

УДК 614.876.

Анализ облучения населения Орловской области от естественных источников облучения.

Симонова Виктория Геннадьевна<sup>1</sup>,  
Илюшина Ксения Артемовна<sup>2</sup>

1 ФГБОУ ВО "ОГУ им. И.С. Тургенева", e-mail: segeja36@mail.ru

2 БПОУ ОО "Орловский базовый медицинский колледж", e-mail: ilyushina.2012@mail.ru

---

Аннотация (150-250 слов)

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации. Большинство из них таковы, что избежать облучения от них совершенно невозможно. На протяжении всей истории существования Земли разные виды излучения падают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи; в этом случае говорят о внешнем облучении. Или же они могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма.

---

Ключевые слова: Облучение, население, источник, доза.

Analysis of the exposure of the population of the Orel region from natural sources of radiation.

Simonova V.G<sup>1</sup>,  
Ilyushina K.A<sup>2</sup>

1 FGBOU VO "OSU named after I.S. Turgenev", e-mail: segeja36@mail.ru

2 BOU NGO "Oryol Basic Medical College", e-mail: ilyushina.2012@mail.ru

---

Аннотация на английском языке (150-250 слов)

The majority of the world's population receives radiation from natural sources of radiation. Most of them are such that it is absolutely impossible to avoid radiation from them. Throughout the history of the Earth's existence, different types of radiation fall on the Earth's surface from space and come from radioactive substances in the Earth's crust. A person is exposed to radiation in two ways. Radioactive substances can be outside the body and irradiate it from the outside; in this case, they talk about external irradiation. Or they can end up in the air that a person breathes, in food or in water and get inside the body.

---

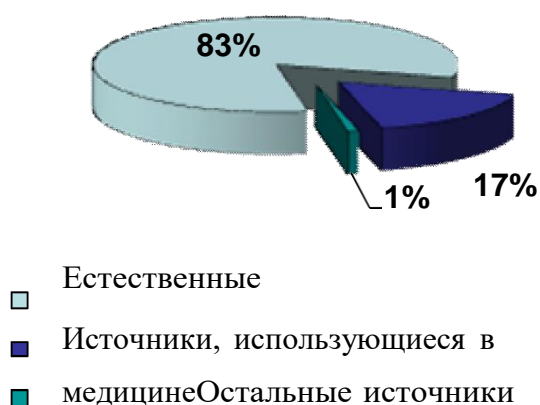
Keywords: Irradiation, population, source, dose.

Введение: Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счёт природных источников ионизирующего излучения нормируются Санитарными правилами и нормативами СанПиН 2.6.1.2800-10. Настоящие санитарные правила устанавливают общие требования по обеспечению радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения в производственных, коммунальных условиях и быту. Соблюдение требований настоящих Правил на территории Российской Федерации является обязательным для всех юридических и физических лиц, от деятельности которых зависит уровень облучения населения природными источниками ионизирующего излучения в производственных и коммунальных условиях.

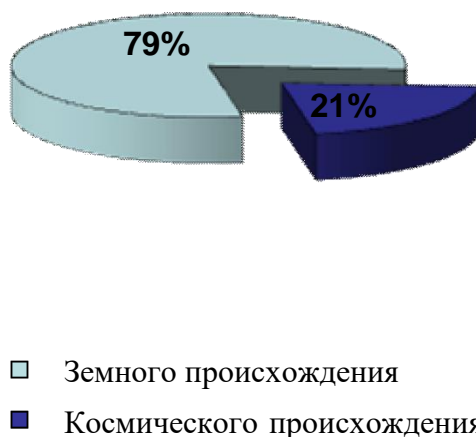
Цель исследования: проанализировать облучение населения от естественных источников облучения.

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации (рис. 3.1). Большинство из них таковы, что избежать облучения от них совершенно невозможно. На протяжении всей истории существования Земли разные виды излучения падают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи; в этом случае говорят о внешнем облучении. Или же они могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма. Такой способ облучения называют внутренним.

Источники радиации



Естественные источники радиации



Вклад различных источников радиоактивности в дозу, получаемую средним россиянином.



Облучению от естественных источников радиации подвергается любой житель Земли, однако одни из них получают большие дозы, чем другие. Это зависит, в частности, от того, где они живут. Уровень радиации в некоторых местах земного шара, там, где залегают особенно радиоактивные породы, оказывается значительно выше среднего, а в других местах - соответственно ниже. Доза облучения зависит также от образа жизни людей. Применение некоторых строительных материалов, использование газа для приготовления пищи, открытых угольных жаровень, герметизация помещений и даже полеты на самолетах – все это увеличивает уровень облучения за счет естественных источников радиации.

### **Космические лучи**

Радиационный фон, создаваемый космическими лучами, дает чуть меньше половины внешнего облучения, получаемого населением от естественных источников радиации. Космические лучи в основном приходят к нам из глубин Вселенной, но некоторая их часть рождается на Солнце во время солнечных вспышек. Космические лучи могут достигать поверхности Земли или взаимодействовать с ее атмосферой, порождая вторичное излучение и приводя к образованию различных радионуклидов.

### **Земная радиация**

Основные радиоактивные изотопы, встречающиеся в горных породах Земли - это калий-40, рубидий-87 и члены двух радиоактивных семейств, берущих начало соответственно от урана-238 и тория-232-долгоживущих изотопов, включившихся в состав Земли с самого ее рождения.

### **Внутреннее облучение**

В среднем примерно  $\frac{2}{3}$  эффективной эквивалентной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, поступает от радиоактивных веществ, попавших в организм с пищей, водой и воздухом.

Совсем небольшая часть этой дозы приходится на радиоактивные изотопы типа углерода-14 и трития, которые образуются под воздействием космической радиации. Все остальное поступает от источников земного происхождения. В среднем человек получает

около 180 микрозивертов в год за счет калия-40, который усваивается организмом вместе с нерадиоактивными изотопами калия, необходимыми для жизнедеятельности организма. Однако значительно большую дозу внутреннего облучения человек получает от нуклидов радиоактивного ряда урана-238 и в меньшей степени от радионуклидов ряда тория-232.

#### Радон

Лишь недавно ученые поняли, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый газ (в 7,5 раза тяжелее воздуха) радон. Согласно текущей оценке НКДАР ООН, радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответствен примерно за  $\frac{3}{4}$  годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех естественных источников радиации. Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях.

#### Дозы облучения за счет радона

Радон и продукты его распада вносят значительный вклад в облучение человека. Основную часть дозы человек получает в закрытых помещениях. Считается, что концентрация радона в закрытых помещениях в зонах с умеренным климатом в среднем в 8 раз выше, чем в наружном воздухе. Концентрация дочерних продуктов распада превышает концентрацию радона более чем в 200 раз.

Ингаляционный путь поступления в организм изотопов радона и их дочерних продуктов распада считается наиболее опасным. Это связано с хорошей поглощающей способностью органов дыхания. Полнота осаждения аэрозолей зависит от многих факторов, точный учет которых невозможен, например: концентрации аэрозольных частиц, их физико-химического состояния, частоты и глубины дыхания, размеров частиц, индивидуальных особенностей дыхательной системы. Сам по себе радон из-за короткого периода

нахождения в легких (акт дыхания) не играет роли первичного фактора, обуславливающего дозовую нагрузку на легкие. Связанные продукты распада радона могут накапливаться при дыхании в носоглотке, трахее, легочной паренхиме. Осевшие частицы подвергаются распаду путем испускания альфа-, бета-частиц или гамма-квантов. При внутреннем облучении представляет опасность, в основном, альфа-излучение. Аэрозольные частицы, сорбирующие продукты распада радона, имеют диаметр в среднем 0,1 мкм. Ткань-мишень накопления дочерних продуктов распада радона в дыхательном тракте — эпителий в трахеобронхиальной области и альвеолярная область в легких. Биологический период полувыведения продуктов распада радона составляет от 10 мин до 4,8 час для трахеобронхиальной области и от 6 до 60 час для легких.

Мощность дозы в некоторых органах и тканях при постоянной ингаляции воздуха с концентрацией радона 37 Бк/м<sup>3</sup> при дыхании 13,8 л/мин

Орган или ткань	ЭД, нЗв/час
Легкие	0,55
Печень	0,16
Почки	0,18
Надпочечники	0,41
Мышцы	0,16
Костный мозг	0,36
Гонады	1,05

Медицинские последствия облучения радоном

В настоящее время имеются эпидемиологические данные о связи радона с заболеваемостью раком легких. Все они основываются на данных по шахтерам, занятым на работе в урановых рудниках со значительными дозами облучения (содержание радона в горнорудных разработках достигает 100–500 кБк/м<sup>3</sup>).

Риск возникновения рака легких у населения  
(число случаев на 1000 человек)  
в сопоставлении с концентрацией радона

Концентрация радона, кБк/м <sup>3</sup>	Риск заболевания у курящих	Риск заболев. у некурящих	Риск заболевания у всего населения
20	10	1	3
100	50	5	15
200	100	10	30
400	200	20	60

Растворимость радона в липидах примерно в 15 раз выше, чем в крови. Костный мозг взрослых, как известно, содержит до 40 г жира. Отсюда, видимо не случайно, имеются данные о связи между активностью радона, накапливающегося в жировых клетках костного мозга и лейкозом. Более того, показано, что в тот же возрастной период, когда у человека формируется максимальная эффективная доза от облучения радоном, наблюдается всплеск заболеваемости острым миелоидным лейкозом.

Уровни облучения населения Орловской области за счёт естественных источников излучения.

Годовая средняя индивидуальная эквивалентная доза облучения за счёт естественной радиоактивности составляет около 2,4-2,5 мЗв, в том числе:

- за счёт космического излучения – 0,3 мЗв;
- за счёт излучения почвы и воздуха – 0,32 мЗв;
- внутреннее облучение за счёт поглощённых РВ – 0,37 мЗв;
- за счёт антропогенных источников – 1,43 мЗв, в том числе рентгенодиагностических процедур – в среднем 1 мЗв/год.

Таким образом, накапливаемая в течение всей жизни доза облучения от естественных источников составляет в среднем примерно 0,25-0,28 Зв.

Наблюдения за группами населения, проживающими в районах с повышенным естественным радиационным фоном, не могли установить различий в эволюционном развитии, повышенной

частоты неблагоприятных последствий соматического и генетического характера по сравнению с популяциями, проживающими в районах с нормальным радиационным фоном.

Дополнительное облучение населения по отношению к существующему естественному радиационному фону обусловлено, в основном пребыванием в домах, построенных из минеральных строительных материалов (45% суммарной дозы) и использованием ионизирующих излучений в медицине и диагностических целях (29% суммарной дозы).

Вклад других техногенных источников в суммарную дозу облучения населения сравнительно невелик (1-2%), но эти источники необходимо постоянно держать в поле зрения, т.к. увеличивается добыча полезных ископаемых, использование минеральных удобрений, развивается атомная энергетика, всё более широкое применение находят приборы бытового и промышленного назначения с использованием ИИИ (компьютеры, осциллографы, телевизоры, видеотерминалы и др.).

Ограничение облучения населения природными источниками

Допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников ионизирующего излучения, для населения не устанавливается. Снижение облучения населения достигается путем становления системы ограничений на облучение населения от отдельных природных источников. Доза космического излучения не ограничивает возможность проживания в данной местности, но она должна учитываться при подсчете дозы, обусловленной источниками ионизирующего излучения.

При проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность изотопов радона и торона в воздухе помещений ( $\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} + 4,6 \text{ ЭРОА}_{\text{Tl}}$ ) не превышала  $100 \text{ Бк/м}^3$ , а мощность дозы  $\gamma$ -излучения не превышала мощности дозы на открытой местности более чем на  $0,2 \text{ мкЗв/ч}$ .

В эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность изотопов радона в воздухе жилых помещений не должна превышать  $200 \text{ Бк/м}^3$ . При больших значениях



объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений. Защитные мероприятия должны проводиться также, если мощность дозы  $\gamma$ -излучения в помещениях превышает мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч. Вопрос о переселении жильцов рассматривается, если практически невозможно снизить это превышение до значений ниже 0,6 мкЗв/ч.

Литература:

1. Ионизирующие излучения и их измерения. Термины и понятия. - М.: Стандартиформ, 2006. – 200 с.
2. Лейкин, Ю.А. Основы экологического нормирования: учебник / Ю.А. Лейкин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 368 с.
3. Белоусова, И.В. Естественная радиоактивность / И.В. Белоусова, Ю.С. Штуккенберг. - Феникс, 2005. – 156 с.
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2010 N 171 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения» (вместе с «СанПиН 2.6.1.2800-10. Санитарные правила и нормативы...»). Зарегистрировано в Минюсте РФ 27.01.2011 N 19587 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. - 2011. - № 10. – 07 марта.
5. Ковдерко, В.Э. Радон: экологический аспект, источники, проблемы / В.Э. Ковдерко // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы Междунар. конф. Томск: Тандем-арт, 2004.
6. Абдулаева, А.С. Радон в окружающей среде и его эффективные дозы на территории Дагестана / А.С. Абдулаева // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – Вып. 3. - Том 18. – С. 933-936.
7. Кононенко, Д.В. Проблема оценки радиационных рисков населения Российской Федерации при облучении радоном / Д.В.

Кононенко, Т.А. Кормановская // Радиационная гигиена. – 2013. -  
6 (1). – С. 31-37.

8. Демин, В.Ф. Методика оценки риска от воздействия на здоровье человека радона и дочерних продуктов его распада / В.Ф. Демин, М.В. Жуковский, С.М. Киселев //