,04	0,01	0,05

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
798	Троснянское сельское поселение	Малая Тросна	1,0	0,05	0,01	0,06
799	Троснянское сельское поселение	Нижняя Морозиха	0,8	0,04	0,01	0,05
800	Троснянское сельское поселение	Покровское	0,7	0,03	0,01	0,04
801	Троснянское сельское поселение	Разновилье	0,6	0,03	0,01	0,04
802	Троснянское сельское поселение	Саковнинки	0,6	0,03	0,01	0,04
803	Троснянское сельское поселение	Сомово	0,5	0,02	0,01	0,03
804	Троснянское сельское поселение	Средняя Морозиха	1,0	0,05	0,01	0,06
805	Троснянское сельское поселение	Яковлево	0,6	0,03	0,01	0,04
806	Троснянское сельское поселение	Тросна	1,0	0,05	0,01	0,06
<i>Урицкий район</i>						
807	Архангельское сельское поселение	Квасово	0,5	0,02	0,01	0,03
808	Архангельское сельское поселение	Кошелёво	1,0	0,05	0,01	0,06
809	Архангельское сельское поселение	Лукино	0,6	0,03	0,01	0,04
810	Архангельское сельское поселение	Лукьянчиково	0,9	0,04	0,01	0,05
811	Архангельское сельское поселение	Озерово	0,8	0,04	0,01	0,05
812	Архангельское сельское поселение	Рог	0,4	0,02	0,01	0,03
813	Архангельское сельское поселение	Савинки	0,6	0,03	0,01	0,04
814	Архангельское сельское поселение	Володарский	1,0	0,05	0,01	0,06
815	Архангельское сельское поселение	Комаревец	0,5	0,02	0,01	0,03
816	Архангельское сельское поселение	Победитель	0,9	0,04	0,01	0,05
817	Архангельское сельское поселение	Архангельское	0,5	0,02	0,01	0,03
818	Городищенское сельское поселение	Алексеевка	1,2	0,06	0,02	0,07
819	Городищенское сельское поселение	Оболёшево	0,9	0,04	0,01	0,05
820	Городищенское сельское поселение	Сидячее	1,0	0,05	0,01	0,06
821	Городищенское сельское поселение	Сеножатное	0,6	0,03	0,01	0,04
822	Городищенское сельское поселение	Городище	0,9	0,04	0,01	0,05
823	Городское поселение – Нарышкино	Нарышкино	1,1	0,05	0,01	0,06
824	Котовское сельское поселение	Бутово	1,6	0,07	0,02	0,09
825	Котовское сельское поселение	Ванино	1,3	0,06	0,02	0,08
826	Котовское сельское поселение	Горяново	1,5	0,07	0,02	0,09
827	Котовское сельское поселение	Котово	1,1	0,05	0,01	0,07
828	Котовское сельское поселение	Титово	1,1	0,05	0,01	0,07
829	Котовское сельское поселение	Титово-Матыка	1,3	0,06	0,02	0,08
830	Котовское сельское поселение	Шамордино	1,6	0,07	0,02	0,09
831	Котовское сельское поселение	Щелкуново	1,2	0,06	0,02	0,07
832	Котовское сельское поселение	Воронцово	1,6	0,07	0,02	0,09
833	Котовское сельское поселение	Восход	1,4	0,07	0,02	0,08
834	Котовское сельское поселение	Заречный	1,6	0,07	0,02	0,09
835	Котовское сельское поселение	Пробуждение	1,1	0,05	0,01	0,07
836	Котовское сельское поселение	Тихий	0,8	0,04	0,01	0,05
837	Котовское сельское поселение	Сергиевское	1,3	0,06	0,02	0,08
838	Луначарское сельское поселение	Ледно	0,7	0,03	0,01	0,04
839	Луначарское сельское поселение	Красная Зорька	0,7	0,03	0,01	0,04
840	Луначарское сельское поселение	Новосергиевский	1,2	0,06	0,01	0,07
<i>Хотынецкий район</i>						
841	Ильинское сельское поселение	Булатово-1	0,5	0,02	0,01	0,03
842	Ильинское сельское поселение	Булатово-2	0,5	0,02	0,01	0,03
<i>Шаблыкинский район</i>						
843	Хотьковское сельское поселение	Яхонтово	1,3	0,06	0,02	0,08
Пензенская область						
<i>Бессоновский район</i>						
1	Кижеватовский сельсовет	Кижеватово	0,6	0,03	0,01	0,03
2	Сосновский сельсовет	Александровка	0,8	0,04	0,01	0,04
3	Сосновский сельсовет	Васильевка	0,9	0,04	0,01	0,05

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
<i>Вадинский район</i>						
4	Татаро-Лакинский сельсовет	Выборное	0,5	0,02	0,01	0,03
<i>Городищенский район</i>						
5	Верхнешкафтинский сельсовет	Вышелей	0,7	0,03	0,01	0,04
6	Городское поселение – рабочий поселок Чаадаевка	Ж/ст Кадада	0,7	0,03	0,01	0,04
7	Юловский сельсовет	Верхний Крутец	0,8	0,04	0,01	0,04
8	Юловский сельсовет	Ключевка	0,6	0,03	0,01	0,03
9	Юловский сельсовет	Лобановка	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Лопатинский район</i>						
10	Верешимский сельсовет	Камаевка	0,7	0,03	0,01	0,04
11	Верешимский сельсовет	Новый Чардым	0,8	0,04	0,01	0,04
12	Лопатинский сельсовет	Большая Багреевка	0,7	0,03	0,01	0,04
13	Лопатинский сельсовет	Буденновка	0,9	0,04	0,01	0,05
14	Лопатинский сельсовет	Дым-Чардым	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Лунинский район</i>						
15	Болотниковский сельсовет	Надеждинка	1,3	0,06	0,01	0,07
16	Болотниковский сельсовет	Николаевка	1,2	0,06	0,01	0,07
17	Болотниковский сельсовет	Ферлюдинка	1,8	0,08	0,02	0,10
18	Болотниковский сельсовет	Болотниково	1,1	0,05	0,01	0,06
19	Болотниковский сельсовет	Еланка	0,6	0,03	0,01	0,03
20	Болотниковский сельсовет	Назарьевка	1,1	0,05	0,01	0,06
21	Засурский сельсовет	Екатериновка	0,6	0,03	0,01	0,03
22	Иванырсинский сельсовет	Березенки	0,7	0,03	0,01	0,04
23	Иванырсинский сельсовет	Березенский Лесозавод	1,1	0,05	0,01	0,06
24	Лунинский сельсовет	Краснооктябрьский	0,6	0,03	0,01	0,03
25	Родниковский сельсовет	Ж/ст Гольцовка	1,0	0,05	0,01	0,06
26	Родниковский сельсовет	Родники	0,9	0,04	0,01	0,05
27	Сытинский сельсовет	Танеевка	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Никольский район</i>						
28	Нижнешкафтинский сельсовет	Нижний Шкафт	0,8	0,04	0,01	0,04
29	Ночкинский сельсовет	Ночка	0,8	0,04	0,01	0,04
30	Усовский сельсовет	Красное	0,7	0,03	0,01	0,04
31	Усовский сельсовет	Усовка	0,9	0,04	0,01	0,05
Республика Мордовия						
<i>Большеберезниковский район</i>						
1	Гузынское сельское поселение	Гузынцы	0,7	0,03	0,01	0,04
2	Косогорское сельское поселение	Софьино	1,0	0,05	0,01	0,06
3	Косогорское сельское поселение	Косогоры	1,0	0,05	0,01	0,06
Городской округ – город Саранск						
4		Пушкино	0,6	0,03	0,01	0,03
5		Ялга	0,9	0,04	0,01	0,05
6		Куликовка	0,6	0,03	0,01	0,03
7		Монастырское	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Ичалковский район</i>						
8	Гуляевское сельское поселение	Гуляево	1,7	0,08	0,05	0,13
9	Кергудское сельское поселение	Малые Ичалки	0,6	0,03	0,01	0,03
10	Кергудское сельское поселение	Кергуды	1,3	0,06	0,01	0,07
<i>Чамзинский район</i>						
11	Большемаресевское сельское поселение	Огаревка	0,9	0,04	0,01	0,05
12	Большемаресевское сельское поселение	Большое Маресево	0,6	0,03	0,01	0,03
13	Большемаресевское сельское поселение	Сыратино	0,7	0,03	0,01	0,04
14	Маломаресевское сельское поселение	Малое Маресево	0,7	0,03	0,01	0,04
15	Отраденское сельское поселение	Отрадное	0,7	0,03	0,01	0,04

Research articles

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
Рязанская область						
<i>Александров-Невский район</i>						
1	Благовское сельское поселение	Владимировка	0,5	0,02	0,01	0,03
2	Борисовское сельское поселение	Федцовка	0,7	0,03	0,01	0,04
3	Каширинское сельское поселение	Верхний Якимец	0,7	0,03	0,01	0,04
4	Ленинское сельское поселение	Аннинка	0,6	0,03	0,01	0,03
5	Нижнеякимецкое сельское поселение	Лапотские Выселки	0,8	0,04	0,01	0,04
6	Нижнеякимецкое сельское поселение	Красное Знамя	0,7	0,03	0,01	0,04
7	Нижнеякимецкое сельское поселение	Никольское	0,7	0,03	0,01	0,04
8	Просеченское сельское поселение	Зелено-Дмитриевка	0,7	0,04	0,01	0,04
9	Просеченское сельское поселение	Михалково	0,8	0,04	0,01	0,04
10	Просеченское сельское поселение	Ржавец	0,6	0,03	0,01	0,04
11	Просеченское сельское поселение	Заборово	0,7	0,03	0,01	0,04
Городской округ – город Скопин						
12		Гуменки	1,0	0,05	0,01	0,06
13		Красный Городок	1,0	0,05	0,01	0,06
<i>Захаровский район</i>						
14	Сменовское сельское поселение	Большая Лубянка	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Кораблинский район</i>						
15	Бобровинское сельское поселение	Бобровинки	1,2	0,06	0,01	0,07
16	Бобровинское сельское поселение	Михино	1,2	0,06	0,01	0,07
17	Кипчаковское сельское поселение	Григорьевское	0,7	0,03	0,01	0,04
18	Кипчаковское сельское поселение	Жаркое	2,2	0,10	0,02	0,12
19	Кипчаковское сельское поселение	Конобеево	1,0	0,05	0,01	0,06
20	Кипчаковское сельское поселение	Красная Поляна	0,9	0,04	0,01	0,05
21	Кипчаковское сельское поселение	Приянки	0,8	0,04	0,01	0,05
22	Кипчаковское сельское поселение	Сосновка	0,6	0,03	0,01	0,03
23	Кипчаковское сельское поселение	Кикино	2,3	0,11	0,02	0,13
24	Ключанское сельское поселение	Демьяново	2,1	0,10	0,15	0,25
25	Ключанское сельское поселение	Новые Воды	1,0	0,05	0,01	0,06
26	Ключанское сельское поселение	Чигасово	0,8	0,04	0,08	0,12
27	Ключанское сельское поселение	Быковская Степь	1,7	0,08	0,13	0,21
28	Ключанское сельское поселение	Ключ	1,6	0,07	0,13	0,20
29	Ковалинское сельское поселение	Великая Лука	0,8	0,04	0,01	0,05
30	Ковалинское сельское поселение	Ковалинка	1,6	0,07	0,01	0,09
31	Ковалинское сельское поселение	Марьинка	1,5	0,07	0,01	0,08
32	Ковалинское сельское поселение	Серьево	1,5	0,07	0,01	0,08
33	Молвинослободское сельское поселение	Бестужево	1,3	0,06	0,01	0,07
34	Незнановское сельское поселение	Добрятино	1,6	0,07	0,02	0,09
35	Пехлецкое сельское поселение	Табаево	1,6	0,07	0,01	0,09
36	Пехлецкое сельское поселение	Фролово	0,7	0,03	0,01	0,04
37	Пехлецкое сельское поселение	Газопровода	1,8	0,08	0,02	0,10
38	Пехлецкое сельское поселение	Неретино	1,5	0,07	0,01	0,08
39	Пехлецкое сельское поселение	Пехлец	1,2	0,06	0,01	0,07
40	Пустотинское сельское поселение	Верхняя Ищереть	1,1	0,05	0,04	0,09
41	Пустотинское сельское поселение	Воротцы	0,7	0,03	0,07	0,10
42	Пустотинское сельское поселение	Октябрь	1,4	0,07	0,11	0,17
43	Пустотинское сельское поселение	Хмелевое	1,0	0,05	0,08	0,13
44	Пустотинское сельское поселение	Красный Городок	1,4	0,07	0,11	0,17
45	Пустотинское сельское поселение	Ленинский	1,9	0,09	0,13	0,22
46	Пустотинское сельское поселение	Летогоща	0,7	0,03	0,08	0,11
47	Пустотинское сельское поселение	Малые Выселки	1,8	0,08	0,13	0,21
48	Пустотинское сельское поселение	Первомайский	0,7	0,03	0,07	0,10
49	Пустотинское сельское поселение	Курбатово	1,9	0,09	0,02	0,10
50	Пустотинское сельское поселение	Лесуново	1,1	0,05	0,01	0,06

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
51	Пустотинское сельское поселение	Нижняя Ищередь	0,7	0,03	0,07	0,10
52	Пустотинское сельское поселение	Пустотино	0,8	0,04	0,07	0,11
53	Пустотинское сельское поселение	Троица	1,0	0,05	0,01	0,06
54	Яблоневское сельское поселение	Ерлино	1,4	0,07	0,01	0,08
<i>Милославский район</i>						
55	Богородицкое сельское поселение	Воскресенское-1	0,6	0,03	0,01	0,03
56	Богородицкое сельское поселение	Корневской	1,3	0,06	0,01	0,07
57	Богородицкое сельское поселение	Сергиевский	0,9	0,04	0,01	0,05
58	Богородицкое сельское поселение	Сергиевское	0,5	0,02	0,01	0,03
59	Богородицкое сельское поселение	Спасское	1,0	0,05	0,01	0,06
60	Большеподовечинское сельское поселение	Готовский	1,7	0,08	0,01	0,09
61	Большеподовечинское сельское поселение	Дегтярка	0,7	0,03	0,01	0,04
62	Горняцкое сельское поселение	Арцыбашево	2,2	0,10	0,02	0,12
63	Горняцкое сельское поселение	Барановка	1,1	0,05	0,01	0,06
64	Горняцкое сельское поселение	Казначеевка	0,9	0,04	0,01	0,05
65	Горняцкое сельское поселение	Микулино	0,7	0,03	0,01	0,04
66	Горняцкое сельское поселение	Мякишево	0,5	0,02	0,01	0,03
67	Горняцкое сельское поселение	Подноволоки	1,4	0,07	0,01	0,08
68	Горняцкое сельское поселение	Поплевино	1,4	0,07	0,01	0,08
69	Горняцкое сельское поселение	Роговое	0,9	0,04	0,01	0,05
70	Горняцкое сельское поселение	Садовая	2,0	0,09	0,02	0,11
71	Горняцкое сельское поселение	Трухачевка	2,6	0,12	0,02	0,14
72	Горняцкое сельское поселение	Шишкино	0,6	0,03	0,01	0,04
73	Горняцкое сельское поселение	Арцыбашевской Шахты-3	2,6	0,12	0,02	0,14
74	Горняцкое сельское поселение	Горняк	0,7	0,03	0,01	0,04
75	Горняцкое сельское поселение	Зеленый	1,6	0,07	0,01	0,09
76	Горняцкое сельское поселение	Пробуждение	3,3	0,15	0,03	0,18
77	Горняцкое сельское поселение	Ольшанка	2,1	0,10	0,02	0,12
78	Горняцкое сельское поселение	Растегаевка	1,5	0,07	0,01	0,08
79	Кочуровское сельское поселение	Ивановщина	0,8	0,04	0,01	0,04
80	Кочуровское сельское поселение	Кочуры	0,6	0,03	0,01	0,03
81	Милославское городское поселение	Милославское	0,9	0,04	0,01	0,05
82	Милославское сельское поселение	Лубянка	0,9	0,04	0,01	0,05
83	Милославское сельское поселение	Масальщино	1,5	0,07	0,01	0,08
84	Милославское сельское поселение	Рано-Верхи	0,8	0,04	0,01	0,05
85	Милославское сельское поселение	Пролетарский	0,8	0,04	0,01	0,05
86	Милославское сельское поселение	Покрово-Гагарино	0,8	0,04	0,01	0,04
87	Центральное городское поселение	Центральный	1,1	0,05	0,01	0,06
88	Чернавское сельское поселение	Горохово	1,0	0,05	0,01	0,06
89	Чернавское сельское поселение	Николаевка	0,6	0,03	0,01	0,03
90	Чернавское сельское поселение	Змеевка	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Михайловский район</i>						
91	Голдинское сельское поселение	Барановка	0,8	0,04	0,01	0,05
92	Голдинское сельское поселение	Большая Дорогинка	1,1	0,05	0,01	0,06
93	Голдинское сельское поселение	Малая Дорогинка	1,1	0,05	0,01	0,06
94	Голдинское сельское поселение	Рябцево	0,9	0,04	0,01	0,05
95	Голдинское сельское поселение	Голдино	0,6	0,03	0,01	0,03
96	Голдинское сельское поселение	Малинки	0,8	0,04	0,01	0,05
97	Голдинское сельское поселение	Покровское-2	0,6	0,03	0,01	0,03
98	Горностаевское сельское поселение	Иваньково	1,0	0,05	0,01	0,06
99	Горностаевское сельское поселение	Конуры	1,0	0,05	0,01	0,06
100	Горностаевское сельское поселение	Кораблинка	1,5	0,07	0,01	0,08
101	Горностаевское сельское поселение	Красное Городище	1,0	0,05	0,01	0,06
102	Горностаевское сельское поселение	Леденевка	1,1	0,05	0,01	0,06
103	Горностаевское сельское поселение	Наумовка	0,8	0,04	0,01	0,05

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
104	Горностаевское сельское поселение	Новая Деревня	0,8	0,04	0,01	0,05
105	Горностаевское сельское поселение	Протасово	1,0	0,05	0,01	0,06
106	Горностаевское сельское поселение	Ржевка	1,2	0,06	0,01	0,07
107	Горностаевское сельское поселение	Садовый Поселок	1,1	0,05	0,01	0,06
108	Горностаевское сельское поселение	Хрястово	0,9	0,04	0,01	0,05
109	Горностаевское сельское поселение	Шепелевка	1,2	0,06	0,01	0,07
110	Горностаевское сельское поселение	Заря	1,1	0,05	0,01	0,06
111	Горностаевское сельское поселение	Внуково	1,0	0,05	0,01	0,06
112	Горностаевское сельское поселение	Глинки	0,9	0,04	0,01	0,05
113	Горностаевское сельское поселение	Горностаевка	1,0	0,05	0,01	0,06
114	Горностаевское сельское поселение	Огibalово	1,0	0,05	0,01	0,06
115	Горностаевское сельское поселение	Солнечное	1,9	0,09	0,02	0,10
116	Грязновское сельское поселение	Напольные Выселки	0,4	0,02	0,00	0,03
117	Красновское сельское поселение	Красное	0,6	0,03	0,01	0,03
118	Михайловское городское поселение	Зикеево	0,7	0,03	0,01	0,04
119	Михайловское городское поселение	Помозово	0,6	0,03	0,01	0,03
120	Поярковское сельское поселение	Ижеславль	0,7	0,03	0,01	0,04
121	Рачатниковское сельское поселение	Большое Свистово	1,1	0,05	0,01	0,06
122	Рачатниковское сельское поселение	Николаевка	1,5	0,07	0,01	0,08
123	Слободское сельское поселение	Локня	0,7	0,03	0,01	0,04
124	Слободское сельское поселение	Слободка	0,7	0,03	0,01	0,04
125	Слободское сельское поселение	Студенец	0,7	0,03	0,01	0,04
126	Слободское сельское поселение	Центрального отделения св»Мишино»	0,6	0,03	0,01	0,03
127	Стрелецко-Высельское сельское поселение	Стрелецкие Выселки	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Пронский район</i>						
128	Октябрьское сельское поселение	Восточный	0,7	0,03	0,01	0,04
129	Октябрьское сельское поселение	Октябрьское	0,7	0,03	0,01	0,04
130	Октябрьское сельское поселение	Семенск	0,7	0,03	0,01	0,04
131	Орловское сельское поселение	Орловский	0,6	0,03	0,01	0,03
132	Пронское городское поселение	Пронск	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Путятинский район</i>						
133	Путятинское сельское поселение	Путятино	1,0	0,05	0,01	0,05
134	Строевское сельское поселение	Тырница	1,2	0,06	0,01	0,07
135	Строевское сельское поселение	Воршево	1,0	0,05	0,01	0,06
<i>Рязжский район</i>						
136	Алешинское сельское поселение	Киселевка	1,9	0,09	0,02	0,11
137	Алешинское сельское поселение	Малая Алешня	1,7	0,08	0,01	0,09
138	Алешинское сельское поселение	Марьино	1,0	0,05	0,01	0,06
139	Алешинское сельское поселение	Михайловка	1,7	0,08	0,01	0,09
140	Алешинское сельское поселение	Погореловка	0,9	0,04	0,01	0,05
141	Алешинское сельское поселение	Зорька	1,1	0,05	0,01	0,06
142	Алешинское сельское поселение	Коминтерн	1,2	0,06	0,01	0,07
143	Алешинское сельское поселение	Марчуковские Выселки	2,0	0,09	0,02	0,11
144	Алешинское сельское поселение	Утро	0,6	0,03	0,01	0,04
145	Алешинское сельское поселение	Большая Алешня	0,7	0,03	0,01	0,04
146	Алешинское сельское поселение	Введеневка	0,8	0,04	0,01	0,05
147	Алешинское сельское поселение	Шереметьево	0,9	0,04	0,01	0,05
148	Дегтянское сельское поселение	Старое Еглдаево	0,6	0,03	0,01	0,03
149	Дегтянское сельское поселение	Дегтяное	0,7	0,03	0,01	0,04
150	Дегтянское сельское поселение	Новое Еглдаево	0,8	0,04	0,01	0,04
151	Журавинское сельское поселение	Кузьминка	0,7	0,03	0,01	0,04
152	Журавинское сельское поселение	Журавинка	1,1	0,05	0,01	0,06
153	Журавинское сельское поселение	Куровщино	1,5	0,07	0,01	0,08
154	Журавинское сельское поселение	Лыково	0,9	0,04	0,01	0,05
155	Журавинское сельское поселение	Марчуки 2	0,8	0,04	0,01	0,04

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
156	Журавинское сельское поселение	Набережное	1,3	0,06	0,01	0,07
157	Журавинское сельское поселение	Салтыки	1,4	0,07	0,01	0,08
158	Петровское сельское поселение	Солнце	0,7	0,03	0,01	0,04
159	Петровское сельское поселение	Петрово	0,6	0,03	0,01	0,03
160	Поплевинское сельское поселение	Кучуково	0,7	0,03	0,01	0,04
161	Поплевинское сельское поселение	Малое Самарино	1,8	0,08	0,02	0,10
162	Поплевинское сельское поселение	Осиновка	1,6	0,07	0,01	0,09
163	Поплевинское сельское поселение	Чернава	0,7	0,03	0,01	0,04
164	Поплевинское сельское поселение	Добрая Воля	0,9	0,04	0,01	0,05
165	Поплевинское сельское поселение	Подвислово	0,7	0,03	0,01	0,04
166	Поплевинское сельское поселение	Подвислово	0,8	0,04	0,01	0,05
167	Поплевинское сельское поселение	Поплевино	0,8	0,04	0,01	0,05
168	Ряжское городское поселение	Ряжск	0,9	0,02	0,01	0,03
Сапожковский район						
169	Березниковское сельское поселение	Красная Яблонька	0,8	0,04	0,01	0,04
170	Березниковское сельское поселение	Красное	0,6	0,03	0,01	0,03
171	Морозово-Борковское сельское поселение	Александров-Прасковинка	0,9	0,04	0,01	0,05
172	Морозово-Борковское сельское поселение	Дмитриевка	0,6	0,03	0,01	0,03
173	Морозово-Борковское сельское поселение	Морозовы Борки	0,8	0,04	0,01	0,04
174	Сапожковское городское поселение	Обрезки	1,2	0,06	0,01	0,07
175	Сапожковское городское поселение	Попова Лощина	0,7	0,03	0,01	0,04
176	Сапожковское городское поселение	Красные Липяги	0,8	0,04	0,01	0,04
177	Сапожковское городское поселение	Учебного хозяйства СПТУ № 1	0,7	0,03	0,01	0,04
Сараевский район						
178	Желобовское сельское поселение	Новый Хутор	0,6	0,03	0,01	0,03
179	Желобовское сельское поселение	Одоевщина	0,7	0,03	0,01	0,04
180	Можарское сельское поселение	Максимовка	0,7	0,03	0,01	0,04
181	Можарское сельское поселение	Алешня	0,7	0,03	0,01	0,04
182	Сысовское сельское поселение	Озериха	0,6	0,03	0,01	0,03
Сасовский район						
183	Трудолюбское сельское поселение	Таировка	1,1	0,05	0,08	0,13
184	Трудолюбское сельское поселение	Красный Яр	0,8	0,04	0,06	0,10
185	Трудолюбское сельское поселение	Поляки-Майданы	0,7	0,03	0,06	0,09
186	Трудолюбское сельское поселение	Шевали-Майданы	0,5	0,02	0,04	0,06
Скопинский район						
187	Вослебовское сельское поселение	Дмитриевский Хутор	1,1	0,05	0,01	0,06
188	Вослебовское сельское поселение	Кушуново	0,9	0,04	0,01	0,05
189	Горловское сельское поселение	Суровцы	0,7	0,03	0,01	0,04
190	Горловское сельское поселение	Алмазово	0,5	0,02	0,00	0,03
191	Горловское сельское поселение	Богослово	0,7	0,03	0,01	0,04
192	Корневское сельское поселение	Корневое	0,7	0,03	0,01	0,04
193	Побединское городское поселение	Подмакарьево	1,7	0,08	0,01	0,09
194	Побединское городское поселение	Большак	1,3	0,06	0,01	0,07
195	Побединское городское поселение	Отрада	0,8	0,04	0,01	0,05
196	Побединское городское поселение	Поплевинский	1,3	0,06	0,01	0,07
197	Побединское городское поселение	Побединка	1,2	0,06	0,01	0,07
198	Побединское городское поселение	Победное	0,9	0,04	0,01	0,05
199	Побединское городское поселение	Секирино	0,9	0,04	0,01	0,05
200	Побединское городское поселение	Чулково	0,7	0,03	0,01	0,04
201	Полянское сельское поселение	Перики	1,2	0,06	0,01	0,07
202	Полянское сельское поселение	Свиноушки	0,8	0,04	0,01	0,05
203	Полянское сельское поселение	Дмитриево	1,1	0,05	0,01	0,06
204	Полянское сельское поселение	Ермолово	1,2	0,06	0,01	0,07
205	Полянское сельское поселение	Поляны	0,9	0,04	0,01	0,05
206	Успенское сельское поселение	Рождествено	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
207	Шелемишевское сельское поселение	Говорово	1,7	0,08	0,01	0,09
208	Шелемишевское сельское поселение	Гореловка	1,2	0,06	0,01	0,07
209	Шелемишевское сельское поселение	Дегтярка	1,8	0,08	0,02	0,10
210	Шелемишевское сельское поселение	Желтухино	1,1	0,05	0,01	0,06
211	Шелемишевское сельское поселение	Журавлиха	0,8	0,04	0,01	0,05
212	Шелемишевское сельское поселение	Иваньково	0,8	0,04	0,01	0,05
213	Шелемишевское сельское поселение	Ключеревка	0,6	0,03	0,01	0,04
214	Шелемишевское сельское поселение	Козловка	1,9	0,09	0,02	0,10
215	Шелемишевское сельское поселение	Кондауровка	0,6	0,03	0,01	0,04
216	Шелемишевское сельское поселение	Кузьминка 2	2,5	0,12	0,02	0,14
217	Шелемишевское сельское поселение	Ленинка	1,4	0,07	0,01	0,08
218	Шелемишевское сельское поселение	Московка	1,6	0,07	0,01	0,09
219	Шелемишевское сельское поселение	Наумово	0,6	0,03	0,01	0,04
220	Шелемишевское сельское поселение	Петровка	0,9	0,04	0,01	0,05
221	Шелемишевское сельское поселение	Рановка	1,6	0,07	0,01	0,09
222	Шелемишевское сельское поселение	Уланово	1,2	0,06	0,01	0,07
223	Шелемишевское сельское поселение	Ураково	1,2	0,06	0,01	0,07
224	Шелемишевское сельское поселение	Желтухинский	2,8	0,13	0,02	0,15
225	Шелемишевское сельское поселение	Желтухино	1,3	0,06	0,01	0,07
226	Шелемишевское сельское поселение	Боровое	0,6	0,03	0,01	0,04
227	Шелемишевское сельское поселение	Дымово-Волконское	1,0	0,05	0,01	0,06
228	Шелемишевское сельское поселение	Костемерево	1,2	0,06	0,01	0,07
229	Шелемишевское сельское поселение	Новобараково	2,9	0,14	0,02	0,16
230	Шелемишевское сельское поселение	Шелемишево	0,8	0,04	0,01	0,05
Спасский район						
231	Гавриловское сельское поселение	Гавриловское	0,9	0,04	0,07	0,12
232	Кирицкое сельское поселение	Шатилово	0,7	0,03	0,01	0,04
233	Кирицкое сельское поселение	Сушки	0,7	0,03	0,01	0,04
234	Михальское сельское поселение	Мокрицы	0,9	0,04	0,02	0,07
235	Панинское сельское поселение	Горки	0,9	0,04	0,02	0,07
236	Панинское сельское поселение	Панино	0,7	0,03	0,02	0,05
237	Перкинское сельское поселение	Каменка	0,7	0,03	0,01	0,04
238	Перкинское сельское поселение	Огородниково	0,8	0,04	0,01	0,04
239	Перкинское сельское поселение	Степановка	0,7	0,03	0,01	0,04
240	Собчаковское сельское поселение	Курино	0,6	0,03	0,01	0,03
241	Собчаковское сельское поселение	Собчаково	0,8	0,04	0,01	0,04
242	Федотьевское сельское поселение	Емельяновка	0,7	0,03	0,06	0,09
243	Федотьевское сельское поселение	Торчино	0,6	0,03	0,05	0,08
Старожиловский район						
244	Гребневское сельское поселение	Акулово	1,0	0,05	0,01	0,06
245	Гребневское сельское поселение	Чернобаево	0,7	0,03	0,01	0,04
246	Гулыньское сельское поселение	Лысцево	1,0	0,05	0,01	0,05
247	Гулыньское сельское поселение	Гулынки	0,6	0,03	0,01	0,03
248	Истыинское сельское поселение	Залипяжье	0,8	0,04	0,01	0,05
249	Истыинское сельское поселение	Кулиги	1,2	0,06	0,01	0,07
250	Истыинское сельское поселение	Ласково	0,8	0,04	0,01	0,05
251	Истыинское сельское поселение	Медвежье	1,2	0,06	0,01	0,07
252	Истыинское сельское поселение	Истье	0,5	0,02	0,01	0,03
253	Ленинское сельское поселение	Большая Кременовка	1,2	0,06	0,01	0,07
254	Ленинское сельское поселение	Малая Кременовка	0,7	0,03	0,01	0,04
255	Ленинское сельское поселение	Суйск	0,7	0,03	0,01	0,04
256	Мелекшинское сельское поселение	Аристово	0,8	0,04	0,01	0,04
257	Мелекшинское сельское поселение	Богданово	0,7	0,03	0,01	0,04
258	Мелекшинское сельское поселение	Бутырки	0,9	0,04	0,01	0,05
259	Мелекшинское сельское поселение	Вельяминовка	0,7	0,03	0,01	0,04

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
260	Мелекшинское сельское поселение	Волоховские Выселки	0,7	0,03	0,01	0,04
261	Мелекшинское сельское поселение	Мелекшино	0,9	0,04	0,01	0,05
262	Мелекшинское сельское поселение	Полубояриново	0,6	0,03	0,01	0,03
263	Мелекшинское сельское поселение	Свиридовка	1,1	0,05	0,01	0,06
264	Мелекшинское сельское поселение	Татаркино	0,9	0,04	0,01	0,05
265	Мелекшинское сельское поселение	Коленцы	0,9	0,04	0,01	0,05
266	Мелекшинское сельское поселение	Лучинск	0,7	0,03	0,01	0,04
267	Старожиловское городское поселение	Старожилово	0,6	0,03	0,01	0,03
268	Столпянское сельское поселение	Быково	1,2	0,06	0,01	0,07
269	Столпянское сельское поселение	Кутуково	0,9	0,04	0,01	0,05
270	Столпянское сельское поселение	Столпцы	1,0	0,05	0,01	0,06
<i>Ухоловский район</i>						
271	Коноплянское сельское поселение	Конопляно	0,6	0,03	0,01	0,03
272	Ольховское сельское поселение	Ольхи	0,6	0,03	0,01	0,03
273	Смолевское сельское поселение	Ляпуновка	0,9	0,04	0,01	0,05
274	Смолевское сельское поселение	Марцинане	0,7	0,03	0,01	0,04
275	Смолевское сельское поселение	Кензино	0,7	0,03	0,01	0,04
276	Смолевское сельское поселение	Чуриловка	0,8	0,04	0,01	0,05
277	Ухоловское городское поселение	Кензино	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Чучковский район</i>						
278	Завидовское сельское поселение	Шуваевка	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Шацкий район</i>						
279	Кучасьевское сельское поселение	Кучасьево	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Шиловский район</i>						
280	Задубровское сельское поселение	Константиново	0,6	0,03	0,01	0,03
281	Лесновское городское поселение	Новая Деревня	0,9	0,04	0,02	0,06
282	Лесновское городское поселение	Лесной	0,8	0,04	0,02	0,06
283	Мосоловское сельское поселение	Ивановка	0,6	0,03	0,01	0,03
284	Мосоловское сельское поселение	Марьины Хутора	0,7	0,03	0,01	0,04
285	Санское сельское поселение	Юшта	0,6	0,03	0,05	0,08
Тамбовская область						
<i>Петровский район</i>						
1	Петровский сельсовет	Михайловка	0,6	0,03	0,01	0,03
2	Петровский сельсовет	Никольское	0,6	0,03	0,01	0,03
3	Петровский сельсовет	Новоситовка	0,6	0,03	0,01	0,03
4	Петровский сельсовет	Петровское	0,6	0,03	0,01	0,03
5	Покрово-Чичеринский сельсовет	Покрово-Чичерино	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Сосновский район</i>						
6	Отъянский сельсовет	Русское	0,8	0,04	0,01	0,05
Тульская область						
<i>Арсеньевский район</i>						
1	Астаповское сельское поселение	Астапово	1,5	0,07	0,01	0,08
2	Астаповское сельское поселение	Байдино	2,6	0,12	0,03	0,15
3	Астаповское сельское поселение	Боброво	2,3	0,11	0,02	0,13
4	Астаповское сельское поселение	Богданово	3,4	0,16	0,03	0,19
5	Астаповское сельское поселение	Большое Журино	3,6	0,17	0,03	0,20
6	Астаповское сельское поселение	Большое Захарово	3,0	0,14	0,03	0,17
7	Астаповское сельское поселение	Будки	2,6	0,12	0,03	0,15
8	Астаповское сельское поселение	Быковка	3,3	0,15	0,03	0,18
9	Астаповское сельское поселение	Выковка	2,2	0,10	0,02	0,12
10	Астаповское сельское поселение	Вязок	1,8	0,08	0,02	0,10
11	Астаповское сельское поселение	Гамово	2,4	0,11	0,02	0,14
12	Астаповское сельское поселение	Гольтьево	1,1	0,05	0,01	0,06
13	Астаповское сельское поселение	Гремячка	2,3	0,11	0,02	0,13
14	Астаповское сельское поселение	Гришенково	3,6	0,17	0,03	0,20

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
15	Астаповское сельское поселение	Докукино	1,0	0,05	0,01	0,06
16	Астаповское сельское поселение	Дорогомыжка	3,3	0,15	0,03	0,18
17	Астаповское сельское поселение	Дубрава	2,0	0,09	0,02	0,11
18	Астаповское сельское поселение	Еврееново	2,2	0,10	0,02	0,12
19	Астаповское сельское поселение	Елизаветино-Блиновка	1,8	0,08	0,02	0,10
20	Астаповское сельское поселение	Железница-Жизневских	2,3	0,11	0,02	0,13
21	Астаповское сельское поселение	Железница-Обрезково	1,6	0,07	0,02	0,09
22	Астаповское сельское поселение	Заречье	2,5	0,12	0,02	0,14
23	Астаповское сельское поселение	Звягино	3,0	0,14	0,03	0,17
24	Астаповское сельское поселение	Ивановка 2-я	3,5	0,16	0,03	0,19
25	Астаповское сельское поселение	Ильинка	2,5	0,12	0,02	0,14
26	Астаповское сельское поселение	Кочережниково	1,6	0,07	0,01	0,09
27	Астаповское сельское поселение	Кругливаново	3,0	0,14	0,03	0,17
28	Астаповское сельское поселение	Кругстрахово	2,2	0,10	0,02	0,12
29	Астаповское сельское поселение	Кудеяровка	3,2	0,15	0,03	0,18
30	Астаповское сельское поселение	Любимово	2,9	0,14	0,03	0,16
31	Астаповское сельское поселение	Никольское-Кукуй	2,7	0,13	0,03	0,15
32	Астаповское сельское поселение	Прилепы	1,6	0,07	0,02	0,09
33	Астаповское сельское поселение	Рахлеево	2,4	0,11	0,02	0,13
34	Астаповское сельское поселение	Рязанцево	1,3	0,06	0,01	0,07
35	Астаповское сельское поселение	Савенки	2,4	0,11	0,02	0,13
36	Астаповское сельское поселение	Синяково	3,4	0,16	0,03	0,19
37	Астаповское сельское поселение	Сычевка	1,1	0,05	0,01	0,06
38	Астаповское сельское поселение	Часовня	2,5	0,12	0,02	0,14
39	Астаповское сельское поселение	Шмелевка	2,4	0,11	0,02	0,13
40	Астаповское сельское поселение	Ясенки	1,4	0,07	0,02	0,08
41	Астаповское сельское поселение	8 Марта	2,4	0,11	0,02	0,14
42	Астаповское сельское поселение	Буревестник	3,4	0,16	0,03	0,19
43	Астаповское сельское поселение	Иста	3,0	0,14	0,03	0,17
44	Астаповское сельское поселение	Истыно	5,0	0,23	0,04	0,27
45	Астаповское сельское поселение	Красноармеец	2,8	0,13	0,02	0,16
46	Астаповское сельское поселение	Нариманово	3,2	0,15	0,03	0,18
47	Астаповское сельское поселение	Октябрьский	2,6	0,12	0,02	0,15
48	Астаповское сельское поселение	Первомайский	2,9	0,14	0,03	0,16
49	Астаповское сельское поселение	Садовый	3,1	0,14	0,03	0,17
50	Астаповское сельское поселение	Белый Колодезь	3,8	0,18	0,03	0,21
51	Астаповское сельское поселение	Варварино	3,6	0,17	0,03	0,20
52	Астаповское сельское поселение	Дертихино	3,9	0,18	0,03	0,22
53	Астаповское сельское поселение	Ивановское	1,4	0,07	0,01	0,08
54	Астаповское сельское поселение	Красное	2,8	0,13	0,02	0,16
55	Астаповское сельское поселение	Литвиново	3,1	0,14	0,03	0,17
56	Астаповское сельское поселение	Малое Захарово	2,7	0,13	0,02	0,15
57	Астаповское сельское поселение	Меркулово	3,0	0,14	0,03	0,17
58	Астаповское сельское поселение	Мишина Поляна	4,5	0,21	0,04	0,25
59	Астаповское сельское поселение	Мокрое	3,4	0,16	0,03	0,19
60	Астаповское сельское поселение	Нивны	1,2	0,06	0,01	0,07
61	Астаповское сельское поселение	Парахино	2,9	0,14	0,03	0,16
62	Астаповское сельское поселение	Полуэктовое	1,5	0,07	0,01	0,08
63	Астаповское сельское поселение	Савинково	3,1	0,14	0,03	0,17
64	Астаповское сельское поселение	Стромок	1,7	0,08	0,02	0,09
65	Астаповское сельское поселение	Троицкое	1,7	0,08	0,02	0,10
66	Астаповское сельское поселение	Черный Верх	2,8	0,13	0,02	0,16
67	Астаповское сельское поселение	Юрьково	2,3	0,11	0,02	0,13
68	Городское поселение – рабочий поселок Арсеньево	Арсеньево	2,1	0,10	0,02	0,12
69	Манаенское сельское поселение	Бандиково	2,4	0,11	0,07	0,18

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
70	Манаенское сельское поселение	Большие Голубочки	3,3	0,15	0,22	0,38
71	Манаенское сельское поселение	Бутырки	1,5	0,07	0,13	0,20
72	Манаенское сельское поселение	Дерюжино	2,4	0,11	0,07	0,18
73	Манаенское сельское поселение	Колодези	3,4	0,16	0,09	0,25
74	Манаенское сельское поселение	Корытинка	2,8	0,13	0,08	0,21
75	Манаенское сельское поселение	Лелюхино	2,9	0,14	0,07	0,20
76	Манаенское сельское поселение	Малые Голубочки	3,6	0,17	0,07	0,24
77	Манаенское сельское поселение	Миново	2,7	0,13	0,02	0,15
78	Манаенское сельское поселение	Нижние Ростоки	2,1	0,10	0,16	0,26
79	Манаенское сельское поселение	Песочное	2,6	0,12	0,07	0,19
80	Манаенское сельское поселение	Поляны	2,2	0,10	0,06	0,16
81	Манаенское сельское поселение	Прилепы	2,7	0,13	0,07	0,20
82	Манаенское сельское поселение	Протасово	2,8	0,13	0,14	0,27
83	Манаенское сельское поселение	Рыдань	1,8	0,08	0,05	0,14
84	Манаенское сельское поселение	Спасские Выселки	2,1	0,10	0,05	0,15
85	Манаенское сельское поселение	Средние Ростоки	2,0	0,09	0,15	0,25
86	Манаенское сельское поселение	Стрикино	3,3	0,15	0,09	0,24
87	Манаенское сельское поселение	Хлопово	2,9	0,14	0,08	0,21
88	Манаенское сельское поселение	Батурский	2,3	0,11	0,06	0,17
89	Манаенское сельское поселение	Красноселье	3,0	0,14	0,07	0,21
90	Манаенское сельское поселение	Красный	2,7	0,13	0,19	0,32
91	Манаенское сельское поселение	Мощевский	2,6	0,12	0,07	0,19
92	Манаенское сельское поселение	Нагорный	2,1	0,10	0,06	0,16
93	Манаенское сельское поселение	Огневой	2,4	0,11	0,07	0,18
94	Манаенское сельское поселение	Рыбкин 1-й	2,3	0,11	0,06	0,17
95	Манаенское сельское поселение	Рыбкин 2-й	2,4	0,11	0,07	0,18
96	Манаенское сельское поселение	Сороколетовское Лесничество	3,1	0,14	0,07	0,22
97	Манаенское сельское поселение	Центральный	1,1	0,05	0,01	0,06
98	Манаенское сельское поселение	Араны	2,3	0,11	0,06	0,17
99	Манаенское сельское поселение	Комарево	3,2	0,15	0,07	0,22
100	Манаенское сельское поселение	Кузьменки	3,2	0,15	0,08	0,23
101	Манаенское сельское поселение	Манаенки	1,6	0,07	0,02	0,09
102	Манаенское сельское поселение	Сороколетово	1,9	0,09	0,05	0,14
103	Манаенское сельское поселение	Фурсово	2,2	0,10	0,14	0,24
<i>Белевский район</i>						
104	Городское поселение – город Белев	Белев	1,9	0,09	0,02	0,10
105	Левобережное сельское поселение	Александровка	0,9	0,04	0,01	0,05
106	Левобережное сельское поселение	Алтухово	2,2	0,10	0,02	0,12
107	Левобережное сельское поселение	Артемовка	1,7	0,08	0,02	0,10
108	Левобережное сельское поселение	Бакино	2,0	0,09	0,02	0,11
109	Левобережное сельское поселение	Башкино	1,9	0,09	0,02	0,11
110	Левобережное сельское поселение	Большое Самолково	2,1	0,10	0,02	0,12
111	Левобережное сельское поселение	Борисовка	1,7	0,08	0,02	0,10
112	Левобережное сельское поселение	Борково	2,2	0,10	0,02	0,12
113	Левобережное сельское поселение	Боровое	1,5	0,07	0,02	0,08
114	Левобережное сельское поселение	Верхние Дольцы	2,1	0,10	0,02	0,12
115	Левобережное сельское поселение	Вишневая	1,3	0,06	0,01	0,07
116	Левобережное сельское поселение	Ганьшино	1,0	0,05	0,01	0,06
117	Левобережное сельское поселение	Долбино	1,7	0,08	0,04	0,12
118	Левобережное сельское поселение	Дубна	1,9	0,09	0,02	0,11
119	Левобережное сельское поселение	Дулино	0,7	0,03	0,01	0,04
120	Левобережное сельское поселение	Зайцево	3,0	0,14	0,03	0,17
121	Левобережное сельское поселение	Звереве	0,6	0,03	0,02	0,04
122	Левобережное сельское поселение	Зубково	1,9	0,09	0,02	0,11
123	Левобережное сельское поселение	Зюзнево	1,2	0,06	0,03	0,08

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	^{137}Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
124	Левобережное сельское поселение	Игнатьево	2,5	0,12	0,03	0,14
125	Левобережное сельское поселение	Иштутино	0,7	0,03	0,01	0,04
126	Левобережное сельское поселение	Кализна	0,9	0,04	0,01	0,05
127	Левобережное сельское поселение	Каменка	1,2	0,06	0,01	0,07
128	Левобережное сельское поселение	Карлово	1,4	0,07	0,01	0,08
129	Левобережное сельское поселение	Карцово	1,7	0,08	0,02	0,10
130	Левобережное сельское поселение	Ключниково	2,0	0,09	0,02	0,11
131	Левобережное сельское поселение	Коптево	2,4	0,11	0,03	0,14
132	Левобережное сельское поселение	Кочерово	1,3	0,06	0,01	0,07
133	Левобережное сельское поселение	Кузнецово	1,0	0,05	0,01	0,06
134	Левобережное сельское поселение	Курентяево	1,5	0,07	0,02	0,08
135	Левобережное сельское поселение	Ламоново	0,7	0,03	0,01	0,04
136	Левобережное сельское поселение	Леонтьево	1,9	0,09	0,02	0,10
137	Левобережное сельское поселение	Лиховищи	1,1	0,05	0,01	0,06
138	Левобережное сельское поселение	Малое Самолково	2,8	0,13	0,02	0,15
139	Левобережное сельское поселение	Маршуково	1,5	0,07	0,01	0,08
140	Левобережное сельское поселение	Михнево	2,9	0,14	0,03	0,16
141	Левобережное сельское поселение	Мокрищево	1,2	0,06	0,01	0,07
142	Левобережное сельское поселение	Мочилки	1,4	0,07	0,01	0,08
143	Левобережное сельское поселение	Николаевка	1,7	0,08	0,04	0,12
144	Левобережное сельское поселение	Новые Дольцы	2,6	0,12	0,02	0,14
145	Левобережное сельское поселение	Петрищево	3,2	0,15	0,03	0,18
146	Левобережное сельское поселение	Петрово	1,7	0,08	0,02	0,10
147	Левобережное сельское поселение	Подгорная	0,7	0,03	0,02	0,05
148	Левобережное сельское поселение	Прокино	2,3	0,11	0,02	0,13
149	Левобережное сельское поселение	Пронино	2,1	0,10	0,02	0,12
150	Левобережное сельское поселение	Ретюнь	1,0	0,05	0,01	0,06
151	Левобережное сельское поселение	Рука	2,0	0,09	0,02	0,11
152	Левобережное сельское поселение	Рязанцево	1,1	0,05	0,01	0,06
153	Левобережное сельское поселение	Садовая	2,2	0,10	0,02	0,12
154	Левобережное сельское поселение	Сенюхино	1,0	0,05	0,01	0,06
155	Левобережное сельское поселение	Слобода	0,7	0,03	0,01	0,04
156	Левобережное сельское поселение	Слобода	1,6	0,07	0,02	0,09
157	Левобережное сельское поселение	Сторонка	1,5	0,07	0,04	0,11
158	Левобережное сельское поселение	Сухочево	1,7	0,08	0,02	0,10
159	Левобережное сельское поселение	Таратухино	1,5	0,07	0,01	0,08
160	Левобережное сельское поселение	Умрышенки	1,1	0,05	0,01	0,06
161	Левобережное сельское поселение	Уткино	3,0	0,14	0,03	0,17
162	Левобережное сельское поселение	Фединское	1,7	0,08	0,02	0,09
163	Левобережное сельское поселение	Ходыкино	0,9	0,04	0,01	0,05
164	Левобережное сельское поселение	Чермошна	0,8	0,04	0,01	0,05
165	Левобережное сельское поселение	Шамордино	1,3	0,06	0,01	0,07
166	Левобережное сельское поселение	Шишкино	1,5	0,07	0,01	0,08
167	Левобережное сельское поселение	Алтуховский	2,7	0,13	0,02	0,15
168	Левобережное сельское поселение	Бобрики	2,6	0,12	0,03	0,15
169	Левобережное сельское поселение	Долбинский	1,2	0,06	0,01	0,07
170	Левобережное сельское поселение	Жуковские Выселки	1,8	0,08	0,02	0,10
171	Левобережное сельское поселение	Ключниковские Выселки	1,7	0,08	0,02	0,10
172	Левобережное сельское поселение	Кузнецовский	1,2	0,06	0,01	0,07
173	Левобережное сельское поселение	Луна	1,9	0,09	0,02	0,11
174	Левобережное сельское поселение	Марьинский	1,5	0,07	0,02	0,08
175	Левобережное сельское поселение	Пахинские Выселки	1,3	0,06	0,03	0,09
176	Левобережное сельское поселение	Пятилетка	3,4	0,16	0,03	0,19
177	Левобережное сельское поселение	Ровно	2,2	0,10	0,02	0,12
178	Левобережное сельское поселение	Совхозный	6,2	0,29	0,05	0,34

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
179	Левобережное сельское поселение	Холм	1,6	0,07	0,04	0,11
180	Левобережное сельское поселение	Жуково	2,0	0,09	0,02	0,11
181	Левобережное сельское поселение	Ментелово	1,4	0,07	0,01	0,08
182	Левобережное сельское поселение	Мишенское	0,8	0,04	0,01	0,05
183	Правобережное сельское поселение	Абинь	1,1	0,05	0,03	0,09
184	Правобережное сельское поселение	Астафьево	0,8	0,04	0,01	0,05
185	Правобережное сельское поселение	Беляево	3,5	0,16	0,10	0,26
186	Правобережное сельское поселение	Богданово	0,6	0,03	0,01	0,04
187	Правобережное сельское поселение	Боровна	0,6	0,03	0,05	0,07
188	Правобережное сельское поселение	Будоговищи	2,2	0,10	0,15	0,25
189	Правобережное сельское поселение	Верхние Савинки	1,4	0,07	0,02	0,08
190	Правобережное сельское поселение	Гамово	2,2	0,10	0,07	0,18
191	Правобережное сельское поселение	Городна	1,0	0,05	0,03	0,07
192	Правобережное сельское поселение	Железница	2,0	0,09	0,07	0,16
193	Правобережное сельское поселение	Животово	0,9	0,04	0,03	0,07
194	Правобережное сельское поселение	Зеленая	1,6	0,07	0,04	0,11
195	Правобережное сельское поселение	Каратеево	1,7	0,08	0,02	0,10
196	Правобережное сельское поселение	Кожурово	1,4	0,07	0,02	0,09
197	Правобережное сельское поселение	Красный Пахарь	0,6	0,03	0,01	0,04
198	Правобережное сельское поселение	Кураково	0,9	0,04	0,06	0,10
199	Правобережное сельское поселение	Куриловка	0,8	0,04	0,02	0,06
200	Правобережное сельское поселение	Нижние Савинки	1,5	0,07	0,02	0,09
201	Правобережное сельское поселение	Новая Велична	0,9	0,04	0,06	0,10
202	Правобережное сельское поселение	Песковатое	1,8	0,08	0,13	0,21
203	Правобережное сельское поселение	Семьюново	1,4	0,07	0,02	0,09
204	Правобережное сельское поселение	Старая Велична	1,6	0,07	0,10	0,17
205	Правобережное сельское поселение	Старое Алопово	0,9	0,04	0,02	0,06
206	Правобережное сельское поселение	Теремец	1,2	0,06	0,04	0,09
207	Правобережное сельское поселение	Тутово	1,3	0,06	0,04	0,10
208	Правобережное сельское поселение	Федящево	1,4	0,07	0,06	0,12
209	Правобережное сельское поселение	Черногрязка	2,1	0,10	0,14	0,24
210	Правобережное сельское поселение	Юшково	2,5	0,12	0,08	0,20
211	Правобережное сельское поселение	Белевское Лесничество	0,9	0,04	0,02	0,06
212	Правобережное сельское поселение	Веженка	0,7	0,03	0,01	0,04
213	Правобережное сельское поселение	Болото	1,0	0,05	0,01	0,06
214	Правобережное сельское поселение	Семеновское	1,3	0,06	0,03	0,09
<i>Богородицкий район</i>						
215	Бахметьевское сельское поселение	Бабанино	0,8	0,02	0,01	0,03
216	Бахметьевское сельское поселение	Будыровка	0,7	0,03	0,01	0,04
217	Бахметьевское сельское поселение	Владимировка	0,7	0,03	0,01	0,04
218	Бахметьевское сельское поселение	Доброе	0,6	0,03	0,01	0,03
219	Бахметьевское сельское поселение	Карлино	0,6	0,03	0,01	0,03
220	Бахметьевское сельское поселение	Кашеевка	0,6	0,03	0,01	0,03
221	Бахметьевское сельское поселение	Малиновка	0,6	0,03	0,01	0,03
222	Бахметьевское сельское поселение	Селезневка	0,7	0,03	0,01	0,04
223	Бахметьевское сельское поселение	Березовка	0,6	0,03	0,01	0,03
224	Бахметьевское сельское поселение	Красные Буйцы	0,7	0,03	0,01	0,04
225	Бахметьевское сельское поселение	Малевка	0,6	0,03	0,01	0,03
226	Бахметьевское сельское поселение	Папоротка	0,6	0,03	0,01	0,03
227	Бегичевское сельское поселение	Алексеевка	0,8	0,04	0,01	0,05
228	Бегичевское сельское поселение	Балахна	1,3	0,06	0,01	0,07
229	Бегичевское сельское поселение	Бегичево	1,2	0,06	0,01	0,07
230	Бегичевское сельское поселение	Жданка	1,4	0,07	0,01	0,08
231	Бегичевское сельское поселение	Каменка	0,8	0,04	0,01	0,05
232	Бегичевское сельское поселение	Каменка-Денисово	0,8	0,04	0,01	0,05

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
233	Бегичевское сельское поселение	Колодези	1,6	0,07	0,01	0,09
234	Бегичевское сельское поселение	Коптевка	1,0	0,05	0,01	0,06
235	Бегичевское сельское поселение	Котовка	1,2	0,06	0,01	0,07
236	Бегичевское сельское поселение	Красницы	1,6	0,07	0,01	0,09
237	Бегичевское сельское поселение	Пыжово	0,7	0,03	0,01	0,04
238	Бегичевское сельское поселение	Романцево	1,6	0,07	0,01	0,09
239	Бегичевское сельское поселение	Спасское	0,7	0,03	0,01	0,04
240	Бегичевское сельское поселение	Сухотино	0,6	0,03	0,01	0,03
241	Бегичевское сельское поселение	Упертовка	1,8	0,08	0,02	0,10
242	Бегичевское сельское поселение	Федоровка	1,6	0,07	0,01	0,09
243	Бегичевское сельское поселение	Шипулино	1,3	0,06	0,01	0,07
244	Бегичевское сельское поселение	Бегичевские Выселки	1,6	0,07	0,01	0,09
245	Бегичевское сельское поселение	Бегичевский	1,6	0,07	0,01	0,09
246	Бегичевское сельское поселение	Новый Путь	1,4	0,07	0,01	0,08
247	Бегичевское сельское поселение	Романцевский	1,8	0,08	0,02	0,10
248	Бегичевское сельское поселение	Кобловский	1,2	0,06	0,01	0,07
249	Бегичевское сельское поселение	Соколовский	1,7	0,08	0,02	0,09
250	Бегичевское сельское поселение	Шахтерский	2,1	0,10	0,02	0,12
251	Городское поселение – город Богородицк	Богородицк	2,6	0,07	0,01	0,08
252	Иевлевское сельское поселение	Березовка	2,1	0,10	0,02	0,12
253	Иевлевское сельское поселение	Горки	2,9	0,14	0,03	0,16
254	Иевлевское сельское поселение	Дубовка	4,2	0,20	0,03	0,23
255	Иевлевское сельское поселение	Кобылинка	3,2	0,15	0,03	0,18
256	Иевлевское сельское поселение	Мишицы	1,1	0,05	0,01	0,06
257	Иевлевское сельское поселение	Степановка	2,4	0,11	0,02	0,13
258	Иевлевское сельское поселение	Щегловка	1,3	0,06	0,01	0,07
259	Иевлевское сельское поселение	Новый Мир	1,6	0,07	0,02	0,09
260	Иевлевское сельское поселение	Иевлево	1,7	0,08	0,02	0,10
261	Иевлевское сельское поселение	Новопокровское	3,7	0,17	0,03	0,20
262	Иевлевское сельское поселение	Черняевка	1,5	0,07	0,01	0,08
263	Иевлевское сельское поселение	Александринский	2,1	0,10	0,02	0,12
264	Товарковское сельское поселение	Васильевка	1,6	0,07	0,02	0,09
265	Товарковское сельское поселение	Моховое	2,6	0,12	0,02	0,14
266	Товарковское сельское поселение	Павловка	1,0	0,05	0,01	0,06
267	Товарковское сельское поселение	Городок	2,2	0,10	0,02	0,12
268	Товарковское сельское поселение	Красные Горки	2,3	0,11	0,02	0,13
269	Товарковское сельское поселение	Красный Посад	1,7	0,08	0,02	0,10
270	Товарковское сельское поселение	Товарковский	0,7	0,03	0,01	0,04
271	Товарковское сельское поселение	Левинка	2,4	0,11	0,02	0,13
272	Товарковское сельское поселение	Ломовка	3,1	0,14	0,03	0,17
273	Товарковское сельское поселение	Товарково	2,7	0,13	0,02	0,15
<i>Воловский район</i>						
274	Двориновское сельское поселение	Алексеевка	0,6	0,03	0,01	0,03
275	Двориновское сельское поселение	Баскаково	1,0	0,05	0,01	0,06
276	Двориновское сельское поселение	Белоусовка	1,3	0,06	0,01	0,07
277	Двориновское сельское поселение	Бутырки	1,1	0,05	0,01	0,06
278	Двориновское сельское поселение	Заречная	0,6	0,03	0,01	0,03
279	Двориновское сельское поселение	Иевлевка	0,6	0,03	0,01	0,03
280	Двориновское сельское поселение	Караси	1,7	0,08	0,01	0,09
281	Двориновское сельское поселение	Каратеевка	1,7	0,08	0,01	0,09
282	Двориновское сельское поселение	Красная Слобода	0,7	0,03	0,01	0,04
283	Двориновское сельское поселение	Красный Холм	0,7	0,03	0,01	0,04
284	Двориновское сельское поселение	Крестищи	1,0	0,05	0,01	0,06
285	Двориновское сельское поселение	Крюковка	1,1	0,05	0,01	0,06
286	Двориновское сельское поселение	Лебяжье	1,1	0,05	0,01	0,06

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
287	Двориновское сельское поселение	Луговка	0,7	0,03	0,01	0,04
288	Двориновское сельское поселение	Луновка	0,6	0,03	0,01	0,03
289	Двориновское сельское поселение	Мельничная	0,7	0,03	0,01	0,04
290	Двориновское сельское поселение	Нижнее Сазоново	0,9	0,04	0,01	0,05
291	Двориновское сельское поселение	Новоаннинка	0,8	0,04	0,01	0,04
292	Двориновское сельское поселение	Озерки 1-е	0,4	0,02	0,01	0,02
293	Двориновское сельское поселение	Озерки 2-е	0,9	0,04	0,01	0,05
294	Двориновское сельское поселение	Панарино	1,2	0,06	0,01	0,07
295	Двориновское сельское поселение	Полунинка	1,2	0,06	0,01	0,07
296	Двориновское сельское поселение	Прудовая	1,0	0,05	0,01	0,06
297	Двориновское сельское поселение	Пургасово	0,8	0,04	0,01	0,05
298	Двориновское сельское поселение	Селиверстово	0,6	0,03	0,01	0,03
299	Двориновское сельское поселение	Фетисово	1,5	0,07	0,01	0,08
300	Двориновское сельское поселение	Крутой Верх	0,9	0,04	0,01	0,05
301	Двориновское сельское поселение	Ленинка	0,7	0,03	0,01	0,04
302	Двориновское сельское поселение	Осиновые Выселки	1,1	0,05	0,01	0,06
303	Двориновское сельское поселение	Осиновый	0,7	0,03	0,01	0,04
304	Двориновское сельское поселение	Победа	0,6	0,03	0,01	0,03
305	Двориновское сельское поселение	Садовый	0,9	0,04	0,01	0,05
306	Двориновское сельское поселение	Ялта	0,7	0,03	0,01	0,04
307	Двориновское сельское поселение	Верхоустье	0,7	0,03	0,01	0,04
308	Двориновское сельское поселение	Волово	0,7	0,03	0,01	0,04
309	Двориновское сельское поселение	Истленьеве	0,6	0,03	0,01	0,03
310	Двориновское сельское поселение	Никитское	0,6	0,03	0,01	0,03
311	Двориновское сельское поселение	Осиново	1,0	0,05	0,01	0,06
312	Двориновское сельское поселение	Покровское	1,0	0,05	0,01	0,06
313	Турдейское сельское поселение	Булычевка	1,1	0,05	0,01	0,06
314	Турдейское сельское поселение	Варваровка	0,9	0,04	0,01	0,05
315	Турдейское сельское поселение	Высокое	0,8	0,04	0,01	0,04
316	Турдейское сельское поселение	Дубровка	0,6	0,03	0,01	0,03
317	Турдейское сельское поселение	Зайчевка	0,8	0,04	0,01	0,04
318	Турдейское сельское поселение	Залесское	1,3	0,06	0,01	0,07
319	Турдейское сельское поселение	Заповедное	0,7	0,03	0,01	0,04
320	Турдейское сельское поселение	Заречная Слобода	0,8	0,04	0,01	0,04
321	Турдейское сельское поселение	Заречье	0,7	0,03	0,01	0,04
322	Турдейское сельское поселение	Калиновка	0,8	0,04	0,01	0,05
323	Турдейское сельское поселение	Красавка	0,6	0,03	0,01	0,03
324	Турдейское сельское поселение	Кручь	1,0	0,05	0,01	0,06
325	Турдейское сельское поселение	Лупань	0,6	0,03	0,01	0,03
326	Турдейское сельское поселение	Лядовка	0,9	0,04	0,01	0,05
327	Турдейское сельское поселение	Малая Каратеевка	0,7	0,03	0,01	0,04
328	Турдейское сельское поселение	Письменка	1,5	0,07	0,01	0,08
329	Турдейское сельское поселение	Соболевка	0,7	0,03	0,01	0,04
330	Турдейское сельское поселение	Солодилово	0,6	0,03	0,01	0,03
331	Турдейское сельское поселение	Сухие Плоты	0,5	0,02	0,01	0,03
332	Турдейское сельское поселение	Сысоевка	0,9	0,04	0,01	0,05
333	Турдейское сельское поселение	Табаровка	1,4	0,07	0,01	0,08
334	Турдейское сельское поселение	Тетерки	0,6	0,03	0,01	0,03
335	Турдейское сельское поселение	Ушаковка	1,1	0,05	0,01	0,06
336	Турдейское сельское поселение	Юдинка	1,1	0,05	0,01	0,06
337	Турдейское сельское поселение	Горный	1,2	0,06	0,01	0,07
338	Турдейское сельское поселение	Казачка	0,6	0,03	0,01	0,03
339	Турдейское сельское поселение	Красная Слобода	0,9	0,04	0,01	0,05
340	Турдейское сельское поселение	Михайловский	1,0	0,05	0,01	0,06
341	Турдейское сельское поселение	Борятино	0,7	0,03	0,01	0,04

Research articles

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
342	Турдейское сельское поселение	Лутово	0,8	0,04	0,01	0,05
343	Турдейское сельское поселение	Ниженка	0,7	0,03	0,01	0,04
344	Турдейское сельское поселение	Рождествено	0,8	0,04	0,01	0,04
Городской округ – город Донской						
345		Донской	1,9	0,05	0,01	0,06
Городской округ – город Ефремов						
346		Большая Корчажка	0,6	0,03	0,01	0,03
347		Большие Плоты	0,7	0,03	0,01	0,04
348		Глинки	1,4	0,07	0,01	0,08
349		Залесское	0,7	0,03	0,01	0,04
350		Каменка	0,7	0,03	0,01	0,04
351		Костомарово	0,9	0,04	0,01	0,05
352		Красилровка	0,7	0,03	0,01	0,04
353		Красная Заря	0,7	0,03	0,01	0,04
354		Красногорское	0,5	0,02	0,01	0,03
355		Круглое	0,5	0,02	0,01	0,03
356		Левшино	0,5	0,02	0,00	0,03
357		Малая Корчажка	0,6	0,03	0,01	0,03
358		Натальино	0,7	0,03	0,01	0,04
359		Никольское	0,6	0,03	0,01	0,03
360		Новинское	0,6	0,03	0,01	0,03
361		Разнотоповка	0,6	0,03	0,01	0,03
362		Сафоновка	0,6	0,03	0,01	0,03
363		Старое Перевесово	0,6	0,03	0,01	0,03
364		Западная Звезда	0,9	0,04	0,01	0,05
365		Заря	1,0	0,05	0,01	0,06
366		Земледелец	0,8	0,04	0,01	0,04
367		Кременный	0,6	0,03	0,01	0,03
368		Мирный	1,1	0,05	0,01	0,06
369		Мосоловский	1,2	0,06	0,01	0,07
370		Первое Мая	0,7	0,03	0,01	0,04
371		Северная Звезда	0,8	0,04	0,01	0,04
372		Ж/ст Непрядва	1,0	0,05	0,01	0,06
373		Козье	1,1	0,05	0,01	0,06
374		Овсянниково	0,7	0,03	0,01	0,04
375		Пожилино	0,5	0,02	0,01	0,03
376		Сторожа	0,6	0,03	0,01	0,03
377		Тормасово	0,5	0,02	0,01	0,03
Городской округ – город Новомосковск						
378		Новомосковск	2,1	0,05	0,00	0,05
379		Богдановка	0,6	0,03	0,01	0,03
380		Большие Стрельцы	1,0	0,05	0,01	0,06
381		Большое Колодезное	1,2	0,06	0,01	0,07
382		Васильевка	0,7	0,03	0,01	0,04
383		Гремячево	0,9	0,04	0,01	0,05
384		Ерзовка	1,4	0,07	0,01	0,08
385		Избищи	1,1	0,05	0,01	0,06
386		Ильинка 2-я	0,7	0,03	0,01	0,04
387		Ключевка	0,6	0,03	0,01	0,03
388		Княгинино	0,9	0,04	0,01	0,05
389		Красное Гремячево	0,9	0,04	0,01	0,05
390		Кресты	1,5	0,07	0,01	0,08
391		Любовка	0,8	0,04	0,01	0,04
392		Маклец	0,7	0,03	0,01	0,04
393		Макшеево	0,7	0,03	0,01	0,04

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
394		Малое Колодезное	1,8	0,08	0,02	0,10
395		Ново-Яковлевка	0,9	0,04	0,01	0,05
396		Озерки	0,6	0,03	0,01	0,03
397		Петровочка	1,2	0,06	0,01	0,07
398		Пустоши	1,1	0,05	0,01	0,06
399		Рига-Васильевка	0,6	0,03	0,01	0,03
400		Сокольники 1	1,6	0,07	0,01	0,09
401		Сокольники 2	1,3	0,06	0,01	0,07
402		Хмелевка	1,4	0,07	0,01	0,08
403		Шатовка	0,6	0,03	0,01	0,03
404		Ширино	1,1	0,05	0,01	0,06
405		Верходонье	1,4	0,07	0,01	0,08
406		Знаменский	0,6	0,03	0,01	0,03
407		Малиновский	0,9	0,04	0,01	0,05
408		Пригорье	1,1	0,05	0,01	0,06
409		Придонье	1,2	0,06	0,01	0,07
410		Ширинский	1,1	0,05	0,01	0,06
411		Иван-Озеро	1,0	0,05	0,01	0,06
412		Ильинка 1-я	0,6	0,03	0,01	0,03
413		Спасское	0,9	0,04	0,01	0,05
414		Стрельцы	0,8	0,04	0,01	0,04
415		Тетьковка	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Каменский район</i>						
416	Архангельское сельское поселение	Барановка	0,8	0,04	0,01	0,04
417	Архангельское сельское поселение	Барково	0,7	0,03	0,01	0,04
418	Архангельское сельское поселение	Горка	0,6	0,03	0,01	0,03
419	Архангельское сельское поселение	Завидки	0,6	0,03	0,01	0,03
420	Архангельское сельское поселение	Подлосинки	0,6	0,03	0,01	0,03
421	Архангельское сельское поселение	Сапроново	1,0	0,05	0,01	0,05
422	Архангельское сельское поселение	Солнцевка	0,7	0,03	0,01	0,04
423	Архангельское сельское поселение	Цыгановка	0,6	0,03	0,01	0,03
424	Яблоневское сельское поселение	Жохово	0,7	0,03	0,01	0,04
425	Яблоневское сельское поселение	Заречье	0,7	0,03	0,01	0,04
426	Яблоневское сельское поселение	Пушкарьское	1,6	0,07	0,01	0,09
427	Яблоневское сельское поселение	Вознесенский	0,7	0,03	0,01	0,04
428	Яблоневское сельское поселение	Красные Озерки	0,7	0,03	0,01	0,04
<i>Кимовский район</i>						
429	Городское поселение – город Кимовск	Кимовск	0,9	0,04	0,01	0,05
430	Епифанское сельское поселение	Бахтино-Фомино	1,0	0,05	0,01	0,06
431	Епифанское сельское поселение	Бугровка-Ключевая	0,7	0,03	0,01	0,04
432	Епифанское сельское поселение	Журишки	0,7	0,03	0,01	0,04
433	Епифанское сельское поселение	Знаменье	0,7	0,03	0,01	0,04
434	Епифанское сельское поселение	Исаковка	1,6	0,07	0,01	0,09
435	Епифанское сельское поселение	Исаковские Выселки	1,1	0,05	0,01	0,06
436	Епифанское сельское поселение	Комиссаровка	0,8	0,04	0,01	0,04
437	Епифанское сельское поселение	Кораблино	1,3	0,06	0,01	0,07
438	Епифанское сельское поселение	Красное	0,7	0,03	0,01	0,04
439	Епифанское сельское поселение	Красный Осетрик	1,1	0,05	0,01	0,06
440	Епифанское сельское поселение	Крутое	0,8	0,04	0,01	0,05
441	Епифанское сельское поселение	Липовка	1,0	0,05	0,01	0,06
442	Епифанское сельское поселение	Лупишки	1,4	0,07	0,01	0,08
443	Епифанское сельское поселение	Милославщино	0,6	0,03	0,01	0,03
444	Епифанское сельское поселение	Молчаново	0,6	0,03	0,01	0,03
445	Епифанское сельское поселение	Овчаровка	0,6	0,03	0,01	0,03
446	Епифанское сельское поселение	Павловка	1,3	0,06	0,01	0,07

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
447	Елифанское сельское поселение	Полунино	1,1	0,05	0,01	0,06
448	Елифанское сельское поселение	Прощеное	1,1	0,05	0,01	0,06
449	Елифанское сельское поселение	Саломатовка	0,7	0,03	0,01	0,04
450	Елифанское сельское поселение	Софьинка	0,6	0,03	0,01	0,03
451	Елифанское сельское поселение	Федосовка	0,7	0,03	0,01	0,04
452	Елифанское сельское поселение	Чебыши	0,6	0,03	0,01	0,03
453	Елифанское сельское поселение	Шевырево	0,8	0,04	0,01	0,04
454	Елифанское сельское поселение	Бучалки	0,8	0,04	0,01	0,04
455	Елифанское сельское поселение	Донской	0,9	0,04	0,01	0,05
456	Елифанское сельское поселение	Елифань	0,7	0,02	0,01	0,02
457	Елифанское сельское поселение	Отрада	0,7	0,03	0,01	0,04
458	Елифанское сельское поселение	Приозерный	1,1	0,05	0,01	0,06
459	Елифанское сельское поселение	Совхозный	1,2	0,06	0,01	0,07
460	Елифанское сельское поселение	Бучалки	0,6	0,03	0,01	0,03
461	Елифанское сельское поселение	Луговое	0,9	0,04	0,01	0,05
462	Елифанское сельское поселение	Рождествено	1,2	0,06	0,01	0,07
463	Елифанское сельское поселение	Черемухово	0,9	0,04	0,01	0,05
464	Новольвовское сельское поселение	Аджамки	1,4	0,07	0,01	0,08
465	Новольвовское сельское поселение	Александровка	1,5	0,07	0,01	0,08
466	Новольвовское сельское поселение	Алексеевка	0,9	0,04	0,01	0,05
467	Новольвовское сельское поселение	Андреевка	1,4	0,07	0,01	0,08
468	Новольвовское сельское поселение	Апарки	1,2	0,06	0,01	0,07
469	Новольвовское сельское поселение	Барма	0,7	0,03	0,01	0,04
470	Новольвовское сельское поселение	Белоозеро	1,4	0,07	0,01	0,08
471	Новольвовское сельское поселение	Дудкино	2,6	0,12	0,02	0,14
472	Новольвовское сельское поселение	Дурасово	0,6	0,03	0,01	0,03
473	Новольвовское сельское поселение	Зубовка	1,3	0,06	0,01	0,07
474	Новольвовское сельское поселение	Ивановка	0,7	0,03	0,01	0,04
475	Новольвовское сельское поселение	Каменка	0,6	0,03	0,01	0,03
476	Новольвовское сельское поселение	Ковалевка	0,6	0,03	0,01	0,03
477	Новольвовское сельское поселение	Кривозерье	1,6	0,07	0,01	0,09
478	Новольвовское сельское поселение	Кривой Куст	1,5	0,07	0,01	0,08
479	Новольвовское сельское поселение	Кропотово	0,9	0,04	0,01	0,05
480	Новольвовское сельское поселение	Крутое	2,3	0,11	0,02	0,13
481	Новольвовское сельское поселение	Кудашево	0,8	0,04	0,01	0,05
482	Новольвовское сельское поселение	Лопухиновка	1,3	0,06	0,01	0,07
483	Новольвовское сельское поселение	Львово	0,6	0,03	0,01	0,03
484	Новольвовское сельское поселение	Марчуги	1,3	0,06	0,01	0,07
485	Новольвовское сельское поселение	Машково	0,9	0,04	0,01	0,05
486	Новольвовское сельское поселение	Новоселки	1,7	0,08	0,02	0,10
487	Новольвовское сельское поселение	Новоспасское	1,7	0,08	0,01	0,09
488	Новольвовское сельское поселение	Петровское	1,1	0,05	0,01	0,06
489	Новольвовское сельское поселение	Румянцево	0,8	0,04	0,01	0,05
490	Новольвовское сельское поселение	Самочевка	1,1	0,05	0,01	0,06
491	Новольвовское сельское поселение	Соколовка	1,0	0,05	0,01	0,06
492	Новольвовское сельское поселение	Хомутовка	1,2	0,06	0,01	0,07
493	Новольвовское сельское поселение	Апарки	1,0	0,05	0,01	0,06
494	Новольвовское сельское поселение	Благовещенский	1,5	0,07	0,01	0,08
495	Новольвовское сельское поселение	Веселый Луг	1,1	0,05	0,03	0,08
496	Новольвовское сельское поселение	Возрождение	0,6	0,03	0,01	0,03
497	Новольвовское сельское поселение	Дружба	2,0	0,09	0,02	0,11
498	Новольвовское сельское поселение	Калиновка	1,1	0,05	0,01	0,06
499	Новольвовское сельское поселение	Львовский	0,7	0,03	0,02	0,05
500	Новольвовское сельское поселение	Михайловский	1,1	0,05	0,03	0,08

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
501	Новольвовское сельское поселение	Полевой	1,1	0,05	0,01	0,06
502	Новольвовское сельское поселение	Пронь	2,7	0,13	0,02	0,15
503	Новольвовское сельское поселение	Шахтерский	1,5	0,07	0,01	0,08
504	Новольвовское сельское поселение	Львово	0,9	0,04	0,01	0,05
505	Новольвовское сельское поселение	Гранки	1,3	0,06	0,01	0,07
506	Новольвовское сельское поселение	Ивановское	1,5	0,07	0,01	0,08
507	Новольвовское сельское поселение	Иваньково	2,1	0,10	0,02	0,12
508	Новольвовское сельское поселение	Карачево	1,3	0,06	0,01	0,07
509	Новольвовское сельское поселение	Каркадиново	1,1	0,05	0,01	0,06
510	Новольвовское сельское поселение	Краснополье	0,9	0,04	0,01	0,05
511	Новольвовское сельское поселение	Покровское	0,9	0,04	0,01	0,05
512	Новольвовское сельское поселение	Хитровщина	0,8	0,04	0,02	0,06
<i>Киреевский район</i>						
513	Богучаровское сельское поселение	Братцево	2,9	0,14	0,03	0,16
514	Богучаровское сельское поселение	Бродовка	2,8	0,13	0,03	0,16
515	Богучаровское сельское поселение	Брусяновка	3,1	0,14	0,03	0,17
516	Богучаровское сельское поселение	Владимировка	2,9	0,14	0,02	0,16
517	Богучаровское сельское поселение	Воротыновка	3,3	0,15	0,03	0,18
518	Богучаровское сельское поселение	Ивакино	3,4	0,16	0,03	0,19
519	Богучаровское сельское поселение	Иконки	1,7	0,08	0,02	0,10
520	Богучаровское сельское поселение	Качан	4,4	0,21	0,04	0,24
521	Богучаровское сельское поселение	Костриченка	3,1	0,14	0,03	0,17
522	Богучаровское сельское поселение	Луговая	3,1	0,14	0,03	0,17
523	Богучаровское сельское поселение	Луневка	3,7	0,17	0,03	0,20
524	Богучаровское сельское поселение	Любогощи	1,1	0,05	0,01	0,06
525	Богучаровское сельское поселение	Мостовая	2,5	0,12	0,02	0,14
526	Богучаровское сельское поселение	Настасьино	2,6	0,12	0,03	0,15
527	Богучаровское сельское поселение	Новоспасское	3,0	0,14	0,03	0,17
528	Богучаровское сельское поселение	Ослоново	1,3	0,06	0,01	0,07
529	Богучаровское сельское поселение	Подлесное	1,7	0,08	0,02	0,10
530	Богучаровское сельское поселение	Сечено	2,4	0,11	0,02	0,14
531	Богучаровское сельское поселение	Слободка	3,1	0,14	0,03	0,17
532	Богучаровское сельское поселение	Стойлово	1,5	0,07	0,02	0,08
533	Богучаровское сельское поселение	Телятинки	3,5	0,16	0,03	0,19
534	Богучаровское сельское поселение	Труновка	1,7	0,08	0,02	0,10
535	Богучаровское сельское поселение	Уткино	3,8	0,18	0,03	0,21
536	Богучаровское сельское поселение	Чифировка	3,5	0,16	0,03	0,19
537	Богучаровское сельское поселение	Шондрово	1,7	0,08	0,02	0,10
538	Богучаровское сельское поселение	Богучаровский	1,8	0,08	0,02	0,10
539	Богучаровское сельское поселение	Прогресс	3,0	0,14	0,03	0,16
540	Богучаровское сельское поселение	Богучарово	1,2	0,06	0,01	0,07
541	Богучаровское сельское поселение	Крутицы	3,2	0,15	0,03	0,18
542	Богучаровское сельское поселение	Кузнецово	3,7	0,17	0,03	0,21
543	Богучаровское сельское поселение	Майское	3,8	0,18	0,03	0,21
544	Богучаровское сельское поселение	Сатинка	4,4	0,21	0,04	0,24
545	Бородинское сельское поселение	Анненки	1,0	0,05	0,01	0,06
546	Бородинское сельское поселение	Бахметьево	0,7	0,03	0,01	0,04
547	Бородинское сельское поселение	Большие Калмыки	0,7	0,03	0,01	0,04
548	Бородинское сельское поселение	Большое Зуево	0,6	0,03	0,01	0,03
549	Бородинское сельское поселение	Бородино	1,2	0,06	0,01	0,07
550	Бородинское сельское поселение	Голубовка	1,6	0,07	0,01	0,09
551	Бородинское сельское поселение	Дубовка	0,8	0,04	0,01	0,04
552	Бородинское сельское поселение	Дубровка	0,6	0,03	0,01	0,03
553	Бородинское сельское поселение	Замятино	0,9	0,04	0,01	0,05
554	Бородинское сельское поселение	Казаринка	1,6	0,07	0,01	0,09

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
555	Бородинское сельское поселение	Круглое	0,9	0,04	0,01	0,05
556	Бородинское сельское поселение	Крутое	1,0	0,05	0,01	0,06
557	Бородинское сельское поселение	Мясновка	1,1	0,05	0,01	0,06
558	Бородинское сельское поселение	Никольское	0,8	0,04	0,01	0,04
559	Бородинское сельское поселение	Пигасово	0,6	0,03	0,01	0,03
560	Бородинское сельское поселение	Плеханово	0,5	0,02	0,01	0,03
561	Бородинское сельское поселение	Плехановские Выселки	0,6	0,03	0,01	0,03
562	Бородинское сельское поселение	Подосинки	0,7	0,03	0,01	0,04
563	Бородинское сельское поселение	Рублевка	1,4	0,07	0,01	0,08
564	Бородинское сельское поселение	Хомяковка	0,9	0,04	0,01	0,05
565	Бородинское сельское поселение	Хрущевка	1,4	0,07	0,01	0,08
566	Бородинское сельское поселение	Бородинский	1,0	0,05	0,01	0,06
567	Бородинское сельское поселение	Гвардейский	1,0	0,05	0,01	0,06
568	Бородинское сельское поселение	Стахановский	0,6	0,03	0,01	0,03
569	Бородинское сельское поселение	Фатеево	0,6	0,03	0,01	0,03
570	Бородинское сельское поселение	Долгое	1,0	0,05	0,01	0,06
571	Бородинское сельское поселение	Панино	1,4	0,07	0,01	0,08
572	Городское поселение – город Киреевск	Киреевск	2,1	0,10	0,02	0,12
573	Городское поселение – город Киреевск	Октябрьский	1,4	0,07	0,01	0,08
574	Городское поселение – город Липки	Липки	2,0	0,05	0,01	0,06
575	Дедиловское сельское поселение	Быковка	0,9	0,04	0,01	0,05
576	Дедиловское сельское поселение	Дмитриевка	3,6	0,17	0,03	0,20
577	Дедиловское сельское поселение	Епишево	0,8	0,04	0,01	0,05
578	Дедиловское сельское поселение	Жилая	0,6	0,03	0,01	0,04
579	Дедиловское сельское поселение	Жиловские Выселки	1,2	0,06	0,01	0,07
580	Дедиловское сельское поселение	Криволучье	1,2	0,06	0,01	0,07
581	Дедиловское сельское поселение	Лопатки	0,8	0,04	0,01	0,05
582	Дедиловское сельское поселение	Медвенка	0,8	0,04	0,01	0,05
583	Дедиловское сельское поселение	Морковщино	1,0	0,05	0,01	0,06
584	Дедиловское сельское поселение	Новая Киреевка	3,0	0,14	0,03	0,17
585	Дедиловское сельское поселение	Олень	2,4	0,11	0,02	0,14
586	Дедиловское сельское поселение	Пушкари	0,9	0,04	0,01	0,05
587	Дедиловское сельское поселение	Пушкарские Выселки	1,3	0,06	0,01	0,07
588	Дедиловское сельское поселение	Черная Грязь	3,2	0,15	0,03	0,18
589	Дедиловское сельское поселение	Зареченский	1,2	0,06	0,01	0,07
590	Дедиловское сельское поселение	Красные Озера	1,0	0,05	0,01	0,06
591	Дедиловское сельское поселение	Троицкий	2,2	0,10	0,02	0,12
592	Дедиловское сельское поселение	Шиворонь	1,4	0,07	0,01	0,08
593	Дедиловское сельское поселение	Дедилово	1,0	0,05	0,01	0,06
594	Дедиловское сельское поселение	Дедилово	1,3	0,06	0,01	0,07
595	Дедиловское сельское поселение	Орловка	3,0	0,14	0,03	0,17
596	Красноярское сельское поселение	Мещерское	0,6	0,03	0,01	0,03
597	Приупское сельское поселение	Алешня	0,6	0,03	0,01	0,04
598	Приупское сельское поселение	Гамовка	1,8	0,08	0,02	0,10
599	Приупское сельское поселение	Зубаревка	1,6	0,07	0,01	0,09
600	Приупское сельское поселение	Карцево	2,3	0,11	0,02	0,13
601	Приупское сельское поселение	Ключевка	2,2	0,10	0,02	0,12
602	Приупское сельское поселение	Крюковка	1,5	0,07	0,01	0,08
603	Приупское сельское поселение	Курово	1,3	0,06	0,01	0,07
604	Приупское сельское поселение	Липки	0,9	0,04	0,01	0,05
605	Приупское сельское поселение	Мезеневка	1,2	0,06	0,01	0,07
606	Приупское сельское поселение	Поселки	1,2	0,06	0,01	0,07
607	Приупское сельское поселение	Сатинка	1,3	0,06	0,01	0,07
608	Приупское сельское поселение	Сетинка	0,7	0,03	0,01	0,04
609	Приупское сельское поселение	Смирновка	2,6	0,12	0,02	0,14

Научные статьи

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
610	Приупское сельское поселение	Березовский	1,5	0,07	0,01	0,08
611	Приупское сельское поселение	Васильевский	1,3	0,06	0,01	0,07
612	Приупское сельское поселение	Куровский	1,1	0,05	0,01	0,06
613	Приупское сельское поселение	Подлипковский	2,1	0,10	0,02	0,12
614	Приупское сельское поселение	Приупский	1,6	0,07	0,02	0,09
615	Приупское сельское поселение	Садовый	1,4	0,07	0,01	0,08
616	Приупское сельское поселение	Воронки	1,9	0,09	0,02	0,11
617	Приупское сельское поселение	Головлино	1,4	0,07	0,01	0,08
618	Приупское сельское поселение	Миленино	1,7	0,08	0,02	0,09
619	Шварцевское сельское поселение	Александровка	0,7	0,03	0,01	0,04
620	Шварцевское сельское поселение	Березовка	0,7	0,03	0,01	0,04
621	Шварцевское сельское поселение	Савинка	0,6	0,03	0,01	0,03
622	Шварцевское сельское поселение	Оболенское	0,6	0,03	0,01	0,03
623	Шварцевское сельское поселение	Новоселебное	0,6	0,03	0,01	0,03
Куркинский район						
624	Самарское сельское поселение	Рязаново	0,7	0,03	0,01	0,04
625	Самарское сельское поселение	Красный	0,6	0,03	0,01	0,03
626	Самарское сельское поселение	Сергиевское	0,7	0,03	0,01	0,04
627	Самарское сельское поселение	Самарский	0,6	0,03	0,01	0,03
Одоевский район						
628	Восточно-Одоевское сельское поселение	Алехино	0,5	0,02	0,01	0,03
629	Восточно-Одоевское сельское поселение	Балобаново	1,7	0,08	0,01	0,09
630	Восточно-Одоевское сельское поселение	Бегино	1,4	0,07	0,01	0,08
631	Восточно-Одоевское сельское поселение	Ботвиньево	1,7	0,08	0,02	0,10
632	Восточно-Одоевское сельское поселение	Быковка	1,8	0,08	0,02	0,10
633	Восточно-Одоевское сельское поселение	Валуево	2,3	0,11	0,02	0,13
634	Восточно-Одоевское сельское поселение	Гостыж	0,9	0,04	0,01	0,05
635	Восточно-Одоевское сельское поселение	Ефимовка	1,3	0,06	0,01	0,07
636	Восточно-Одоевское сельское поселение	Жданово	2,5	0,12	0,02	0,14
637	Восточно-Одоевское сельское поселение	Жестовое	0,7	0,03	0,01	0,04
638	Восточно-Одоевское сельское поселение	Ильинское	0,6	0,03	0,01	0,03
639	Восточно-Одоевское сельское поселение	Княгинино	1,8	0,08	0,02	0,10
640	Восточно-Одоевское сельское поселение	Масловка	1,5	0,07	0,01	0,08
641	Восточно-Одоевское сельское поселение	Мызовка	0,5	0,02	0,01	0,03
642	Восточно-Одоевское сельское поселение	Немцово	0,7	0,03	0,01	0,04
643	Восточно-Одоевское сельское поселение	Нижнее Исаково	0,7	0,03	0,01	0,04
644	Восточно-Одоевское сельское поселение	Нижние Дубки	1,2	0,06	0,01	0,07
645	Восточно-Одоевское сельское поселение	Пришня-Шевелевка	0,6	0,03	0,01	0,03
646	Восточно-Одоевское сельское поселение	Севрюково	0,6	0,03	0,01	0,03
647	Восточно-Одоевское сельское поселение	Слободка	0,5	0,02	0,01	0,03
648	Восточно-Одоевское сельское поселение	Стубле	1,2	0,06	0,01	0,07
649	Восточно-Одоевское сельское поселение	Угольное	0,7	0,03	0,01	0,04
650	Восточно-Одоевское сельское поселение	Холохольня	2,4	0,11	0,02	0,13
651	Восточно-Одоевское сельское поселение	Рылевский	0,7	0,03	0,01	0,04
652	Восточно-Одоевское сельское поселение	Башево	0,9	0,04	0,01	0,05
653	Восточно-Одоевское сельское поселение	Березово	0,9	0,04	0,01	0,05
654	Восточно-Одоевское сельское поселение	Воскресенское	1,8	0,08	0,02	0,10
655	Восточно-Одоевское сельское поселение	Ивицы	0,7	0,03	0,01	0,04
656	Восточно-Одоевское сельское поселение	Рылево	0,9	0,04	0,01	0,05
657	Восточно-Одоевское сельское поселение	Скобачево	0,7	0,03	0,01	0,04
658	Южно-Одоевское сельское поселение	Амутна Дрель	0,8	0,04	0,01	0,05
659	Южно-Одоевское сельское поселение	Верхнее Касимово	0,7	0,03	0,01	0,04
660	Южно-Одоевское сельское поселение	Калиновка	0,8	0,04	0,01	0,05
661	Южно-Одоевское сельское поселение	Красноколье	0,6	0,03	0,01	0,03
662	Южно-Одоевское сельское поселение	Малое Касимово	0,7	0,03	0,01	0,04

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
663	Южно-Одоевское сельское поселение	Малыхино	0,7	0,03	0,01	0,04
664	Южно-Одоевское сельское поселение	Мизгея	1,2	0,06	0,01	0,07
665	Южно-Одоевское сельское поселение	Перепутье	0,6	0,03	0,01	0,03
666	Южно-Одоевское сельское поселение	Рассыльная Слобода	0,7	0,03	0,01	0,04
667	Южно-Одоевское сельское поселение	Ларинский	1,0	0,05	0,01	0,06
668	Южно-Одоевское сельское поселение	Площадский	0,6	0,03	0,01	0,03
669	Южно-Одоевское сельское поселение	Стрелецкий	1,3	0,06	0,01	0,07
670	Южно-Одоевское сельское поселение	Лосинское	1,2	0,06	0,01	0,07
671	Южно-Одоевское сельское поселение	Малое Сонино	0,8	0,04	0,01	0,05
672	Южно-Одоевское сельское поселение	Площадь	1,1	0,05	0,01	0,06
673	Южно-Одоевское сельское поселение	Яхотново	0,9	0,04	0,01	0,05
<i>Плавский район</i>						
674	Городское поселение – город Плавск	Плавск	6,6	0,17	0,02	0,19
675	Камынинское сельское поселение	Боняково	2,6	0,12	0,03	0,15
676	Камынинское сельское поселение	Бохино	2,8	0,13	0,03	0,16
677	Камынинское сельское поселение	Васильевское	1,4	0,07	0,01	0,08
678	Камынинское сельское поселение	Губа	2,3	0,11	0,03	0,13
679	Камынинское сельское поселение	Губаревка	1,6	0,07	0,01	0,09
680	Камынинское сельское поселение	Есипово	1,4	0,07	0,01	0,08
681	Камынинское сельское поселение	Ивановское	1,2	0,06	0,01	0,07
682	Камынинское сельское поселение	Ивановское-1	1,6	0,07	0,01	0,09
683	Камынинское сельское поселение	Ивановское-2	1,7	0,08	0,02	0,09
684	Камынинское сельское поселение	Ивановское-3	1,6	0,07	0,01	0,09
685	Камынинское сельское поселение	Красное	1,7	0,08	0,02	0,09
686	Камынинское сельское поселение	Ляпуновка	1,9	0,09	0,02	0,11
687	Камынинское сельское поселение	Нижние Мармыжи	5,8	0,27	0,05	0,32
688	Камынинское сельское поселение	Никольское	1,6	0,07	0,01	0,09
689	Камынинское сельское поселение	Починино	1,3	0,06	0,01	0,07
690	Камынинское сельское поселение	Средние Мармыжи	6,3	0,29	0,05	0,35
691	Камынинское сельское поселение	Тюринка	1,8	0,08	0,02	0,10
692	Камынинское сельское поселение	Урусово	2,3	0,11	0,02	0,13
693	Камынинское сельское поселение	Чебышовка	1,0	0,05	0,01	0,06
694	Камынинское сельское поселение	Диктатура	1,1	0,05	0,01	0,06
695	Камынинское сельское поселение	Новоселки	5,2	0,24	0,05	0,29
696	Камынинское сельское поселение	Первое Мая	3,8	0,18	0,03	0,21
697	Камынинское сельское поселение	Бабурино	1,1	0,05	0,01	0,06
698	Камынинское сельское поселение	Камынино	3,6	0,17	0,04	0,20
699	Камынинское сельское поселение	Мещерино	1,5	0,07	0,01	0,08
700	Камынинское сельское поселение	Соковнино	1,0	0,05	0,01	0,06
701	Камынинское сельское поселение	Сорочинка	2,9	0,14	0,03	0,16
702	Молочно-Дворское сельское поселение	Воейково	4,8	0,22	0,04	0,27
703	Молочно-Дворское сельское поселение	Горбачевка	2,9	0,14	0,03	0,16
704	Молочно-Дворское сельское поселение	Заречье	6,3	0,29	0,05	0,35
705	Молочно-Дворское сельское поселение	Карабановка	1,5	0,07	0,01	0,08
706	Молочно-Дворское сельское поселение	Кобылинский Хутор	0,9	0,04	0,01	0,05
707	Молочно-Дворское сельское поселение	Локна	4,3	0,20	0,04	0,24
708	Молочно-Дворское сельское поселение	Новая Локна	5,7	0,27	0,05	0,31
709	Молочно-Дворское сельское поселение	Новая Слободка	5,9	0,27	0,05	0,32
710	Молочно-Дворское сельское поселение	Новое Архангельское	0,8	0,04	0,01	0,04
711	Молочно-Дворское сельское поселение	Орликово	5,9	0,27	0,05	0,32
712	Молочно-Дворское сельское поселение	Петровка	2,5	0,12	0,03	0,14
713	Молочно-Дворское сельское поселение	Рождествено-1	8,4	0,39	0,07	0,46
714	Молочно-Дворское сельское поселение	Рождествено-2	7,4	0,34	0,06	0,40
715	Молочно-Дворское сельское поселение	Савватеевка	1,3	0,06	0,02	0,08
716	Молочно-Дворское сельское поселение	Самозвановка	1,6	0,07	0,02	0,10

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
717	Молочно-Дворское сельское поселение	Горбачево	2,2	0,10	0,02	0,13
718	Молочно-Дворское сельское поселение	Красная Локна	3,6	0,17	0,04	0,20
719	Молочно-Дворское сельское поселение	Молочные Дворы	4,6	0,21	0,04	0,26
720	Молочно-Дворское сельское поселение	Румянцевский	3,1	0,14	0,03	0,17
721	Молочно-Дворское сельское поселение	Свободный Серп	4,2	0,20	0,04	0,23
722	Молочно-Дворское сельское поселение	Советский	1,9	0,09	0,02	0,11
723	Молочно-Дворское сельское поселение	Стройка	0,9	0,04	0,01	0,05
724	Молочно-Дворское сельское поселение	Шоссе	2,7	0,13	0,03	0,15
725	Молочно-Дворское сельское поселение	Ясный	1,1	0,05	0,01	0,06
726	Молочно-Дворское сельское поселение	Станция Горбачево	7,4	0,34	0,06	0,40
727	Молочно-Дворское сельское поселение	Самозвановка	1,7	0,08	0,02	0,10
728	Молочно-Дворское сельское поселение	Большие Озерки	1,6	0,07	0,01	0,09
729	Молочно-Дворское сельское поселение	Михайловское	3,8	0,18	0,04	0,21
730	Молочно-Дворское сельское поселение	Никольское-1	3,8	0,18	0,04	0,21
731	Молочно-Дворское сельское поселение	Никольское-2	4,0	0,19	0,04	0,22
732	Молочно-Дворское сельское поселение	Ново-Никольское	0,6	0,03	0,01	0,03
733	Молочно-Дворское сельское поселение	Рахманово	4,6	0,21	0,04	0,26
734	Молочно-Дворское сельское поселение	Селезнево	3,4	0,16	0,03	0,19
735	Молочно-Дворское сельское поселение	Спасское	1,5	0,07	0,01	0,08
736	Пригородное сельское поселение	Акулово	2,9	0,14	0,03	0,16
737	Пригородное сельское поселение	Акуловские Выселки	4,6	0,21	0,04	0,25
738	Пригородное сельское поселение	Александровка	2,6	0,12	0,02	0,14
739	Пригородное сельское поселение	Арсеньево	5,8	0,27	0,05	0,32
740	Пригородное сельское поселение	Василевка	1,7	0,08	0,02	0,10
741	Пригородное сельское поселение	Витцинские Выселки	5,9	0,27	0,05	0,33
742	Пригородное сельское поселение	Волхонцино	3,2	0,15	0,03	0,18
743	Пригородное сельское поселение	Дюково	2,1	0,10	0,02	0,12
744	Пригородное сельское поселение	Ивановка	3,1	0,14	0,03	0,17
745	Пригородное сельское поселение	Кожухово	2,2	0,10	0,02	0,12
746	Пригородное сельское поселение	Косая Губа	1,0	0,05	0,01	0,06
747	Пригородное сельское поселение	Крекшино	2,7	0,13	0,02	0,15
748	Пригородное сельское поселение	Крутое	1,5	0,07	0,02	0,08
749	Пригородное сельское поселение	Лески	2,5	0,12	0,02	0,14
750	Пригородное сельское поселение	Лунино	6,3	0,29	0,06	0,35
751	Пригородное сельское поселение	Пеньково	1,1	0,05	0,01	0,06
752	Пригородное сельское поселение	Синявинские Выселки	3,7	0,17	0,03	0,21
753	Пригородное сельское поселение	Сорочинка	1,9	0,09	0,02	0,11
754	Пригородное сельское поселение	Стрешнево	6,2	0,29	0,06	0,34
755	Пригородное сельское поселение	Юрьево	3,7	0,17	0,03	0,21
756	Пригородное сельское поселение	Александровка	2,0	0,09	0,02	0,11
757	Пригородное сельское поселение	Красная Нива	3,2	0,15	0,03	0,18
758	Пригородное сельское поселение	Красное Заречье	1,8	0,08	0,02	0,10
759	Пригородное сельское поселение	Красный	3,7	0,17	0,03	0,21
760	Пригородное сельское поселение	Октябрьский	2,5	0,12	0,02	0,14
761	Пригородное сельское поселение	Пригородный	4,3	0,20	0,04	0,24
762	Пригородное сельское поселение	Средний	3,1	0,14	0,03	0,17
763	Пригородное сельское поселение	Юрьевский	3,4	0,16	0,03	0,19
764	Пригородное сельское поселение	Красногорье	3,0	0,14	0,03	0,17
765	Пригородное сельское поселение	Красное	2,2	0,10	0,02	0,12
766	Пригородное сельское поселение	Синявино	5,5	0,26	0,05	0,30
767	Пригородное сельское поселение	Частое	2,3	0,11	0,02	0,13
768	Пригородное сельское поселение	Юсупово	5,3	0,25	0,05	0,30
<i>Тепло-Огаревский район</i>						
769	Волче-Дубравское сельское поселение	Анненково	0,7	0,03	0,01	0,04
770	Волче-Дубравское сельское поселение	Бирюлевка	0,6	0,03	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
771	Волжье-Дубравское сельское поселение	Большое Минино	0,6	0,03	0,01	0,03
772	Волжье-Дубравское сельское поселение	Борисовка	0,7	0,03	0,01	0,04
773	Волжье-Дубравское сельское поселение	Бродиловка	0,9	0,04	0,01	0,05
774	Волжье-Дубравское сельское поселение	Дикополье	0,6	0,03	0,01	0,03
775	Волжье-Дубравское сельское поселение	Ерхово	0,6	0,03	0,01	0,03
776	Волжье-Дубравское сельское поселение	Западное Усово	0,7	0,03	0,01	0,04
777	Волжье-Дубравское сельское поселение	Зареченка	1,0	0,05	0,01	0,06
778	Волжье-Дубравское сельское поселение	Заречье	1,0	0,05	0,01	0,06
779	Волжье-Дубравское сельское поселение	Иваново-Трещево	1,4	0,07	0,01	0,08
780	Волжье-Дубравское сельское поселение	Одинцово	0,8	0,04	0,01	0,04
781	Волжье-Дубравское сельское поселение	Озерно	1,9	0,09	0,02	0,10
782	Волжье-Дубравское сельское поселение	Петровский Хутор	0,8	0,04	0,01	0,05
783	Волжье-Дубравское сельское поселение	Пыжово 1-е	1,4	0,07	0,01	0,08
784	Волжье-Дубравское сельское поселение	Пыжово 2-е	1,1	0,05	0,01	0,06
785	Волжье-Дубравское сельское поселение	Северное Усово	1,1	0,05	0,01	0,06
786	Волжье-Дубравское сельское поселение	Спасское-Дурново	1,6	0,07	0,01	0,09
787	Волжье-Дубравское сельское поселение	Татищево	0,6	0,03	0,01	0,03
788	Волжье-Дубравское сельское поселение	Титовка	0,6	0,03	0,01	0,03
789	Волжье-Дубравское сельское поселение	Ивановские Выселки	0,7	0,03	0,01	0,04
790	Волжье-Дубравское сельское поселение	Ивановские Дворики	0,6	0,03	0,01	0,03
791	Волжье-Дубравское сельское поселение	Мичуринский	1,3	0,06	0,01	0,07
792	Волжье-Дубравское сельское поселение	Победа	1,1	0,05	0,01	0,06
793	Волжье-Дубравское сельское поселение	Центральный	1,2	0,06	0,01	0,07
794	Волжье-Дубравское сельское поселение	Алексеевское 1-е	0,9	0,04	0,01	0,05
795	Волжье-Дубравское сельское поселение	Алексеевское 2-е	1,3	0,06	0,01	0,07
796	Волжье-Дубравское сельское поселение	Ивановское	0,8	0,04	0,01	0,04
797	Волжье-Дубравское сельское поселение	Покровское 1-е	0,6	0,03	0,01	0,03
798	Волжье-Дубравское сельское поселение	Раево	0,6	0,03	0,01	0,03
799	Городское поселение – рабочий поселок Теплое	Теплое	1,7	0,08	0,01	0,09
800	Нарышкинское сельское поселение	Александровка	0,6	0,03	0,01	0,03
801	Нарышкинское сельское поселение	Алексеевка Лидинского сельского округа	2,0	0,09	0,02	0,11
802	Нарышкинское сельское поселение	Алексеевка Нарышкинского сельского округа	2,9	0,14	0,02	0,16
803	Нарышкинское сельское поселение	Анновка	1,4	0,07	0,01	0,08
804	Нарышкинское сельское поселение	Большая Красавка	1,6	0,07	0,01	0,09
805	Нарышкинское сельское поселение	Варваринка	1,4	0,07	0,01	0,08
806	Нарышкинское сельское поселение	Воронцовка	0,8	0,04	0,01	0,04
807	Нарышкинское сельское поселение	Катерево	1,7	0,08	0,02	0,10
808	Нарышкинское сельское поселение	Качановка	2,3	0,11	0,02	0,13
809	Нарышкинское сельское поселение	Лидинка	1,9	0,09	0,02	0,11
810	Нарышкинское сельское поселение	Малая Красавка	1,6	0,07	0,01	0,09
811	Нарышкинское сельское поселение	Малая Огаревка	1,1	0,05	0,01	0,06
812	Нарышкинское сельское поселение	Марьино	1,2	0,06	0,01	0,07
813	Нарышкинское сельское поселение	Мосюковка	0,9	0,04	0,01	0,05
814	Нарышкинское сельское поселение	Новоселки	1,9	0,09	0,02	0,11
815	Нарышкинское сельское поселение	Озерки	0,9	0,04	0,01	0,05
816	Нарышкинское сельское поселение	Ольгино	2,2	0,10	0,02	0,12
817	Нарышкинское сельское поселение	Павловка	1,3	0,06	0,01	0,07
818	Нарышкинское сельское поселение	Петровское	1,8	0,08	0,02	0,10
819	Нарышкинское сельское поселение	Плесь	1,3	0,06	0,01	0,07
820	Нарышкинское сельское поселение	Подлесное	2,9	0,14	0,02	0,16
821	Нарышкинское сельское поселение	Раевка	0,8	0,04	0,01	0,04
822	Нарышкинское сельское поселение	Рублино	0,7	0,03	0,01	0,04
823	Нарышкинское сельское поселение	Суры	1,8	0,08	0,02	0,10
824	Нарышкинское сельское поселение	Сухой Ручей	1,7	0,08	0,02	0,10

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
825	Нарышкинское сельское поселение	Хомутовка	1,3	0,06	0,01	0,07
826	Нарышкинское сельское поселение	Цыгановка	2,3	0,11	0,02	0,13
827	Нарышкинское сельское поселение	Варваринский	1,4	0,07	0,01	0,08
828	Нарышкинское сельское поселение	Горьковский	1,3	0,06	0,01	0,07
829	Нарышкинское сельское поселение	Красногвардеец	0,9	0,04	0,01	0,05
830	Нарышкинское сельское поселение	Ломовский	0,7	0,03	0,01	0,04
831	Нарышкинское сельское поселение	Механизаторов	1,1	0,05	0,01	0,06
832	Нарышкинское сельское поселение	Приволье	1,8	0,08	0,02	0,10
833	Нарышкинское сельское поселение	Северный	1,8	0,08	0,02	0,10
834	Нарышкинское сельское поселение	станция Огарево	0,6	0,03	0,01	0,03
835	Нарышкинское сельское поселение	Нарышкино	1,8	0,08	0,02	0,10
836	Нарышкинское сельское поселение	Успенское	1,6	0,07	0,01	0,09
Узловский район						
837	Городское поселение – город Узловая	Узловая	2,7	0,13	0,02	0,15
838	Каменецкое сельское поселение	Васильевка	1,6	0,07	0,01	0,09
839	Каменецкое сельское поселение	Данилово	1,1	0,05	0,01	0,06
840	Каменецкое сельское поселение	Домнино	0,7	0,03	0,01	0,04
841	Каменецкое сельское поселение	Дубки	1,4	0,07	0,01	0,08
842	Каменецкое сельское поселение	Засецкое	1,9	0,09	0,02	0,10
843	Каменецкое сельское поселение	Красная Каменка	1,6	0,07	0,02	0,09
844	Каменецкое сельское поселение	Крюково	0,9	0,04	0,01	0,05
845	Каменецкое сельское поселение	Пашково	1,3	0,06	0,01	0,07
846	Каменецкое сельское поселение	8 Марта	1,9	0,09	0,02	0,11
847	Каменецкое сельское поселение	Каменецкий	2,7	0,13	0,02	0,15
848	Каменецкое сельское поселение	Лесной	0,8	0,04	0,01	0,05
849	Каменецкое сельское поселение	Майский	2,4	0,11	0,02	0,13
850	Каменецкое сельское поселение	Роткинский	1,6	0,07	0,02	0,09
851	Каменецкое сельское поселение	Каменка	1,9	0,09	0,02	0,11
852	Сморodinское сельское поселение	Арсеньев	0,9	0,04	0,01	0,05
853	Сморodinское сельское поселение	Бабинка	0,9	0,04	0,01	0,05
854	Сморodinское сельское поселение	Бирюков	1,0	0,05	0,01	0,06
855	Сморodinское сельское поселение	Волково	1,5	0,07	0,01	0,08
856	Сморodinское сельское поселение	Вольная Еманов	0,7	0,03	0,01	0,04
857	Сморodinское сельское поселение	Дубовое	1,3	0,06	0,01	0,07
858	Сморodinское сельское поселение	Еманов	1,5	0,07	0,01	0,08
859	Сморodinское сельское поселение	Кобяково	1,0	0,05	0,01	0,06
860	Сморodinское сельское поселение	Кондуки	1,6	0,07	0,01	0,09
861	Сморodinское сельское поселение	Малая Малахов	1,4	0,07	0,01	0,08
862	Сморodinское сельское поселение	Михайлов	1,6	0,07	0,01	0,09
863	Сморodinское сельское поселение	Никольское	1,4	0,07	0,01	0,08
864	Сморodinское сельское поселение	Пестов	1,0	0,05	0,01	0,06
865	Сморodinское сельское поселение	Писарево	1,5	0,07	0,01	0,08
866	Сморodinское сельское поселение	Поваляев	1,5	0,07	0,01	0,08
867	Сморodinское сельское поселение	Раздолье	0,9	0,04	0,01	0,05
868	Сморodinское сельское поселение	Ушаково	2,0	0,09	0,02	0,11
869	Сморodinское сельское поселение	Хрущево	0,9	0,04	0,01	0,05
870	Сморodinское сельское поселение	Гранки	1,6	0,07	0,01	0,09
871	Сморodinское сельское поселение	Дома Рыбхоза	2,2	0,10	0,02	0,12
872	Сморodinское сельское поселение	Заря (Отделение Волково)	1,3	0,06	0,01	0,07
873	Сморodinское сельское поселение	Новогеоргиевский	1,7	0,08	0,02	0,09
874	Сморodinское сельское поселение	Новый	1,2	0,06	0,01	0,07
875	Сморodinское сельское поселение	Пестовский	1,1	0,05	0,01	0,06
876	Сморodinское сельское поселение	Бутырки	1,3	0,03	0,01	0,05
877	Сморodinское сельское поселение	Козлово	0,7	0,03	0,01	0,04
878	Сморodinское сельское поселение	Люторичи	2,5	0,12	0,02	0,14

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
879	Сморозинское сельское поселение	Сморозино	1,7	0,08	0,02	0,09
880	Сморозинское сельское поселение	Троицкое	0,8	0,04	0,01	0,04
881	Шахтерское сельское поселение	Бибиково	2,8	0,13	0,03	0,16
882	Шахтерское сельское поселение	Болотовка	2,0	0,09	0,02	0,11
883	Шахтерское сельское поселение	Большая Полунинка	1,9	0,09	0,02	0,11
884	Шахтерское сельское поселение	Большая Рассошка	2,0	0,09	0,02	0,11
885	Шахтерское сельское поселение	Брусанка	1,3	0,06	0,02	0,08
886	Шахтерское сельское поселение	Вельмино	3,1	0,14	0,03	0,17
887	Шахтерское сельское поселение	Верхнее-Люторичи	1,5	0,07	0,01	0,08
888	Шахтерское сельское поселение	Гудаловка	3,8	0,18	0,03	0,21
889	Шахтерское сельское поселение	Дубовка	1,8	0,08	0,02	0,10
890	Шахтерское сельское поселение	Заварзино	3,8	0,18	0,03	0,21
891	Шахтерское сельское поселение	Кондрово	2,6	0,12	0,02	0,14
892	Шахтерское сельское поселение	Крутой Верх	2,5	0,12	0,02	0,14
893	Шахтерское сельское поселение	Ламки	2,4	0,11	0,02	0,13
894	Шахтерское сельское поселение	Малая Полунинка	1,8	0,08	0,02	0,10
895	Шахтерское сельское поселение	Малая Рассошка	2,6	0,12	0,02	0,14
896	Шахтерское сельское поселение	Марьинка	1,6	0,07	0,02	0,09
897	Шахтерское сельское поселение	Ореховка	1,3	0,06	0,01	0,07
898	Шахтерское сельское поселение	Петровское	1,2	0,06	0,01	0,07
899	Шахтерское сельское поселение	Прилесье	1,4	0,07	0,01	0,08
900	Шахтерское сельское поселение	Синяевка	1,0	0,05	0,01	0,06
901	Шахтерское сельское поселение	Сухановка	1,3	0,06	0,01	0,07
902	Шахтерское сельское поселение	Сычевка	2,3	0,11	0,02	0,13
903	Шахтерское сельское поселение	Торбеевка	3,7	0,17	0,03	0,20
904	Шахтерское сельское поселение	Федоровка	1,7	0,08	0,02	0,10
905	Шахтерское сельское поселение	Хитрово	1,7	0,08	0,02	0,10
906	Шахтерское сельское поселение	Хованка	3,3	0,15	0,03	0,18
907	Шахтерское сельское поселение	Хрущевка	1,8	0,08	0,02	0,10
908	Шахтерское сельское поселение	Черемуховка	3,1	0,14	0,03	0,17
909	Шахтерское сельское поселение	Юлинка	1,5	0,07	0,01	0,08
910	Шахтерское сельское поселение	Брусанский	1,5	0,07	0,01	0,08
911	Шахтерское сельское поселение	Дубовка	3,6	0,17	0,03	0,20
912	Шахтерское сельское поселение	Партизан	3,8	0,18	0,03	0,21
913	Шахтерское сельское поселение	Полунинский	1,8	0,08	0,02	0,10
914	Шахтерское сельское поселение	Топки	1,9	0,09	0,02	0,11
915	Шахтерское сельское поселение	Тургеневский	1,4	0,07	0,01	0,08
916	Шахтерское сельское поселение	Федоровский	1,5	0,07	0,01	0,08
917	Шахтерское сельское поселение	Щербаковский	2,4	0,11	0,02	0,13
918	Шахтерское сельское поселение	станция Полунино	2,5	0,12	0,02	0,14
919	Шахтерское сельское поселение	Высоцкое	2,0	0,09	0,02	0,11
920	Шахтерское сельское поселение	Ильинка	2,6	0,12	0,02	0,14
921	Шахтерское сельское поселение	Супонь	2,1	0,10	0,02	0,12
<i>Чернский район</i>						
922	Городское поселение – рабочий поселок Чернь	Чернь	0,7	0,03	0,01	0,04
923	Липицкое сельское поселение	Булычи	0,9	0,04	0,01	0,05
924	Липицкое сельское поселение	Глебово	1,1	0,05	0,01	0,06
925	Липицкое сельское поселение	Донок	0,7	0,03	0,01	0,04
926	Липицкое сельское поселение	Знаменка 1	0,9	0,04	0,01	0,05
927	Липицкое сельское поселение	Знаменка 2	0,8	0,04	0,01	0,05
928	Липицкое сельское поселение	Кисарово	2,2	0,10	0,02	0,12
929	Липицкое сельское поселение	Кисельное	1,3	0,06	0,02	0,08
930	Липицкое сельское поселение	Коломенка	1,2	0,06	0,01	0,07
931	Липицкое сельское поселение	Красавка	2,0	0,09	0,02	0,11
932	Липицкое сельское поселение	Красавка	0,5	0,02	0,01	0,03

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
933	Липицкое сельское поселение	Красивая Поляна	1,1	0,05	0,01	0,06
934	Липицкое сельское поселение	Красивка	0,7	0,03	0,01	0,04
935	Липицкое сельское поселение	Красная Горка	1,3	0,06	0,01	0,07
936	Липицкое сельское поселение	Красная Слободка	1,7	0,08	0,02	0,09
937	Липицкое сельское поселение	Красное	1,3	0,06	0,01	0,07
938	Липицкое сельское поселение	Красное Озеро	1,5	0,07	0,01	0,08
939	Липицкое сельское поселение	Курбатово	2,0	0,09	0,02	0,11
940	Липицкое сельское поселение	Липицы-Зыбино	0,9	0,04	0,01	0,05
941	Липицкое сельское поселение	Лутово	0,6	0,03	0,01	0,04
942	Липицкое сельское поселение	Молчаново Левое	1,8	0,08	0,02	0,10
943	Липицкое сельское поселение	Молчаново Правое	1,5	0,07	0,01	0,08
944	Липицкое сельское поселение	Никольское	1,7	0,08	0,02	0,09
945	Липицкое сельское поселение	Никольское-Молчаново	1,4	0,07	0,01	0,08
946	Липицкое сельское поселение	Никольское-Тимофеево	2,1	0,10	0,02	0,12
947	Липицкое сельское поселение	Озерок	1,7	0,08	0,02	0,09
948	Липицкое сельское поселение	Орловка	1,2	0,06	0,01	0,07
949	Липицкое сельское поселение	Петровское	0,7	0,03	0,01	0,04
950	Липицкое сельское поселение	Рассоха	0,6	0,03	0,01	0,04
951	Липицкое сельское поселение	Соловьевка	1,6	0,07	0,02	0,09
952	Липицкое сельское поселение	Спасское	1,8	0,08	0,02	0,10
953	Липицкое сельское поселение	Спасское-Кривцово	1,5	0,07	0,01	0,08
954	Липицкое сельское поселение	Спасское-Шлыково	1,4	0,07	0,01	0,08
955	Липицкое сельское поселение	Стреличка	1,8	0,08	0,02	0,10
956	Липицкое сельское поселение	Тимирязево	0,7	0,03	0,01	0,04
957	Липицкое сельское поселение	Тургенево	1,1	0,05	0,01	0,06
958	Липицкое сельское поселение	Уготь	0,6	0,03	0,01	0,04
959	Липицкое сельское поселение	Черенок	1,1	0,05	0,01	0,06
960	Липицкое сельское поселение	Чигиринка	1,6	0,07	0,01	0,09
961	Липицкое сельское поселение	Юрово	2,1	0,10	0,02	0,12
962	Липицкое сельское поселение	Красный Путь	2,3	0,11	0,02	0,13
963	Липицкое сельское поселение	Липицы	1,2	0,06	0,01	0,07
964	Липицкое сельское поселение	Орлик	2,0	0,09	0,02	0,11
965	Липицкое сельское поселение	Свободный	1,2	0,06	0,01	0,07
966	Липицкое сельское поселение	Троицкий	1,3	0,06	0,02	0,08
967	Липицкое сельское поселение	Архангельское	0,8	0,04	0,01	0,05
968	Липицкое сельское поселение	Бортное	0,6	0,03	0,01	0,04
969	Липицкое сельское поселение	Новые Горки 2	0,6	0,03	0,01	0,03
970	Липицкое сельское поселение	Репно-Никольское	0,6	0,03	0,01	0,04
971	Липицкое сельское поселение	Шагаев	2,0	0,09	0,02	0,11
972	Северное сельское поселение	Белино	3,0	0,14	0,03	0,17
973	Северное сельское поселение	Богородицкое	1,5	0,07	0,02	0,09
974	Северное сельское поселение	Выползово	0,7	0,03	0,01	0,04
975	Северное сельское поселение	Девочкино	0,8	0,04	0,01	0,05
976	Северное сельское поселение	Ерино	2,9	0,14	0,03	0,17
977	Северное сельское поселение	Есино-Гать	1,5	0,07	0,01	0,08
978	Северное сельское поселение	Знаменские Выселки	0,7	0,03	0,01	0,04
979	Северное сельское поселение	Кондыревка	1,8	0,08	0,02	0,10
980	Северное сельское поселение	Красные Камушки	1,8	0,08	0,02	0,10
981	Северное сельское поселение	Кресты	1,3	0,06	0,02	0,08
982	Северное сельское поселение	Леонтьево	0,6	0,03	0,01	0,04
983	Северное сельское поселение	Малое Федулово	2,5	0,12	0,03	0,14
984	Северное сельское поселение	Медведки	4,0	0,19	0,04	0,22
985	Северное сельское поселение	Михайловка	2,1	0,10	0,02	0,12
986	Северное сельское поселение	Михайловка 1	2,4	0,11	0,02	0,14
987	Северное сельское поселение	Михайловка 2	2,5	0,12	0,03	0,14

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
988	Северное сельское поселение	Наумовка	1,8	0,08	0,02	0,10
989	Северное сельское поселение	Орлик	0,7	0,03	0,01	0,04
990	Северное сельское поселение	Орловка	4,7	0,22	0,04	0,26
991	Северное сельское поселение	Паринцево	2,5	0,12	0,03	0,15
992	Северное сельское поселение	Покровское	1,6	0,07	0,02	0,09
993	Северное сельское поселение	Поповка 1-я	1,2	0,06	0,01	0,07
994	Северное сельское поселение	Поповка 2-я	1,0	0,05	0,01	0,06
995	Северное сельское поселение	Прилепы	3,9	0,18	0,04	0,22
996	Северное сельское поселение	Растопчино	1,0	0,05	0,01	0,06
997	Северное сельское поселение	Синегубово 1	2,8	0,13	0,03	0,16
998	Северное сельское поселение	Синегубово 2	2,9	0,14	0,03	0,17
999	Северное сельское поселение	Синегубово 3	3,0	0,14	0,03	0,17
1000	Северное сельское поселение	Слободка	1,3	0,06	0,01	0,07
1001	Северное сельское поселение	Снежедь 1	1,5	0,07	0,02	0,09
1002	Северное сельское поселение	Снежедь 2	1,7	0,08	0,02	0,10
1003	Северное сельское поселение	Сосновка	1,8	0,08	0,02	0,10
1004	Северное сельское поселение	Степные Выселки	2,0	0,09	0,02	0,11
1005	Северное сельское поселение	Темное	2,0	0,09	0,02	0,11
1006	Северное сельское поселение	Федоровка	3,8	0,18	0,03	0,21
1007	Северное сельское поселение	Хитрово	1,8	0,08	0,02	0,10
1008	Северное сельское поселение	Щетинино 1	3,3	0,15	0,04	0,19
1009	Северное сельское поселение	Щетинино 2	2,5	0,12	0,03	0,15
1010	Северное сельское поселение	Щетинино 3	3,5	0,16	0,04	0,20
1011	Северное сельское поселение	Богатый	1,0	0,05	0,01	0,06
1012	Северное сельское поселение	Зарница	1,5	0,07	0,02	0,09
1013	Северное сельское поселение	Звезда	1,5	0,07	0,02	0,09
1014	Северное сельское поселение	Каменский	3,8	0,18	0,04	0,22
1015	Северное сельское поселение	Ленина 1	2,2	0,10	0,02	0,12
1016	Северное сельское поселение	Ленина 2	2,2	0,10	0,02	0,12
1017	Северное сельское поселение	Льва Толстого	1,9	0,09	0,02	0,10
1018	Северное сельское поселение	Майский	4,7	0,22	0,04	0,26
1019	Северное сельское поселение	Максима Горького	2,0	0,09	0,02	0,11
1020	Северное сельское поселение	Михайловский	1,4	0,07	0,01	0,08
1021	Северное сельское поселение	Подгорный	0,7	0,03	0,01	0,04
1022	Северное сельское поселение	Свободный	1,7	0,08	0,02	0,09
1023	Северное сельское поселение	Степной	3,6	0,17	0,03	0,20
1024	Северное сельское поселение	Шоссе	1,5	0,07	0,02	0,09
1025	Северное сельское поселение	станция Выползово	2,0	0,09	0,02	0,11
1026	Северное сельское поселение	станция Скуратово	1,9	0,09	0,02	0,11
1027	Северное сельское поселение	Велье-Никольское	0,7	0,03	0,01	0,04
1028	Северное сельское поселение	Малое Скуратово	1,5	0,07	0,01	0,08
1029	Тургеневское сельское поселение	Бежин Луг	1,5	0,07	0,02	0,08
1030	Тургеневское сельское поселение	Богачевка	2,5	0,12	0,03	0,14
1031	Тургеневское сельское поселение	Большая Рябая	0,7	0,03	0,01	0,04
1032	Тургеневское сельское поселение	Большая Сальница	1,3	0,06	0,01	0,07
1033	Тургеневское сельское поселение	Большое Кондаурово	3,1	0,14	0,03	0,18
1034	Тургеневское сельское поселение	Васильевское	1,6	0,07	0,02	0,09
1035	Тургеневское сельское поселение	Велевашево	1,8	0,08	0,02	0,10
1036	Тургеневское сельское поселение	Вязовна	1,2	0,06	0,01	0,07
1037	Тургеневское сельское поселение	Гвоздево	2,9	0,14	0,03	0,16
1038	Тургеневское сельское поселение	Глаголево	1,6	0,07	0,01	0,09
1039	Тургеневское сельское поселение	Гуньково	0,8	0,04	0,01	0,05
1040	Тургеневское сельское поселение	Долматово	0,6	0,03	0,01	0,04
1041	Тургеневское сельское поселение	Дьяково	2,5	0,12	0,03	0,14
1042	Тургеневское сельское поселение	Жерлово-Григорьево	1,0	0,05	0,01	0,06

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
1043	Тургеневское сельское поселение	Жерлово-Лукино	1,9	0,09	0,02	0,11
1044	Тургеневское сельское поселение	Жерлово-Петрово	1,4	0,07	0,01	0,08
1045	Тургеневское сельское поселение	Ильинка	0,6	0,03	0,01	0,04
1046	Тургеневское сельское поселение	Кальна	1,6	0,07	0,01	0,09
1047	Тургеневское сельское поселение	Каратеево	1,8	0,08	0,02	0,10
1048	Тургеневское сельское поселение	Козловка	2,8	0,13	0,02	0,15
1049	Тургеневское сельское поселение	Костомарово-Юдино	1,2	0,06	0,01	0,07
1050	Тургеневское сельское поселение	Красная Горка	1,5	0,07	0,02	0,08
1051	Тургеневское сельское поселение	Красное Тургенево	1,3	0,06	0,01	0,07
1052	Тургеневское сельское поселение	Круговая	0,7	0,03	0,01	0,04
1053	Тургеневское сельское поселение	Лапино	1,0	0,05	0,01	0,06
1054	Тургеневское сельское поселение	Липицы	1,3	0,06	0,01	0,07
1055	Тургеневское сельское поселение	Лобаново	1,4	0,07	0,01	0,08
1056	Тургеневское сельское поселение	Лунино	1,8	0,08	0,02	0,11
1057	Тургеневское сельское поселение	Льгово	0,8	0,04	0,01	0,05
1058	Тургеневское сельское поселение	Малая Рябая	1,3	0,06	0,01	0,07
1059	Тургеневское сельское поселение	Малая Сальница	1,8	0,08	0,02	0,11
1060	Тургеневское сельское поселение	Малое Кондаурово	3,0	0,14	0,03	0,17
1061	Тургеневское сельское поселение	Медвежка	0,8	0,04	0,01	0,05
1062	Тургеневское сельское поселение	Мошерово	1,6	0,07	0,02	0,09
1063	Тургеневское сельское поселение	Натаровка	2,2	0,10	0,02	0,13
1064	Тургеневское сельское поселение	Никольское	2,0	0,09	0,02	0,12
1065	Тургеневское сельское поселение	Овсянниково	2,1	0,10	0,02	0,12
1066	Тургеневское сельское поселение	Петровское	1,4	0,07	0,01	0,08
1067	Тургеневское сельское поселение	Распопово	1,8	0,08	0,02	0,11
1068	Тургеневское сельское поселение	Русино	1,6	0,07	0,01	0,09
1069	Тургеневское сельское поселение	Сальница-Слободка	3,6	0,17	0,04	0,20
1070	Тургеневское сельское поселение	Санталово	1,7	0,08	0,02	0,10
1071	Тургеневское сельское поселение	Семендй	2,0	0,09	0,02	0,11
1072	Тургеневское сельское поселение	Сидорово	0,6	0,03	0,01	0,04
1073	Тургеневское сельское поселение	Снежедь	1,3	0,06	0,01	0,07
1074	Тургеневское сельское поселение	Сухотиновка	0,9	0,04	0,01	0,05
1075	Тургеневское сельское поселение	Тургенево	1,8	0,08	0,02	0,10
1076	Тургеневское сельское поселение	Филатьево	0,9	0,04	0,01	0,05
1077	Тургеневское сельское поселение	Чаплыгино	2,6	0,12	0,03	0,15
1078	Тургеневское сельское поселение	Черемисино	0,8	0,04	0,01	0,05
1079	Тургеневское сельское поселение	Черемушки	0,8	0,04	0,01	0,05
1080	Тургеневское сельское поселение	Воропаевский	0,7	0,03	0,01	0,04
1081	Тургеневское сельское поселение	Живой Ключ	1,5	0,07	0,01	0,08
1082	Тургеневское сельское поселение	Жизнь	1,9	0,09	0,02	0,11
1083	Тургеневское сельское поселение	Красная Нива	0,6	0,03	0,01	0,04
1084	Тургеневское сельское поселение	Красный Холм	1,2	0,06	0,01	0,07
1085	Тургеневское сельское поселение	Новоселок	1,8	0,08	0,02	0,10
1086	Тургеневское сельское поселение	Революции	2,9	0,14	0,03	0,16
1087	Тургеневское сельское поселение	Скуратовский	0,8	0,04	0,01	0,05
1088	Тургеневское сельское поселение	Снежедь	1,2	0,06	0,02	0,07
1089	Тургеневское сельское поселение	Хрущи	1,0	0,05	0,01	0,06
1090	Тургеневское сельское поселение	Ясное Утро	1,6	0,07	0,01	0,09
1091	Тургеневское сельское поселение	станция Чернь	0,8	0,04	0,01	0,05
1092	Тургеневское сельское поселение	Большое Скуратово	1,0	0,05	0,01	0,06
1093	Тургеневское сельское поселение	Ветрово	1,8	0,08	0,02	0,10
1094	Тургеневское сельское поселение	Костомарово	2,2	0,10	0,02	0,12
1095	Тургеневское сельское поселение	Полтево	2,0	0,09	0,02	0,11
1096	Тургеневское сельское поселение	Спасское	0,8	0,04	0,01	0,05
1097	Тургеневское сельское поселение	Старухино	0,6	0,03	0,01	0,04

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
1098	Тургеневское сельское поселение	Стекольная Слободка	1,5	0,07	0,02	0,08
1099	Тургеневское сельское поселение	Троицкое-Бачурино	1,5	0,07	0,02	0,09
1100	Тургеневское сельское поселение	Тшлыково	1,6	0,07	0,02	0,09
1101	Тургеневское сельское поселение	Дача Рог	1,6	0,07	0,01	0,09
1102	Тургеневское сельское поселение	Заводской	1,0	0,05	0,01	0,06
1103	Тургеневское сельское поселение	Цветной	1,3	0,06	0,01	0,07
<i>Щекинский район</i>						
1104	Городское поселение «Рабочий поселок Огаревка»	Огаревка	1,3	0,06	0,01	0,07
1105	Городское поселение – город Советск	Советск	2,0	0,09	0,02	0,11
1106	Городское поселение – город Щекино	Щекино	0,5	0,01	0,01	0,02
1107	Крапивенское сельское поселение	Выгорьково	0,6	0,03	0,01	0,03
1108	Крапивенское сельское поселение	Даниловка	1,1	0,05	0,01	0,06
1109	Крапивенское сельское поселение	Образцово	0,7	0,03	0,01	0,04
1110	Крапивенское сельское поселение	Стаханово	1,0	0,05	0,01	0,05
1111	Крапивенское сельское поселение	Теренино	0,7	0,03	0,01	0,04
1112	Крапивенское сельское поселение	Чириково	1,5	0,07	0,01	0,08
1113	Крапивенское сельское поселение	Алимкина	0,9	0,04	0,01	0,05
1114	Крапивенское сельское поселение	Архангельское	1,1	0,05	0,01	0,06
1115	Крапивенское сельское поселение	Драгуны	1,3	0,06	0,01	0,07
1116	Лазаревское сельское поселение	Богородицкие Дворики	2,0	0,09	0,02	0,11
1117	Лазаревское сельское поселение	Бродовка	1,1	0,05	0,01	0,06
1118	Лазаревское сельское поселение	Верхнее Гайково	1,5	0,07	0,01	0,08
1119	Лазаревское сельское поселение	Грецовка	4,3	0,20	0,04	0,24
1120	Лазаревское сельское поселение	Зубаревка	4,8	0,22	0,04	0,27
1121	Лазаревское сельское поселение	Казачье	1,7	0,08	0,02	0,10
1122	Лазаревское сельское поселение	Красные Холмы	2,8	0,13	0,03	0,16
1123	Лазаревское сельское поселение	Крутое	4,0	0,19	0,04	0,22
1124	Лазаревское сельское поселение	Ломовка	1,3	0,06	0,01	0,07
1125	Лазаревское сельское поселение	Лукино	1,5	0,07	0,01	0,08
1126	Лазаревское сельское поселение	Львово	2,9	0,14	0,03	0,16
1127	Лазаревское сельское поселение	Мармыжи	3,4	0,16	0,03	0,19
1128	Лазаревское сельское поселение	Михайловка	1,5	0,07	0,01	0,08
1129	Лазаревское сельское поселение	Натальевка	0,8	0,04	0,01	0,05
1130	Лазаревское сельское поселение	Нижнее Гайково	1,6	0,07	0,01	0,09
1131	Лазаревское сельское поселение	Петровское	5,6	0,26	0,05	0,31
1132	Лазаревское сельское поселение	Ползово	1,2	0,06	0,01	0,07
1133	Лазаревское сельское поселение	Пушкино	4,0	0,19	0,04	0,22
1134	Лазаревское сельское поселение	Ретинка	0,6	0,03	0,01	0,03
1135	Лазаревское сельское поселение	Рязановка	2,7	0,13	0,03	0,15
1136	Лазаревское сельское поселение	Скворцово	1,2	0,06	0,01	0,07
1137	Лазаревское сельское поселение	Скородумово	3,1	0,14	0,03	0,18
1138	Лазаревское сельское поселение	Солова	0,6	0,03	0,01	0,03
1139	Лазаревское сельское поселение	Сорочинка	2,2	0,10	0,02	0,12
1140	Лазаревское сельское поселение	Стублевка	3,0	0,14	0,03	0,17
1141	Лазаревское сельское поселение	Фоминка	0,9	0,04	0,01	0,05
1142	Лазаревское сельское поселение	Чермошня	4,2	0,20	0,04	0,23
1143	Лазаревское сельское поселение	Шмыгаловка	1,0	0,05	0,01	0,06
1144	Лазаревское сельское поселение	Заря	1,1	0,05	0,01	0,06
1145	Лазаревское сельское поселение	Зыково	2,0	0,09	0,02	0,11
1146	Лазаревское сельское поселение	Лазарево	1,2	0,06	0,01	0,07
1147	Лазаревское сельское поселение	Приволье	0,8	0,04	0,01	0,04
1148	Лазаревское сельское поселение	Прощенный Колодезь	0,7	0,03	0,01	0,04
1149	Лазаревское сельское поселение	Пруды	0,8	0,04	0,01	0,04
1150	Лазаревское сельское поселение	Пушкарские Выселки	0,6	0,03	0,01	0,03
1151	Лазаревское сельское поселение	Раздолье	2,0	0,09	0,02	0,11

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
1152	Лазаревское сельское поселение	Центральный	1,3	0,06	0,01	0,07
1153	Лазаревское сельское поселение	станция Сумароково	0,9	0,04	0,01	0,05
1154	Лазаревское сельское поселение	Голощاپово	1,2	0,06	0,01	0,07
1155	Лазаревское сельское поселение	Змеево	3,3	0,15	0,03	0,19
1156	Лазаревское сельское поселение	Карамышево	1,1	0,05	0,01	0,06
1157	Лазаревское сельское поселение	Лапотково	1,5	0,07	0,01	0,08
1158	Лазаревское сельское поселение	Липово	4,3	0,20	0,04	0,24
1159	Лазаревское сельское поселение	Ляпищево	1,6	0,07	0,01	0,09
1160	Лазаревское сельское поселение	Новоникольское	1,6	0,07	0,01	0,09
1161	Лазаревское сельское поселение	Пирогово 1-е	3,9	0,18	0,04	0,22
1162	Лазаревское сельское поселение	Пирогово 2-е	4,6	0,21	0,04	0,26
1163	Лазаревское сельское поселение	Пирогово-Зыково	2,0	0,09	0,02	0,11
1164	Лазаревское сельское поселение	Ржаво	2,0	0,09	0,02	0,11
1165	Лазаревское сельское поселение	Ровки 1-е	1,7	0,08	0,02	0,09
1166	Лазаревское сельское поселение	Ровки 2-е	1,3	0,06	0,01	0,07
1167	Лазаревское сельское поселение	Спасское	5,0	0,23	0,05	0,28
1168	Лазаревское сельское поселение	Сумароково	1,3	0,06	0,01	0,07
1169	Лазаревское сельское поселение	Царево	8,0	0,37	0,07	0,44
1170	Лазаревское сельское поселение	Елизаветинский	2,6	0,12	0,02	0,14
1171	Лазаревское сельское поселение	Семеновский	2,6	0,12	0,02	0,14
1172	Ломинцевское сельское поселение	Панарино	0,6	0,03	0,01	0,03
1173	Ломинцевское сельское поселение	Подиваньково	0,6	0,03	0,01	0,03
1174	Ломинцевское сельское поселение	Ломинцевский	0,7	0,03	0,01	0,04
1175	Ломинцевское сельское поселение	Мясоедово	0,7	0,03	0,01	0,04
1176	Огаревское сельское поселение	Бегичево	3,0	0,14	0,02	0,16
1177	Огаревское сельское поселение	Белогузovo	0,9	0,04	0,01	0,05
1178	Огаревское сельское поселение	Большие Озерки	0,7	0,03	0,01	0,04
1179	Огаревское сельское поселение	Борисовка	0,9	0,04	0,01	0,05
1180	Огаревское сельское поселение	Бухоново	1,1	0,05	0,01	0,06
1181	Огаревское сельское поселение	Горячкино	1,3	0,06	0,01	0,07
1182	Огаревское сельское поселение	Гремячий Колодезь	0,8	0,04	0,01	0,04
1183	Огаревское сельское поселение	Грецовка	0,5	0,02	0,01	0,03
1184	Огаревское сельское поселение	Гришинка	4,5	0,21	0,03	0,24
1185	Огаревское сельское поселение	Дружба	0,8	0,04	0,01	0,05
1186	Огаревское сельское поселение	Житово-Лихачево	0,7	0,03	0,01	0,04
1187	Огаревское сельское поселение	Заречье	1,7	0,08	0,02	0,09
1188	Огаревское сельское поселение	Ивановка	3,4	0,16	0,03	0,19
1189	Огаревское сельское поселение	Коровики	1,2	0,06	0,01	0,07
1190	Огаревское сельское поселение	Красногорка	1,1	0,05	0,01	0,06
1191	Огаревское сельское поселение	Кресты	0,9	0,04	0,01	0,05
1192	Огаревское сельское поселение	Кукуевка	1,5	0,07	0,01	0,08
1193	Огаревское сельское поселение	Малахово	1,0	0,05	0,01	0,06
1194	Огаревское сельское поселение	Мясновка	2,8	0,13	0,02	0,15
1195	Огаревское сельское поселение	Наумовка	1,1	0,05	0,01	0,06
1196	Огаревское сельское поселение	Нижние Суры	0,8	0,04	0,01	0,04
1197	Огаревское сельское поселение	Новоселки	0,9	0,04	0,01	0,05
1198	Огаревское сельское поселение	Новые Выселки	2,4	0,11	0,02	0,13
1199	Огаревское сельское поселение	Огаревка	0,6	0,03	0,01	0,03
1200	Огаревское сельское поселение	Сатинка	1,6	0,07	0,01	0,09
1201	Огаревское сельское поселение	Спицино	1,1	0,05	0,01	0,06
1202	Огаревское сельское поселение	Старые Выселки	1,7	0,08	0,02	0,09
1203	Огаревское сельское поселение	Харино	1,0	0,05	0,01	0,06
1204	Огаревское сельское поселение	Хмелевец-Быстрый	0,7	0,03	0,01	0,04
1205	Огаревское сельское поселение	Ягодное	1,2	0,06	0,01	0,07
1206	Огаревское сельское поселение	Яньково	1,2	0,06	0,01	0,07

№ п/п	Поселение (сельсовет) [Settlement unit]	Населенный пункт [Settlement]	¹³⁷ Cs (2017 г.), Ки/км ² [2017, Ci/km ²]	СГЭД ₉₀ (внешнее), мЗв/год [SGED ₉₀ (external, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (внутреннее), мЗв/год [SGED ₉₀ (internal, mSv/y)]	СГЭД ₉₀ (сум- ма), мЗв/год [SGED ₉₀ (total, mSv/y)]
1207	Огаревское сельское поселение	10-й Октябрь	0,8	0,04	0,01	0,04
1208	Огаревское сельское поселение	Бухоновский	1,2	0,06	0,01	0,07
1209	Огаревское сельское поселение	Красный	0,7	0,03	0,01	0,04
1210	Огаревское сельское поселение	Садовый	0,9	0,04	0,01	0,05
1211	Огаревское сельское поселение	Технический	1,1	0,05	0,01	0,06
1212	Огаревское сельское поселение	Костомарово	0,7	0,03	0,01	0,04
1213	Яснополянское сельское поселение	Крутовка	0,9	0,04	0,01	0,05
1214	Яснополянское сельское поселение	Самохваловка	1,2	0,06	0,01	0,07
1215	Яснополянское сельское поселение	Головеньковский	0,8	0,04	0,01	0,04
Ульяновская область						
<i>Вешкаймский район</i>						
1	Вешкаймское городское поселение	Белый Ключ	0,6	0,03	0,01	0,03
<i>Инзенский район</i>						
2	Оськинское сельское поселение	Оськино	0,6	0,03	0,01	0,03
3	Труслейское сельское поселение	Дубенки	0,7	0,03	0,05	0,08
4	Труслейское сельское поселение	Юлово	0,8	0,04	0,04	0,07
<i>Карсунский район</i>						
5	Карсунское городское поселение	Пески	0,6	0,03	0,01	0,03

Рецензия на учебник Л.А. Ильина, И.П. Коренкова, Б.Я. Наркевича «Радиационная гигиена» (М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017)

В последние годы в промышленном производстве, энергетическом комплексе, медицине наблюдается бурное развитие технологий, основанных на использовании источников ионизирующих излучений (ИИИ), создается новое и совершенствуется существующее оборудование, расширяются области его использования, растет численность персонала, работающего с ИИИ, повышаются вероятность возникновения радиационных аварий и радиотревожность населения. Все это требует подготовки специалистов, хорошо ориентирующихся в сложных вопросах радиационной гигиены и обладающих всеми необходимыми общепрофессиональными и профессиональными компетенциями для обеспечения радиационной безопасности населения, персонала и защиты окружающей среды от радиоактивного загрязнения. В связи с этим переиздание учебника «Радиационная гигиена» (издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2017, 5-е издание), подготовленного ведущими российскими учеными и специалистами по радиационной гигиене и радиационной защите (д.м.н., профессором, академиком РАН Л.А. Ильиным, д.б.н., к.т.н. И.П. Коренковым, д.т.н., к.ф.-м.н., профессором Б.Я. Наркевичем), является актуальным и своевременным.

Важность выхода в свет этого издания обусловлена еще и тем, что со времени выхода предыдущего издания учебника были утверждены профессиональный стандарт «Специалист в области медико-профилактического дела» (Приказ Минтруда РФ № 399н от 25.06.2015) и новый «Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 32.05.01 – Медико-профилактическое дело», которые определили основные направления подготовки специалистов, в том числе и по радиационной гигиене.

В отличие от предыдущего издания, данное издание является полностью переработанным и дополненным учебником, учитывающим современные подходы к образованию. Авторы, основываясь на своем большом практическом опыте и энциклопедических знаниях по радиационной гигиене и радиационной защите, постарались дать в учебнике всю необходимую начинающему врачу информацию по изучаемой дисциплине.

Учебник состоит из 18 глав, разделенных на три части.

Первая часть посвящена теоретическим основам радиационной гигиены, содержит общие сведения об основах ядерной физики, взаимодействии различных видов ионизирующих излучений с веществом,

радиобиологических эффектах и гигиенических принципах нормирования радиационного фактора и является базисом для дальнейшего понимания предмета.

Во второй части учебника отражены вопросы гигиены труда при работе с ИИИ. Она значительно расширена по сравнению с предыдущим изданием. Авторам удалось представить наиболее полную классификацию ИИИ, современных средств коллективной и индивидуальной радиационной защиты при работе с закрытыми и открытыми источниками, обобщить, структурировать и проанализировать современные гигиенические требования к работе с основными источниками ионизирующего излучения в различных отраслях народного хозяйства и медицине, а также осветить вопросы, связанные с предупреждением и ликвидацией локальных радиационных аварий на различных производствах.

В главу, посвященную гигиене труда с медицинскими источниками, наряду с описанием традиционных источников, включены сведения о новых видах активно внедряемых в настоящее время диагностических и лечебных технологиях (позитронно-эмиссионной томографии, протонной, нейтронной терапии, терапии тяжелыми ионами, интервенционной медицины). Проанализированы особенности работы на новом оборудовании (кибер- и гамма-ножи, линейные ускорители и пр.) и с современными радиофармпрепаратами с позиций обеспечения радиационной безопасности персонала. Рассмотрены архитектурно-планировочные, организационные, технические и санитарно-технические меры защиты медицинских работников.

Глава по гигиене труда с промышленными ИИИ впервые включает сведения об условиях труда на предприятиях ядерно-топливного цикла при добыче и переработке урановой руды, изготовлении тепловыделяющих элементов и сборок, эксплуатации промышленных и энергетических реакторов, регенерации ядерного топлива. Рассмотрены дозы облучения персонала и меры их радиационной защиты. Отдельная глава посвящена чрезвычайно важным, с гигиенической точки зрения, вопросам обеспечения радиационной безопасности персонала при организации работ по выводу из эксплуатации радиационных объектов и требованиям по обращению с отходами атомной промышленности.

В третьей части учебника отражены вопросы радиационной защиты населения и окружающей среды от возможного негативного влияния на них природных, техногенных

и медицинских ИИИ, а также аварийного облучения, что весьма актуально в условиях бурно развивающегося научно-технического прогресса, роста потенциальных возможностей использования ИИИ и существующей реальной угрозы радиационных аварий и террористических актов. Авторами даны определения потенциально опасных природных и техногенных ИИИ, детально рассмотрены проблемы охраны окружающей среды от потенциального загрязнения при эксплуатации различных радиационных объектов, обращения с радиоактивными отходами, образующимися в результате аварийного загрязнения территорий, а также миграции искусственных радионуклидов в атмосфере, гидросфере, литосфере, пищевых продуктах. Широко освещены вопросы, касающиеся организации мероприятий по ликвидации последствий радиационных аварий, предотвращению и (или) минимизации возможных неблагоприятных последствий для населения и окружающей среды. В этой части на примере крупных радиационных аварий на Чернобыльской атомной электростанции и на атомной станции «Фукусима-1», произошедшей за пределами Российской Федерации, дан анализ их последствий.

Обеспечению радиационной безопасности пациентов от медицинских источников посвящена отдельная глава. В ней показано, что широкое применение ИИИ в медицинской практике в настоящее время требует от врача знаний по формированию и контролю доз медицинского облучения пациентов и населения для правильного обоснования положительного эффекта применения современных диагностических методов и мер радиационной защиты населения. Рассмотрены референтные диагностические уровни и радиационные риски при рентгено-радиологических исследованиях, дана их оценка для принятия управленческих решений.

Особое внимание уделено вопросам организации радиационно-гигиенического контроля различных источни-

ков и объектов, в том числе природных, техногенных, медицинских в условиях нормальной эксплуатации и аварий.

Учебник хорошо структурирован, написан доступным языком, прекрасно проиллюстрирован, наполнен табличным материалом, который поможет восприятию студентами изложенного материала. В соответствии с современными требованиями, учебник имеет электронное приложение в виде комплекса тестовых заданий с ответами на них, что позволит студентам самостоятельно оценить уровень усвоения материала. Авторами проделан огромный труд по формированию исчерпывающего списка действующей нормативной документации, что дает возможность не отвлекаться на ее поиск.

Характеризуя учебник «Радиационная гигиена» положительно, хочется пожелать авторам дальнейшей работы по его совершенствованию в стремительно меняющихся условиях обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации и всего мира. Возможно, авторам стоит подумать и выделить материал, касающийся радиационных аварий, в отдельную часть, т.к. многие вопросы, отражающие обеспечение радиационной безопасности, организации работы по ликвидации последствий аварий для персонала и населения, перекликаются.

Новый учебник «Радиационная гигиена» является полноценным, комплексным, компетентностно-ориентированным, самостоятельным инструментом для обучения студентов медицинских вузов по дисциплине «Радиационная гигиена». Он соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по указанной специальности и может быть рекомендован для использования в образовательном процессе образовательных учреждений, реализующих программы высшего образования по специальности 32.05.01 «Медико-профилактическое дело».

Рецензирование учебника проведено:

- директором Научно-исследовательского института радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева д.м.н., профессором, членом-корреспондентом РАН И.К. Романовичем;
- заведующей кафедрой гигиены условий воспитания, обучения, труда и радиационной гигиены Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова д.м.н., профессором Т.Б. Балтруковой;
- начальником отдела по работе с обращениями граждан и оказанию государственных услуг Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт-Петербургу к.м.н., доцентом Т.В. Крюковой.

РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА Том 10 № 1, 2017

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

И.П. Стамат, И.К. Романович

Обоснование подходов к нормированию показателей радиационной безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости6

V.P. Ramzaev, A.N. Barkovsky, C. Bernhardsson, S. Mattsson

Calibration and testing of a portable NaI(Tl) gamma-ray spectrometer– dosimeter for evaluation of terrestrial radionuclides and ¹³⁷Cs contributions to ambient dose equivalent rate outdoors..... 18

М.В. Жуковский, И.В. Ярмошенко, Г.П. Малиновский, Е.И. Толстых

Анализ эффективности мероприятий по снижению доз облучения населения от техногенных и природных источников на примере села Муслюмово, река Теча30

С.С. Силкин, Л.Ю. Крестинина, Е.И. Толстых, С.Б. Епифанова

Анализ риска заболеваемости солидными злокачественными новообразованиями у населения, облучившегося на территории Восточно–Уральского радиоактивного следа за период с 1957 по 2009 г.36

А.В. Водоватов

Практическая реализация концепции референтных диагностических уровней для оптимизации защиты пациентов при проведении стандартных рентгенографических исследований47

Л.А. Чилига

Сравнение расчетных методов определения эффективной и органных доз у пациентов при компьютерно–томографических исследованиях....56

А.Д. Онищенко, М.В. Жуковский

Роль искажающих факторов в радоновом эпидемиологическом исследовании65

Д.В. Кононенко

Дифференцированный подход к оценке риска для здоровья населения при облучении радоном 76

НЕКРОЛОГ84

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

«РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА»88

РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА Том 10 № 2, 2017

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Шалагинов С.А., Крестинина Л.Ю., Старцев Н.В., Аклев А.В.

Особенности расселения потомков первого поколения облучённого на реке Теча населения6

Сарычева С.С.

Оценка эффективной дозы у детей в интервенционной кардиологии 16

Библин А.М.

Анализ характера освещения в средствах массовой информации радиационной безопасности населения Санкт–Петербурга и Ленинградской области23

Шацкий И.Г.

Оценка рисков медицинского облучения при рентгенографических исследованиях детей.....31

ЕСКИД И РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ

Кормановская Т.А.

Проблемы учета доз природного облучения в производственных условиях в Единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан.....43

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР

Стёпкин Ю.И., Кузмичев М.К., Клепиков О.В.

Мониторинг радиационной обстановки на территории Воронежской области51

Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю., Громов А.В., Жеско Т.В., Кадука А.Н., Кадука М.В., Кравцова О.С., Романович И.К., Сапрыкин К.А., Степанов В.С., Титов Н.В., Яковлев В.А.

Средние накопленные за 1986–2016 гг. эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 г. № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»57

ДИСКУССИИ

Малиновский Г.П., Ярмошенко И.В., Жуковский М.В.

Радон, курение и вирус папилломы человека как факторы риска рака легкого в эпидемиологическом исследовании экологического типа 106

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

«РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА» 115

РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА Том 10 № 3, 2017

ЕСКИД И РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ

Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К., Барковский А.Н., Кормановская Т.А., Шевкун И.Г.
Радиационно-гигиеническая паспорттизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации. Сообщение 1. Основные достижения и задачи по совершенствованию 7

Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К., Барковский А.Н., Кормановская Т.А., Шевкун И.Г.
Радиационно-гигиеническая паспорттизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации. Сообщение 2. Характеристика источников и доз облучения населения Российской Федерации 18

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Архангельская Г.В., Зеленцова С.А., Вишнякова Н.М., Храмцов Е.В., Варфоломеева К.В., Соколов Н.В., Репин В.С.
Проблемы риск-коммуникаций по вопросам радиационной безопасности: оценка информированности населения Санкт-Петербурга и Ленинградской области о деятельности атомной отрасли и его представления о факторах опасности...36

Соколов Н.В., Библин А.М., Репин Л.В., Рехтина Л.С.
Проблемы риск-коммуникации при обеспечении радиационной безопасности: представление о радиации и атомной отрасли в массовом сознании по результатам социологических исследований в Санкт-Петербурге, Ленинградской и Мурманской областях 46

Ведерникова М.В., Пронь И.А., Савкин М.Н., Цебаковская Н.С.
Дозы облучения персонала и населения при нормальной эксплуатации пунктов захоронения радиоактивных отходов 57

Водоватов А.В., Голиков В.Ю., Кальницкий С.А., Шацкий И.Г., Чипига Л.А.
Анализ уровней облучения взрослых пациентов при проведении наиболее распространенных рентгенографических исследований в Российской Федерации в 2009–2014 гг. 66

Онищенко А.Д., Вараксин А.Н., Жуковский М.В.
Анализ подходов к формированию контрольной группы в радоновых эпидемиологических исследованиях по типу случай – контроль 76

ОБЗОРЫ

Романович И.К.
Научное обоснование подходов к организации и проведению радиационного обследования реабилитированных радиационных объектов 90

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР

Брук Г.Я., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Историк О.А., Еремина Л.А., Радиационная обстановка на территориях Ленинградской области, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС 103

ЮБИЛЕИ

Кафедре радиационной гигиены Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования – 60 лет 113

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА» 114

РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА Том 10 № 4, 2017

НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

Голиков В.Ю., Романович И.К.
Обоснование радиологических критериев использования территорий с остаточным радиоактивным загрязнением на основе дозового подхода 6

Левашкина И.М., Алексанин С.С., Серебрякова С.В., Грибанова Т.Г.
О влиянии малых и средних доз радиации на структуру проводящих путей головного мозга у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде (по данным высокопольной рутинной и диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии) 23

Чипига Л.А., Звонова И.А., Рыжкова Д.В., Меньков М.А., Долгушин М.Б.
Уровни облучения пациентов и возможные пути оптимизации ПЭТ-диагностики в России 31

Рехтина Л.С., Соколов Н.В., Библин А.М., Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р.
Проблемы аналитического обеспечения коммуникации рисков: обоснование подходов к разработке исследовательских баз данных по вопросам радиационной безопасности и социальных рисков 44

Губин А.Т., Сакович В.А.
Дополнение квазибиологической модели радиогенной заболеваемости раком 53

Соснина С.Ф., Окотенко П.В.
Эндокринно-обменная патология у детей работников атомного производства 59

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР

Барковский А.Н., Рамзаев В.П., Романович И.К.
Проблемы использования минимально значимой активности для регулирования обращения с закрытыми радионуклидными источниками гамма-излучения 67

Брук Г.Я., Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю., Громов А.В., Жеско Т.В., Кадука М.В., Кравцова О.С., Сапрыкин К.А., Степанов В.С., Титов Н.В., Яковлев В.А.
Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов) 73

РЕЦЕНЗИИ

Рецензия на учебник Л.А. Ильина, И.П. Коренкова, Б.Я. Наркевича «Радиационная гигиена» (М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017) 79

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ ЗА 2017 ГОД 81

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА» 85

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE Vol. 10 № 1, 2017

RESEARCH ARTICLES

I.P. Stamat, I.K. Romanovich

Justification of approaches to the rationing radiation safety indicators for packaged drinking water16

В.П. Рамзаев, А.Н. Барковский, К. Бернхардссон, С. Маттссон

Калибровка и опробование портативного NaI(Tl) гамма-спектрометра-дозиметра для оценки вкладов терригенных радионуклидов и ¹³⁷Cs в мощность AMBIENTного эквивалента дозы на открытом воздухе29

M.V. Zhukovsky, I.V. Yarmoshenko, G.P. Malinovsky, E.I. Tolstykh

Analysis of the effectiveness of measures on reduction population radiation doses due to technogenic and natural sources on the example of Muslyumovo village, the river Tcha34

S.S. Silkin, L.Yu. Krestinina, E.I. Tolstykh, S.B. Epifanova

Analysis of solid cancer incidence risk among the population exposed in the East Urals Radioactive Trace over 1957–200945

A.V. Vodovatov

Practical implementation of the diagnostic reference levels concept for the common radiographic examinations54

L.A. Chipiga

A comparison of computational methods for estimation of effective and organ doses to the patients from CT examination63

A.D. Onishchenko, M.V. Zhukovsky

The role of confounding factors in a radon epidemiological study74

D.V. Kononenko

A differentiated approach to the risk assessment from exposure to radon82

OBITUARY84

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE – INSTRUCTIONS FOR AUTHORS88

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE Vol. 10 № 2, 2017

RESEARCH ARTICLES

Shalaginov S.A., Krestinina L.Yu., Startsev N.V., Akleyev A.V.

Peculiarities of the resettlement of the first generation offspring of the exposed Tcha River population14

Sarycheva S.S.

Estimation of effective dose for children in interventional cardiology21

Biblin A.M.

Analysis of the media coverage characteristics on radiation safety issues of the Saint-Petersburg and the Leningrad region population29

Shatsky I.G.

Risk assessment of medical exposure in X-ray examinations of children41

ISDCR AND RUSSIAN FEDERATION RADIATION-HYGIENE PASSPORTIZATION

Kormanovskaya T.A.

Issues of assessment of doses from natural sources in working conditions: implications for the unified state system of individual dose monitoring49

SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE

Stepkin Y.I., Kuzmichev M.K., Klepikov O.V.

Monitoring of radiation situation in the territory of the Voronezh region55

Bruk G.Ya., Bazyukin A.B., Bratilova A.A., Vlasov A.Yu., Gromov A.V., Zhesko T.V., Kaduka A.N., Kaduka M.V., Kravtsova O.S., Romanovich I.K., Saprykin K.A., Stepanov V.S., Titov N.V., Yakovlev V.A.

The average accumulated effective doses (1986–2016) for the population of the settlements of the Russian Federation attributed to the zones of radioactive contamination according to the Russian Federation government resolution «on the approval of the list of the settlements being in the borders of the zones of radioactive contamination due to the Chernobyl NPP accident» № 1074 of 08.10.2015104

DISCUSSIONS

Malinovsky G.P., Yarmoshenko I.V., Zhukovsky M.V.

Radon, smoking and human papilloma virus as risk factors for lung cancer in an environmental epidemiological study113

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE – INSTRUCTIONS FOR AUTHORS115

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE Vol. 10 № 3, 2017

ISDCR AND RUSSIAN FEDERATION RADIATION-HYGIENE PASSPORTIZATION

Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Romanovich I.K., Barkovsky A.N., Kormanovskaya T.A., Shevkun I.G.

**Radiation-hygienic passportization and USIDC-information basis for management decision making for radiation safety of the population of the Russian Federation.
Report 1: Main achievements and challenges to improve.... 15**

Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Romanovich I.K., Barkovsky A.N., Kormanovskaya T.A., Shevkun I.G.

**Radiation-hygienic passportization and USIDC-information basis for management decision making for radiation safety of the population of the Russian Federation.
Report 2: characteristics of the sources and exposure doses of the population of the Russian Federation33**

RESEARCH ARTICLES

Arkhangelskaya G.V., Zelentsova S.A., Vishnyakova N.M., Khramtsov E.V., Varfolomeeva K.V., Sokolov N.V., Repin V.S.

Risk-communication issues in radiation safety: evaluation of public awareness in St. Petersburg and the Leningrad Region on the activities of the nuclear industry and public understanding of the hazards43

Sokolov N.V., Biblin A.M., Repin L.V., Rekhtina L.S.

Risk-communication issues in radiation safety: Mass consciousness about radiation and nuclear industry based on the results of a sociological research in St. Petersburg, the Leningrad region and the Murmansk region55

Vedernikova M.V., Pron I.A., Savkin M.N., Cebakovskaya N.S.

Occupational and Public Exposure During Normal Operation of Radioactive Waste Disposal Facilities63

Vodovatov A.V., Golikov V.Yu., Kalnitsky S.A., Shatsky I.G., Chipiga L.A.

Evaluation of levels of exposure of adult patients from common radiographic examinations in the Russian Federation in 2009–201474

Onishchenko A.D., Varaksin A.N., Zhukovsky M.V.

Analysis of approaches to the formation of a control group in radon epidemiological case-control studies88

REVIEWS

Romanovich I.K.

Scientific substantiation of approaches to organization and conducting radiation surveys at the rehabilitated radiation sites100

SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE

Bruk G.Ya., Bazyukin A.B., Bratilova A.A., Istoric O.A., Eremina L.A.

Radiation situation on the territories of the Leningrad Region affected by the Chernobyl accident110

ANNIVERSARIES

Department of Radiation Hygiene of the Russian Medical Academy of Continuing Vocational Education – 60 years old..... 113

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE – INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....114

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE Vol. 10 № 4, 2017

RESEARCH ARTICLES

Golikov V.Yu., Romanovich I.K.

Justification for the radiological criteria for the use of areas with residual radioactive contamination based on the dose approach20

Levashkina I.M., Aleksanin S.S., Serebryakova S.V., Griбанова T.G.

Low and mean radiation doses impact on the cerebral tracts structure of the Chernobyl accident liquidators in the remote period (based on routine and diffusion-tensor magnetic resonance imaging data)29

Chipiga L.A., Zvonova I.A., Ryzhkova D.V., Menkov M.A., Dolgushin M.B.

Levels of patients exposure and a potential for optimization of the PET diagnostics in the Russian Federation42

Rekhtina L.S., Sokolov N.V., Biblin A.M., Repin L.V., Akhmatdinov R.R.

Analytical issues of risk communication. Rationale for approaches to developing research databases on radiation safety and social risks51

Gubin A.T., Sakovich V.A.

Addition to the quasi-biological model of radiogenic cancer morbidity58

Sosnina S.F., Okatenko P.V.

Endocrine-metabolic pathology in children of female workers on nuclear industry enterprise65

SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE

Barkovsky A.N., Ramzaev V.P., Romanovich I.K.

The problems of using exemption activity values for regulating the management of sealed radionuclide sources of gamma-radiation71

Bruk G.Ya., Romanovich I.K., Bazyukin A.B., Bratilova A.A., Vlasov A.Yu., Gromov A.V., Zhesko T.V., Kaduka M.V., Kravtsova O.S., Saprykin K.A., Stepanov V.S., Titov N.V., Yakovlev V.A.

The average annual effective doses for the population of the settlements of the Russian Federation attributed to zones of radioactive contamination due to the Chernobyl accident (for the zonation purposes), 201777

РЕЦЕНЗИИ

Review of the textbook L.A. Ilyina, I.P. Korenkova, B.Ya. Narkevich «Radiation hygiene» 79

LIST OF ARTICLES FOR 201781

JOURNAL OF RADIATION HYGIENE – INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....85

Правила для авторов журнала «Радиационная гигиена»

Научно-практический журнал «Радиационная гигиена» был основан в 2008 г. Журнал представляет собой издание научно-теоретической и практической ориентации, направленное на публикацию оригинальных исследований, экспериментальных, теоретических статей, обзоров, кратких сообщений, дискуссионных статей, отчетов о конференциях, рецензий на работы по актуальным вопросам радиационной гигиены, писем в редакцию, хроники событий научной жизни. Тематика журнала включает актуальные вопросы и достижения в области радиационной гигиены и санитарного надзора за радиационной безопасностью.

Полные тексты электронных версий статей представлены на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru и официальном сайте журнала «Радиационная гигиена» www.radhyg.ru.

Журнал «Радиационная гигиена» входит в перечень российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Работы для опубликования в журнале должны быть представлены в соответствии с данными требованиями:

1. Материалы, представляемые в статье, не должны быть ранее опубликованными в других печатных изданиях. Авторам следует информировать редакцию журнала о том, что какие-то части этих материалов уже опубликованы и могут рассматриваться как дублирующие. В таких случаях в новой статье должны быть ссылки на предыдущие работы. Копии таких материалов прилагаются к рукописи, чтобы редакция имела возможность принять решение, как поступить в данной ситуации. Не допускается направление статей, которые уже напечатаны в других изданиях или представлены для печати в другие издательства.

2. Редакция имеет право вести переговоры с авторами по уточнению, изменению, сокращению рукописи.

3. Редакция оставляет за собой право сокращать и редактировать представленные работы. Все статьи, поступающие в редакцию журнала, проходят рецензирование в соответствии с требованиями ВАК.

4. Статья должна сопровождаться официальным направлением учреждения, в котором выполнена данная работа. В официальном направлении должны быть перечислены фамилии всех авторов и указано название работы. Должно быть экспертное заключение об отсутствии ограничений на публикацию материала в открытой печати и виза научного руководителя на первой странице статьи. Статья должна быть подписана всеми авторами.

5. Рукописи авторам не возвращаются.

6. **Рукописи, оформленные не в соответствии с правилами, к публикации не допускаются.**

7. Объем обзорных статей не должен превышать 20 страниц машинописного текста. Оригинальных исследований, исторических статей – 15 страниц, исторических и дискуссионных статей – 10, отчетов о конференциях, кратких сообщений и заметок из практики – 5 страниц.

8. Текст статьи печатается на одной стороне листа формата А4 шрифтом Times New Roman кеглем 14, с межстрочным интервалом 1,5. Ориентация книжная (портрет) с полями слева – 2,5 см, сверху – 2 см, справа – 1,5 см, снизу – 2 см. Нумерация страниц – сверху в центре, первая страница без номера. Формат документа при отправке в редакцию – .doc или .docx.

9. Статьи следует присылать в редакцию в электронном виде по адресу: journal@niirg.ru в формате MS Word с приложением сканированных копий направительного письма и

первой страницы статьи с подписью всех авторов статьи в формате pdf. Печатный экземпляр рукописи, подписанный авторами, и оригинал направительного письма отсылается по почте в адрес редакции.

10. **Титульный лист** должен содержать:

- название статьи (оно должно быть кратким и информативным, не допускается использование сокращений и аббревиатур, а также торговых (коммерческих) названий приборов, медицинской аппаратуры и т.п.);

- фамилию и инициалы автора(ов);

- наименование учреждений, в которых работают авторы с указанием ведомственной принадлежности (Роспотребнадзор, Минздрав России, РАМН и т.п.), город, страна (префиксы учреждений, указывающие на форму собственности, статус организации (ГУ ВПО, ФГБУ, ФБУН и т.д.) не указываются);

- рядом с фамилией автора(ов) и названием учреждения цифрами в верхнем регистре обозначается, в каком учреждении работает каждый из авторов. Если все авторы работают в одном учреждении, указывать место работы каждого автора отдельно не нужно;

- вся информация предоставляется на русском и английском языках. Фамилии авторов нужно транслитерировать по системе BGN (Board of Geographic Names), представленной на сайте www.translit.ru. **Указывается официально принятый английский вариант наименования организаций!**

11. На отдельном листе указываются сведения об авторах: фамилия, имя, отчество (полностью) на русском языке и в транслитерации, ученая степень, ученое звание, должность в учреждении/учреждениях, рабочий адрес с почтовым индексом, рабочий телефон и адрес электронной почты всех авторов. Сокращения не допускаются.

12. После титульного листа размещается резюме статьи на русском и английском языках (объемом не менее 250 слов каждая). Резюме к оригинальной научной статье должно иметь следующую структуру: цель, материалы и методы, результаты, заключение. Все пишется сплошным текстом, без выделения абзацев. Для остальных статей (обзор, лекция, дискуссия) резюме должно включать краткое изложение основной концепции статьи, по сути краткое изложение самой статьи. **Резюме не должно содержать аббревиатур и сокращений, кроме общепринятых в мировой научной литературе.** Резюме является независимым от статьи источником информации для размещения в различных научных базах данных. **Обращаем особое внимание на качество английской версии резюме!** Оно будет опубликовано отдельно от основного текста статьи и должно быть понятным без ссылки на саму публикацию. В конце приводятся **ключевые слова или словосочетания на русском и английском языках** (не более 12) в порядке значимости. **Ключевые слова также не должны содержать аббревиатур и сокращений.**

13. Текст оригинального научного исследования должен состоять из введения и выделяемых заголовками разделов: «Введение», «Цель исследования», «Задачи исследования», «Материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Выводы» или «Заключение», «Литература».

В разделе «Материалы и методы» должны быть четко описаны методы и объекты исследования, источники и вид ионизирующего излучения, дозы, мощность дозы, условия облучения и т.д.

В разделе «Материалы и методы» должны быть четко описаны методы и объекты исследования, источники и вид ионизирующего излучения, дозы, мощность дозы, условия облучения и т.д.

14. Если в статье имеется описание наблюдений на человеке, не используйте фамилии, инициалы больных или номера историй болезни, особенно на рисунках или фотографиях. При изложении экспериментов на животных укажите, соответствовало ли содержание и использование лабораторных животных правилам, принятым в учреждении, рекомендациям национального совета по исследованиям, национальным законам.

15. Все радиационные единицы следует приводить в международной системе единиц измерения (СИ) (см.: ГОСТ – 8.417 – 81 ГСИ. Единицы физических величин»; В.И. Иванов В.П. Машкович, Э.М. Центер. Международная система единиц (СИ) в атомной науке и технике: Справочное руководство. М.: Энергоиздат, 1981. 200 с.). Все результаты измерений, приводимых в статье, должны быть выражены только в системе СИ.

16. При описании методики исследования можно ограничиться указанием на существо применяемого метода со ссылкой на источник заимствования, в случае модификации – указать, в чем конкретно она заключается. Оригинальный метод должен быть описан полностью.

17. При первом упоминании терминов, неоднократно используемых в статье (однако не в заголовке статьи и не в резюме), необходимо давать их полное наименование и сокращение в скобках, в последующем применять только сокращение, однако их применение должно быть сведено к минимуму. Сокращение проводится по ключевым буквам слов в русском написании, например: источник ионизирующего излучения (ИИИ) и т. д. Тип приборов, установок следует вводить на языке оригинала, в кавычках; с указанием (в скобках) страны-производителя. Например: использовали спектрофотометр «СФ-16» (Россия), спектрофлуориметр фирмы «Hitachi» (Япония). Малоупотребительные и узкоспециальные термины также должны быть расшифрованы.

18. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст сразу после ссылки на нее.

19. Иллюстрации должны быть четкие, контрастные. Цифровые версии иллюстраций должны быть сохранены в отдельных файлах в формате Tiff, с разрешением 300 dpi и последовательно пронумерованы. Подрисовочные подписи должны быть размещены в основном тексте. Перед каждым рисунком, диаграммой или таблицей в тексте обязательно должна быть ссылка. В подписях к микрофотографиям, электронным микрофотографиям обязательно следует указывать метод окраски и обозначать масштабный отрезок. Диаграммы должны быть представлены в исходных файлах. Рисунки (диаграммы, графики) должны иметь подпись всех осей с указанием единиц измерения СИ. Легенда выносится за пределы рисунка.

20. Необходимо оформлять подписи к рисункам и таблицам, тексты внутри них на русском и на английском языках.

21. **Библиографические ссылки** в тексте должны даваться цифрами в квадратных скобках в соответствии со списком литературы в конце статьи.

Пример: В тексте: Общий список справочников по терминологии, охватывающий время не позднее середины XX века, даёт работа библиографа И.М. Кауфмана [59].

Если авторы не указаны, в отсылке указывают название документа, при необходимости указывают год издания, страницы.

Сведения в отсылке разделяют точкой и запятой.

Нумеруйте ссылки последовательно, в порядке их первого упоминания в тексте (не по алфавиту)! Для оригинальных научных статей – не менее 15–20 источников, для лекций и обзоров – не более 60 источников, для других статей – не более 15 источников.

22. К статье прилагаются на отдельном листе **два списка литературы.**

23. **В первом списке литературы (Литература)** библиографическое описание литературных источников должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

24. **В списке литературы не следует указывать постановления, законы, санитарные нормы и правила, другие нормативно-методические документы.** Указания на них следует размещать в сносках или внутритекстовых ссылках. Сноски и внутритекстовые ссылки следует представить и на английском языке, написав после английского описания язык текста (In Russ.).

Примеры внутритекстовых ссылок:

.....согласно Норм радиационной безопасности (НРБ 99/2009): (СанПиН 2.6.1.2523 – 09) [перевод на английский язык (In Russ.)]. Илисогласно ГОСТ Р 517721-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [перевод на английский язык (In Russ.)].

ПРИМЕРЫ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ССЫЛОК Литература (выравнивание по левому краю)

Книги и брошюры:

Один – три автора:

Сергеев, И.В. Лучевая диагностика в России / И.В. Сергеев, Т.П. Смирнова, М.Н. Исаков. – СПб.: НИИРГ, 2007. – 123 с.

Пять и более авторов:

Сергеев, И.В. Лучевая диагностика в России : учеб. пособие для вузов / И.В. Сергеев [и др.]. – СПб.: Норма, 2007. – 123 с.

Многотомные издания или на часть книги:

Пивинский, Ю.Е. Общие вопросы технологии / Ю.Е. Пивинский // Неформальные огнеупоры. – М., 2003. – Т. 1, кн. 1. – С. 430–447.

Глава или раздел из книги:

Зайчик, А.Ш. Основы общей патофизиологии / А.Ш. Зайчик, Л.П. Чурилов // Основы общей патологии: учеб. пособие для студентов медвузов. – СПб.: ЭЛБИ, 1999. – Ч. 1., гл. 2. – С. 124–169.

Книги на английском языке:

Jenkins PF. Making sense of the chest x-ray: a hands-on guide. New York: Oxford University Press; c 2005. 194 p.

Iverson C, Flanagan A, Fontanarosa PB, et al. American Medical Association manual of style. 9th ed. Baltimore (MD): Williams & Wilkins; c 1998. 660 p.

Глава или раздел из книги на английском языке:

Riffenburgh RH. Statistics in medicine. 2nd ed. Amsterdam (Netherlands): Elsevier Academic Press; c 2006. Chapter 24, Regression and correlation methods; p. 447–86.

Ettinger SJ, Feldman EC. Textbook of veterinary medicine: diseases of the dog and cat. 6th ed. St. Louis (MO): Elsevier Saunders; c2005. Section 7, Dietary considerations of systemic problems; p. 553–98.

Статьи из журнала, сборника:

Из журнала:

Стамат, И.П. К обоснованию нормативов по содержанию природных радионуклидов в облицовочных изделиях и материалах / И.П. Стамат, Д.И. Стамат // Радиационная гигиена. – 2009. – Т. 2, № 1. – С. 46–52.

Из журнала на английском языке:

Axelsson, O. Indoor radon exposure and active and passive smoking relation to the occurrence of lung cancer / O. Axelsson [et al.] // Scand. J. Work, Environ and Health. – 1988. – Vol. 14, N 5. – P. 286–292.

Petitti DB, Crooks VC, Buckwalter JG, Chiu V. Blood pressure levels before dementia. Arch Neurol. 2005 Jan; 62(1):112-6.

Rastan S, Hough T, Kierman A, et al. Towards a mutant map of the mouse--new models of neurological, behavioural, deafness, bone, renal and blood disorders. Genetica. 2004 Sep;122(1):47-9.

Из сборника конференций (тезисы):

Кушинников, С.И. Проблемы достоверности оценки среднегодовой ЭРОА радона при радиационно-гигиеническом обследовании помещений / С.И. Кушинников, А.А. Цапалов // Сборник докладов и тезисов научно-практической конференции «Актуальные вопросы обеспечения радиационной безопасности на территории Российской Федерации», Москва, 25-26 октября 2007 г. – М., 2007. – С. 50-51.

Из сборника конференций (тезисы) на английском языке:

Arendt T. Alzheimer's disease as a disorder of dynamic brain self-organization. In: van Pelt J, Kamermans M, Levelt CN, van Ooyen A, Ramakers GJ, Roelfsema PR, editors. Development, dynamics, and pathology of neuronal networks: from molecules to functional circuits. Proceedings of the 23rd International Summer School of Brain Research; 2003 Aug 25-29; Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam, the Netherlands. Amsterdam (Netherlands): Elsevier; 2005. P. 355-78.

Rice AS, Farquhar-Smith WP, Bridges D, Brooks JW. Cannabinoids and pain. In: Dostorovsky JO, Carr DB, Koltzenburg M, editors. Proceedings of the 10th World Congress on Pain; 2002 Aug 17-22; San Diego, CA. Seattle (WA): IASP Press; c 2003. P. 437-68.

Ссылки на Интернет-ресурсы:

Официальный сайт Медицинского радиологического научно-го центра РАМН (МРНЦ РАМН): <http://www.mrrc.obninsk.gi/> (дата обращения: 19.02.2010 г.).

Complementary/Integrative Medicine [Internet]. Houston: University of Texas, M. D. Anderson Cancer Center; c2007 [cited 2007 Feb 21]. Available from: <http://www.mdanderson.org/departments/CIMER/>.

Hooper JF. Psychiatry & the Law: Forensic Psychiatric Resource Page [Internet]. Tuscaloosa (AL): University of Alabama, Department of Psychiatry and Neurology; 1999 Jan 1 [updated 2006 Jul 8; cited 2007 Feb 23]. Available from: <http://bama.ua.edu/~jhooper/>.

Polgreen PM, Diekema DJ, Vandenberg J, Wiblin RT, Chen YY, David S, Rasmus D, Gerdts N, Ross A, Katz L, Herwaldt LA. Risk factors for groin wound infection after femoral artery catheterization: a case-control study. Infect Control Hosp Epidemiol [Internet]. 2006 Jan [cited 2007 Jan 5];27(1):34-7. Available from: <http://www.journals.uchicago.edu/ICHE/journal/issues/v27n1/2004069/2004069.web.pdf>

Richardson ML. Approaches to differential diagnosis in musculoskeletal imaging [Internet]. Version 2.0. Seattle (WA): University of Washington School of Medicine; c2000 [revised 2001 Oct 1; cited 2006 Nov 1]. Available from: <http://www.rad.washington.edu/mskbook/index.html>

Статьи, принятые к печати:

Горский, Г.А. О необходимости радиационного обследования зданий после окончания строительства, капитального ремонта или реконструкции / Г.А. Горский, А.В. Еремин, И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2010. – Т. 3, № 1. – Деп. 10.02.2010 г.

Патенты:

Пат. № 2268031 Российская Федерация, МПК А61Н23.00. Способ коррекции отдаленных последствий радиационного воздействия в малых дозах / Карамуллин М.А., Шутко А.Н., Сосюкин А.Е. и др.; опубл. 20.01.2006, БИ № 02.

Патенты на английском языке:

Cho ST, inventor; Hospira, Inc., assignee. Microneedles for minimally invasive drug delivery. United States patent US 6,980,855. 2005 Dec 27.

Poole I, Bissell AJ, inventors; Voxar Limited, assignee. Classifying voxels in a medical image. United Kingdom patent GB 2 416 944. 2006 Feb 8. 39 p.

Из газеты:

Фомин, Н.Ф. Выдающийся ученый, педагог, воспитатель / Н.Ф. Фомин, Ф.А. Иванович, Е.И. Веселов // Воен. врач. – 1996. – № 8 (1332). – С. 5.

Фомин, Н.Ф. Выдающийся ученый, педагог, воспитатель / Н.Ф. Фомин, Ф.А. Иванович, Е.И. Веселов // Воен. врач. – 1996. – 5 сент.

Диссертация и автореферат диссертации:

Фенухин, В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона : дис... канд. полит. наук: защищена 22.01.02 : утв. 15.07.02. / Фенухин В.И. – М., 2002. – 215 с. – 04200201565.

Кадука, М.В. Роль грибов в формировании дозы внутреннего облучения населения после аварии на Чернобыльской АЭС : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Кадука М.В. – Обнинск, 2001. – 23 с.

Диссертация и автореферат диссертации на английском языке:

Jones DL. The role of physical activity on the need for revision total knee arthroplasty in individuals with osteoarthritis of the knee [dissertation]. [Pittsburgh (PA)]: University of Pittsburgh; 2001. 436 p.

Roguskie JM. The role of Pseudomonas aeruginosa 1244 pilin glycan in virulence [master's thesis].

23. Второй список литературы (References) полностью соответствует первому списку литературы. При этом в библиографических источниках на русском языке фамилии и инициалы авторов, а также название журнала и издания должны быть транслитерированы. Название работы (если требуется) переводится на английский язык и/или транслитерируется. Иностранные библиографические источники из первого списка полностью повторяются во втором списке. Более подробно правила представления литературных источников во втором списке представлены ниже.

Примеры:

Книги (фамилия и инициалы автора транслитерируются, название, место издания и название издательства переводится на английский язык)

Lobzin Yu.V., Uskov A.N., Yushchuk N.D. Ixodes tick-borne borreliosis (etiology, epidemiology, clinical manifestations, diagnosis, treatment and prevention): Guidelines for Physicians. Moscow; 2007 (in Russian).

Из журналов (фамилия и инициалы автора транслитерируются, название статьи не приводится, название журнала транслитерируется)

Kondrashin A.V. Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni. 2012; 3: 61-3 (in Russian).

Диссертация (фамилия и инициалы автора транслитерируются, название диссертации транслитерируется, дается перевод названия на английский язык, выходные данные транслитерируются)

Popov A.F. Tropicheskaya malyariya u neimunnykh lits (diagnostika, patogenez, lecheniye, profilaktika) [Tropical malaria in non-immune individuals (diagnosis, pathogenesis, treatment, prevention)] [dissertation]. Moscow (Russia): Sechenov Moscow Medical Academy; 2000. 236 p (in Russian).

Патенты (фамилия и инициалы авторов, название транслитерируются)

Bazhenov A.N., Ilyushina L.V., Plesovskaya I.V., inventors; Bazhenov AN, Ilyushina LV, Plesovskaya IV, assignee. Metodika lecheniia pri revmatoidnom artrite. Russian Federation patent RU 2268734; 2006 Jan 27 (in Russian).

Из сборника конференций (тезисы) (фамилия и инициалы автора транслитерируются, название тезисов транслитерируется и дается перевод названия на английский язык, выходные данные конференции транслитерируются и дается перевод названия на английский язык)

Kiryushenkova VV, Kiryushenkova SV, Khramov MM, et al. Mikrobiologicheskii monitoring vozbuditeley ostrykh kishhechnykh infektsiy u vzroslykh g. Smolenska [Microbiological monitoring of pathogens of acute intestinal infections in adults in Smolensk]. In: Materialy mezhdunarodnogo Yevro-aziatskogo kongressa po infektsionnym boleznyam [International Euro-Asian Congress on Infectious Diseases]. Vol. 1. Vitebsk; 2008. P. 53. (in Russian).

Boetsch G. Le temps du malheur: les representations artistiques de l'epidemie. [Tragic times: artistic representations of the epidemic]. In: Guerici A, editor. La cura delle malattie:

itinerari storici [Treating illnesses: historical routes]. 3rd Colloquio Europeo di Etnofarmacologia; 1st Conferenza Internazionale di Antropologia e Storia della Salute e delle Malattie [3rd European Colloquium on Ethnopharmacology; 1st International Conference on Anthropology and History of Health and Disease]; 1996 May 29-Jun 2; Genoa, Italy. Genoa (Italy): Erga Edizione; 1998. P. 22-32. (in French).

Ответственность за правильность изложения библиографических данных возлагается на автора.

Все статьи печатаются в журнале бесплатно.

Статьи направляются по адресу: 197101, г. Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В.Рамзаева». Редакция журнала «Радиационная гигиена» и по e-mail: journal@niirg.ru.

Справки по телефону: (812) 233-42-83 и (812) 233-50-16 (редакция журнала «Радиационная гигиена»). Факс: (812) 233-53-63, 233-42-83.