

**Боев В.М.\*, Воробьев А.П.\*\*, Дунаев В.Н.\*\*\***

\*Оренбургская государственная медицинская академия,

\*\*Оренбургский государственный университет,

\*\*\*Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Оренбурге

## **СОДЕРЖАНИЕ РАДОНА В ПОЧВЕ И ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ СЕЛИТЕБНЫХ ЗОН г. ОРЕНБУРГА**

**В статье представлены результаты эколого-гигиенических исследований содержания радона в почве земельных участков, предназначенных и используемых для жилищного строительства, а также в воздухе помещений жилых и общественных зданий на примере г. Оренбурга. Исследованиями установлены зоны повышенного экологического риска, выработаны предложения по минимизации риска для здоровья и обеспечению безопасных условий жизни населения города.**

Изучение влияния радиационного фактора на популяционное здоровье является актуальной гигиенической проблемой. Эффективная годовая доза радиоактивного излучения формируется как за счет природной, так и за счет техногенной составляющей. Анализ структуры годовой эффективной коллективной дозы населения Российской Федерации показал, что наибольший вклад в облучение населения вносят природные источники ионизирующего излучения – 69% и медицинское облучение – 30%, удельный вес всех остальных источников, в т. ч. радиационных аварий, не превышает 1% [1]. Приоритетным постоянно действующим радиационным фактором, формирующим более 1/3 годовой дозы, является, особенно в закрытых помещениях, радон, в основном в виде изотопа радона-222, присутствующего в большом количестве в породах, почве и других природных субстратах. Радон-222 – это радиоактивный газ, в 7,5 раза тяжелее воздуха, образующийся в цепочке радиоактивного распада урана-238. Непосредственными предшественниками радона-222 являются радий-222 и радий-226 с периодом полураспада 1608 лет. Период полураспада самого радона составляет 3,8 суток. В окружающей среде кроме радона-222 присутствует также радон-220 – член ториевого ряда, его вклад в естественное облучение составляет около 7% [2].

Эпидемиологические исследования в отношении лиц, подвергающихся экспозиции больших доз радона, показали наличие высокого риска развития онкопатологии [3, 4]. Количественная оценка связи смертности от рака легких с воздействием дочерних продуктов распада радона проводилась на основании широкомасштабных исследований, включающих в себя 3 основных подхода: когортные исследования с сопоставлением смертности от рака легких в

разных профессиональных группах или среди населения при известных индивидуальных и средних дозах облучения для каждой группы; исследования на основе принципа «случай – контроль», в которых для всех изучаемых случаев рака легких проводили определение доз облучения; эколого-географические исследования, включающие в себя изучение различных территорий и целых регионов по среднестатистическим данным[5].

Учитывая беспороговую концепцию развития биологических эффектов при действии ионизирующих излучений, предполагающую повышение риска для здоровья популяции при любых дозах воздействия, отличных от нуля, в проводимом исследовании учитывались все найденные значения, даже значительно меньшие допустимых уровней – 200 Бк/м<sup>3</sup> для эксплуатируемых зданий и 100 Бк/м<sup>3</sup> для вновь построенных зданий.

К значимым источникам радона в окружающей среде относятся почва, руда, природный газ, строительные материалы, вода. Из всех источников приоритетное значение имеет почва, формирующая более 90% суммарной радоновой экспозиции [6, 7]. Представилось важным провести гигиеническую оценку содержания радона в воздухе помещений жилых и общественных зданий, а также в почве земельных участков, предназначенных для жилищного строительства.

В данном анализе были использованы результаты исследований за 3 года, проводимых аккредитованной испытательной лабораторией центра госсанэпиднадзора в г. Оренбурге с использованием аттестованных методик испытания [8, 9, 10]. Всего было проанализировано более 5000 проб воздуха, отобранных в селитебных зонах, при исследовании учитывались

административный район, улица, этажность, а также тип строительных материалов, из которых выполнено обследуемое здание. Измерения плотности потока радона с поверхности земли были проведены в 166 контрольных точках в разных районах г. Оренбурга. Статистическая обработка результатов проводилась в соответствии с утвержденными методическими указаниями [11], эколого-гигиеническая оценка проведена с использованием утвержденных нормативных документов [12, 13].

На первом этапе исследования было проанализировано содержание радона в почве земельных участков перспективного строительства. Эманация радона с поверхности почвы на глубине до 15 см проводилась в течение часа в каждой точке наблюдения. Анализ показал превышение временного регионального норматива (30 МБк/м<sup>2</sup>×с) в 42,9% точек наблюдения, превышение 80 МБк/м<sup>2</sup>×с (федеральный норматив по ОСПОРБ-99) в 14,3%.

Проведенными исследованиями установлено хаотичное распределение радоноопасных участков по территории города, к примеру, на некоторых улицах, где было обследовано несколько контрольных точек, установлено более чем десятикратное различие в уровне. Вместе с тем наибольшие уровни плотности потока радона (ППР) как по максимальным, так и по средним показателям установлены в Ленинском (ППР<sub>ср</sub> = 111,0 МБк/м<sup>2</sup>×с, ППР<sub>макс</sub> = 336,0 МБк/м<sup>2</sup>×с) и Промышленном (ППР<sub>ср</sub> = 67,6 МБк/м<sup>2</sup>×с, ППР<sub>макс</sub> = 190,7 МБк/м<sup>2</sup>×с) районах города. Минимальный уровень зарегистрирован в пос. Ростоши (ППР<sub>ср</sub> = 3,8 МБк/м<sup>2</sup>×с, ППР<sub>макс</sub> = 6,8 МБк/м<sup>2</sup>×с). К улицам с высоким уровнем показателя были отнесены просп. Гагарина, ул. Терешковой, Советская, Театральная, пер. Промысловый, Коммунаров.

На втором этапе исследования был проведен анализ равновесной объемной активности радона (РОАР) в воздушной среде помещений жилых и общественных зданий. В целом исследования показали незначительное количество точек наблюдения с превышением нормативов. РОАР в воздухе помещений превысила 100 Бк/м<sup>3</sup> в 5,3%, содержание радона выше 200 Бк/м<sup>3</sup> было зарегистрировано в 0,9% обследованных помещений. Полученные данные совпадают с общероссийс-

ким показателем, в соответствии с которым в 95,03% обследованных зданий не превышено допустимое содержание радона в воздухе.

В структуре обследованных помещений преобладали строящиеся жилые здания, как многоэтажной, так и малоэтажной застройки. Удельный вес данных помещений составил 48,0%, эксплуатируемые жилые помещения составили 36,6%, помещения в общественных зданиях – 6,5%, прочие объекты – 8,9%.

Анализ результатов исследования равновесной объемной активности радона (РОАР) в воздухе закрытых помещений подтвердил приоритетность Ленинского района, где РОАР<sub>макс</sub> в помещениях первых этажей составила 158,5 Бк/м<sup>3</sup>, подвальных и цокольных этажей – 178,2 Бк/м<sup>3</sup>. Второе место в данном ранговом ряду занимает пос. Ростоши с РОАР<sub>макс</sub> в воздухе первых этажей 156,1 Бк/м<sup>3</sup>, в подвальных помещениях – 190,6 Бк/м<sup>3</sup>. Средние уровни РОАР по районам города отличались незначительно от 91,4 до 103,9 Бк/м<sup>3</sup> в подвальных помещениях, от 62,2 до 73,4 Бк/м<sup>3</sup> в помещениях первых этажей.

Средние уровни РОАР в целом по городу составили в подвалах 91,8 Бк/м<sup>3</sup>, на 1-х этажах – 64,7 Бк/м<sup>3</sup>, на 2-х этажах – 53,5 Бк/м<sup>3</sup>, на 3-х – 47,6 Бк/м<sup>3</sup>, на 4-х – 51,4 Бк/м<sup>3</sup>, на 5-х – 44,7 Бк/м<sup>3</sup> (рисунок 1). Как видно из представленных данных, влияние почвенного радона сказывается на состоянии воздушной среды подвалов и 1-х этажей. Влияние почвы на воздушную среду вторых и выше этажей минимально, большее значение в эманации радона в данных помещениях имеют строительные материалы и конструкции. Исследования содержания радона в помещениях, выполненных из разных строительных материалов (бетон, кирпич и пр.), не выявили значимых отличий.

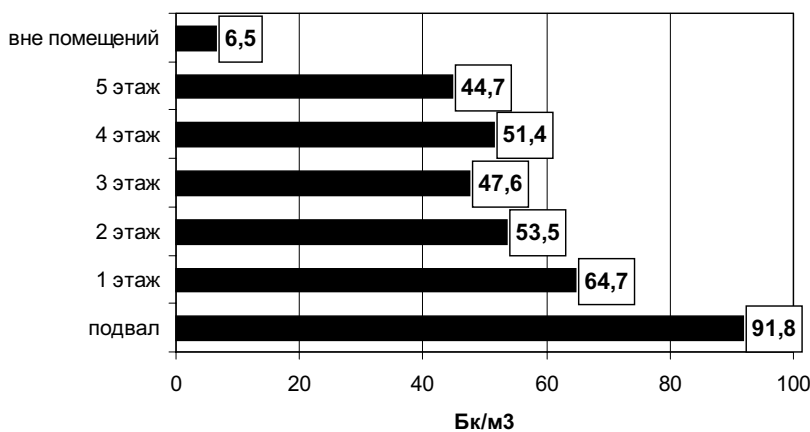


Рисунок 1. Содержание радона в воздухе помещений с учетом этажности.

Анализ объемной активности радона вне помещений в атмосферном воздухе на высоте 2-4 м от поверхности земли показал его содержание на уровне менее 10 Бк/м<sup>3</sup>.

Проведенные исследования выявили приоритетность малоэтажной застройки, характеризующейся максимальной приближенностью мест нахождения человека к почве. В связи с чем лиц, проживающих в одноэтажных домах и на 1-х этажах многоэтажных зданий, можно отнести к группе риска по экспозиции к радону. Учитывая отсутствие явной закономерности в распределении радоноопасных участков по территории города, требуется сплошной контроль земельных участков, отводимых для жилищного строительства. При превышении плотности потока радона выше нормативной необходимо предусматривать в проектах специальные строительные радонозащитные мероприятия, эффективность которых была доказана проведенными исследованиями. К примеру, гидроизоляция в виде бетонирования земляного пола позволила снизить РОАР в воздухе подвального помещения с 1700 до 230 Бк/м<sup>3</sup>. Необходимо также предусмотреть дос-

таточную герметичность межэтажных перекрытий, особенно между подвалом и первым этажом.

В эксплуатируемых зданиях на радоноопасных участках наиболее эффективной защитной мерой является вентиляция. Организация 2-кратного воздухообмена обеспечивает снижение в 5-10 раз содержания радона в воздухе помещений.

Учитывая, что радон может накапливаться в непрветриваемых помещениях зданий частной застройки, расположенных даже на благополучных по радону почвах, является целесообразным рекомендовать не использовать подвальные помещения для целей, требующих длительного присутствия человека, либо предусматривать дополнительную изоляцию помещений от почвы и их вентиляцию.

Полученные в данном исследовании результаты, а также установление зон повышенного риска по содержанию радона могут быть использованы в дальнейшем для установления взаимосвязи с показателями здоровья населения, а также для выработки гипотез, касающихся этиологии заболеваний.

#### Список использованной литературы:

1. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2003 г.: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 239 с.
2. Захарченко М.П., Хавинсон В.Х., Оникиенко С.Б., Новожилов Г.Н. Радиация, экология, здоровье. – СПб.: Гуманистика, 2003. – 336 с.
3. Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. Радиационная безопасность и защита. Справочник. – М.: Медицина, 1996. – 336 с.
4. Радиация и риск // Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра / Специальный выпуск.: Обнинск, Москва, 2001. – 214 с.
5. Жуковский М.В., Ярмошенко И.В. Радон: Измерение, дозы, оценка риска. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 232 с.
6. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Минздрав, М., 2003.
7. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений: Справочник – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.
8. Методика измерений средней за время экспозиции объемной активности радона в воздухе жилых и служебных помещений. ЦММИ НПО «ВНИИФТРИ». – М.: НТЦ «Нитон», 1993. – 8 с.
9. Методика измерений объемной активности радона в воздухе жилых и служебных помещений, а также в рудниках всех типов путем отбора проб воздуха. ЦММИ НПО «ВНИИФТРИ». – М.: НТЦ «Нитон», 1993. – 6 с.
10. Методика измерений потоков радона с эманулирующих поверхностей. ЦММИ НПО «ВНИИФТРИ». – М.: НТЦ «Нитон», 1993. – 6 с.
11. Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий: Методические указания. – С.-Петербург: «ЛЮБАВИЧ», 1998. – 29 с.
12. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. – 116 с.
13. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). Минздрав, М., 2000.