

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу

Семченко Максима Игоревича

на тему: «Оценка радиационной опасности среды помещений от радонового облучения на примере г. Владимира»,

по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук

### **Актуальность темы диссертационной работы.**

Радон является одним из источников облучения населения, его вклад в суммарную дозу составляет более 60 %. Тот факт, что радон является вторым по значимости после курения фактором риска рака легкого, определяет высокую значимость проблемы обеспечения радонобезопасности населения, решение которой должно базироваться на прочном фундаменте количественных показателей радиологического риска. Существуют проблемы определения радиационной опасности радонового облучения на территории населенных пунктов, регионов, связанные: с оценками пространственно-временных закономерностей распределения радона на территории города, т.к. геолого-геофизические характеристики территорий большинства городов изучены недостаточно; с вариабельностью объемной активности радона, которая обуславливает высокую степень неоднородности распределения уровней облучения; с неопределенностями в оценках экспозиции населения; с появлением в публикациях МКРЗ рекомендаций по увеличению значений коэффициентов риска; с применением новых подходов регулирования радоновой проблемы и количественной оценке радиационного риска и ущерба, базирующихся на прямых эпидемиологических данных по облучению радоном и его короткоживущими ДПР – дочерними продуктами распада.

Вопросы выработки единой методики оценки риска для здоровья населения при облучении радоном и его ДПР, а также ее адаптации для использования в условиях России остаются актуальными. Методики оценки радиационного риска и ущерба от источников ионизирующего излучения природного происхождения имеют свою специфику, поэтому для них необходимо разрабатывать специальные методы количественной оценки последствий облучения.

### **Цель и задачи исследований.**

Целью исследования явилась количественная оценка радиационной опасности среды помещений для здоровья населения от радонового облучения в зданиях на примере территории г. Владимира.

Поставленная цель определила следующие задачи:

1. Провести измерение и проанализировать статистику распределения объёмной активности радона-222 и ДПР в воздухе помещений первых этажей зданий на территории города.
2. Провести оценку статистических параметров распределения дозовых нагрузок и параметров зависимости «доза – ответ».
3. Рассчитать и оценить экспозиции населения по скрытой энергии  $\alpha$ -излучения.
4. Определить радиационный риск для здоровья населения от радонового облучения.
5. Оценить опасность среды помещений в зданиях г. Владимира от радонового облучения на основе оценок радиационного риска и ущерба.

### **Научная новизна работы.**

В работе с позиций методологии анализа риска для здоровья, реализованного с применением принципов, методов и критериев эпидемиологии, медицинской демографии и радиационной безопасности, впервые:

1. На основе многолетних замеров впервые установлены статистические параметры распределения значений эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) радона в зданиях на территории города в соответствии с обобщенной аналитической моделью класса экспоненциальных распределений.
2. Оценены вероятности регистрации в экспонируемой популяции высоких ( $\geq 10$  мЗв/год), средних (5 – 10 мЗв/год), низких (0,5 – 5 мЗв/год) и фоновых ( $\leq 0,5$  мЗв/год) уровней радонового облучения.
3. Оценены параметры экспозиции по скрытой энергии  $\alpha$ -излучения и численности субгрупп экспонированного населения для выделенных в сценарии экспозиции условий радонового облучения с высоким, средним, низким и фоновым (минимальным) уровнем дозовой нагрузки.
4. В соответствии с подходами, описанными в Публикации 103 МКРЗ, выполнена трехуровневая оценка дополнительных пожизненных абсолютных номинальных рисков радон-индуцированного рака легкого с учетом потерянных лет жизни, летальности, индукции злокачественных новообразований.
5. Представлена характеристика радиационной опасности среды помещений от радонового облучения посредством оценок популяционного радиационного риска, натуральной и экономической оценок радиационного ущерба для здоровья городского населения.

### **Практическая значимость работы.**

Результаты исследования относятся к проблеме оценки воздействия малых

доз постоянного природного (радонового) облучения на здоровье населения и направлены на решение задач, связанных с оценкой состояния радиационной безопасности в организации и в регионе.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Методический подход к описанию статистики распределений для логарифмированных значений ЭРОА и эффективной дозы в помещениях зданий на территории города реализуется в соответствии с обобщенной аналитической моделью класса экспоненциальных распределений.

2. В качестве критерия выделения в сценарии экспозиции условий радонового облучения целесообразно использование показателя эффективной дозы.

3. При оценках радоновой экспозиции и численности экспонируемых субгрупп популяции для выделенных в сценарии экспозиции условий радонового облучения результативно использование статистических законов распределения ЭРОА и эффективной дозы.

4. Радон в домах увеличивает статистически значимо показатели риска и ущерба от заболевания раком легкого для всей популяции городского населения даже при низких уровнях объемной активности радона ( $\text{ЭРОА} < 74 \text{ Бк/м}^3$ ).

#### **Апробация работы.**

Основные научные и практические результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на научных конференциях и симпозиумах различного уровня.

По материалам диссертации опубликовано 5 работ, в том числе 3 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, распоряжением Минобрнауки России.

#### **Объем и структура работы.**

Диссертация изложена на 167 страницах машинописного текста, включает 5 таблиц и 17 рисунков. Работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы. Список литературы содержит 131 наименование работ отечественных и зарубежных авторов.

#### **Общие замечания и вопросы по диссертационной работе.**

1. Считаю, что положения выносимые на защиту должны полностью соответствовать поставленным задачам и выводам по результатам

исследований. В оппонируемой работе наблюдается некоторая несогласованность по указанным разделам работы. Поставлено пять задач, предложено четыре положения, выносимых на защиту, и, по итогам работы, сделано восемь выводов.

2. Первые три положения, выносимые на защиту могут быть объединены в одно. Считаю, что для работы на соискание ученой степени кандидата наук избыточно три методических положения, выносимых на защиту.

3. Автором диссертационной работы в некоторых случаях используются единицы измерений, исключенные из системы СИ. В частности мкРентген/час.

4. В работе приведены формулы функций аппроксимации. Следовало бы оценивать их достоверность по коэффициенту аппроксимации.

5. При оценке варьирования данных, для более полного описания полученных результатов возможно следовало бы использовать непараметрическую статистику.

6. При оценке дисперсии вероятностей, с учетом кривой распределения, следовало бы опираться на распределение Пуассона.

7. В научных изданиях традиционно используется обозначение элемента с его массой, согласно международной классификации, например  $^{222}\text{Rn}$ , а не радон-222.

8.  $^{222}\text{Rn}$  является «доминирующим» источником облучения населения только при исключении из расчета дозы от  $^{40}\text{K}$ .

9. В тексте диссертации встречаются единичные опечатки, в частности во введении и списке литературы.

### **Заключение.**

Указанные замечания не снижают ценности и значимости проведенных исследований и не влияют на общую положительную оценку работы в целом. Диссертация Семченко М.И. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой получено решение научных проблем количественной оценки радиационной опасности среды помещений для здоровья населения от радонового облучения в зданиях на примере территории города Владимир.

Таким образом, диссертация Семченко Максима Игоревича является научно-квалификационной работой, в которой на основе многолетних замеров впервые установлены статистические параметры распределения значений эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) радона в зданиях на территории города Владимира в соответствии с обобщенной аналитической моделью класса экспоненциальных распределений.

Оценены параметры экспозиции по скрытой энергии  $\alpha$ -излучения и численности субгрупп экспонированного населения для выделенных в

сценарии экспозиции условий радонового облучения с высоким, средним, низким и фоновым (минимальным) уровнем дозовой нагрузки.

Доказано, что статистика распределения ЭРОА и эффективной дозы на территории города Владимира в целях учета вариации радона во времени и в пространстве может быть описана с использованием единого подхода посредством дифференциального закона распределения вероятностей, выраженного в логарифмическом масштабе исследуемых переменных и основанного на обобщенной аналитической модели класса экспоненциальных распределений. При этом в ходе аппроксимации полученных гистограмм оценке подлежат: показатель степени экспоненциального распределения, стандартное отклонение и центр распределения.

Установленное распределение значений ЭРОА  $^{222}\text{Rn}$  имеет вид ассиметричной кривой с крутым подъемом и очень пологим спадом, который определяет вероятность регистрации умеренных и высоких значений ЭРОА в воздухе помещений города Владимир. ЭРОА  $^{222}\text{Rn}$ , соответствующая центральной тенденции, оценивается величиной  $19,1 \text{ Бк/м}^3$ , а верхняя оценка –  $109 \text{ Бк/м}^3$ .

Продемонстрировано, что при этом на территории города Владимир вероятность регистрации в воздухе помещений первых этажей зданий значений объемной активности, превышающих  $50 \text{ Бк/м}^3$  (или ЭРОА  $> 25 \text{ Бк/м}^3$ ), составляет  $37,4 \%$ .

Установлено, что для экспонируемой популяции, т.е. популяции проживающих и работающих на первых этажах зданий, вероятность регистрации средних и высоких доз ( $\geq 5 \text{ мЗв/год}$ ) радонового облучения составляет  $6,1 \%$ , низких доз облучения –  $74,9 \%$ , фоновых значений –  $18,9 \%$ .

Доказано, что  $^{222}\text{Rn}$  в домах увеличивает абсолютный риск заболевания раком легкого для всего населения, при этом большинство случаев заболевания раком легкого ( $88,8 \%$ ), обусловленных  $^{222}\text{Rn}$ , вызваны низкими концентрациями  $^{222}\text{Rn}$  (ЭРОА  $< 74 \text{ Бк/м}^3$ ), чем средними и высокими. Вклад радонового облучения в заболеваемость злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов и легкого (С33, С34) составляет до  $38 \%$ .

Основные результаты исследований относятся к проблеме оценки воздействия малых доз постоянного природного (радонового) облучения на здоровье населения и направлены на решение задач, связанных с оценкой состояния радиационной безопасности в городе и в регионе.

Резюмируя, следует отметить, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям

на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – Семченко Максим Игоревич – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология).

Отзыв составлен заведующим кафедрой «Безопасность жизнедеятельности», научным руководителем научно-практического центра «Техносферная безопасность» Межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет», доктором биологических наук по специальности 03.02.08, доцентом по специальности «Экология» Щуром Александром Васильевичем.

Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»,  
научный руководитель научно-практического центра  
«Техносферная безопасность»  
Межгосударственного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»,  
Доктор биологических наук по специальности  
03.02.08 – экология (биология),  
доцент по специальности «Экология»

Щур Александр Васильевич

