

## Экологическая безопасность территорий жилых комплексов с позиции исследования плотности потока радона

*И.Ю. Глинянова, Н.В. Асанова, В.С. Пономаренко, В.П. Валинтеева*

*Волгоградский государственный технический университет*

**Аннотация:** Проведены исследования плотности потока радона в жилом комплексе (ЖК) «Комарово» в Советском районе г. Волгограда в апреле 2024 г. на площади ориентировочно 0,3 км<sup>2</sup>. Авторами установлено превышение средних значений плотности потока радона (ППР) в ЖК «Комарово» в 5 раз по сравнению с данными нормативных значений ППР (80 мБк/м<sup>2</sup>\*с), причем на исследуемой площади зафиксированы точечные выбросы газа радона аномальных значений, достигающих 3945 мБк/м<sup>2</sup>\*с, а в юго-западной части ЖК установлена зона с самыми высокими значениями ППР > 80 мБк/м<sup>2</sup>\*с. Антропогенный фактор в виде радиоактивного загрязнения отсутствует. Данные факты свидетельствуют о признаках природного радонового загрязнения земельного участка и проблемах экологической безопасности урбанизированной территории, что требует оперативных инженерно-экологических мероприятий по разработке защитных мероприятий от радоновой опасности в ЖК «Комарово».

**Ключевые слова:** радон, плотность потока радона, радиоактивное загрязнение, радоновая опасность, радоновые риски, дочерние продукты распада радона, альфа-частицы, урбанистические территории, жилые комплексы, рак легкого.

**Введение.** Известно, что радон является химически инертным радиоактивным газом с дочерними продуктами распада (ДПР) в виде альфа частиц, таких, как:  $Pb^{214}$ ,  $Bi^{214}$ ,  $Po^{214}$ ,  $Po^{210}$  и др.

«ДПР сорбируются пылью и влагой, образуя альфа-радиоактивные аэрозольные частицы, которые могут проникать в верхние дыхательные пути и оседать в них, создавая локальные источники альфа-облучения клеток. В определенной степени такие аэрозоли эквивалентны «горячим частицам» радиоактивной топливной пыли чернобыльских осадков. Воздействие альфа-излучения ДПР радона – вторая по важности причина (после курения) возникновения рака легкого» [1,2].

В этой связи, многими исследователями доказано, что «случаи рака легкого индуцированы именно радоном» [3]. «Нанодисперсность дочерних продуктов распада радона усиливает риск заболевания раком легких в связи с накоплением наноразмерных частиц в альвеолярной ткани и, по всей

видимости, затруднением элиминации из них [4]. Так, некоторыми исследователями установлено, что облучение при концентрации радона  $100 \text{ Бк/м}^3$  увеличивает пожизненный риск рака легкого среди населения в 1,5 раза [5].

При исследовании радона на урбанистических территориях авторы обращают внимание на различные факторы, которые могут влиять также на его концентрацию и уровень. Так, например, по данным «на концентрацию  $^{222}\text{Rn}$  в воздухе влияют: (1) почвенный покров (например, тротуары, здания и растительность); (2) высота над уровнем моря; (3) пористость почвы и размер зерен; (4) температура; (5) атмосферное давление; (6) влажность почвы, количество осадков и снежный покров; (7) атмосферные условия; и (8) время года» [7].

В связи с развитием онкологических заболеваний большая часть которых может быть вызвана радоновой опасностью, некоторыми авторами акцентируется особое внимание на вопросах ужесточения законодательства в данной сфере [6].

В этой связи, актуальным вопросом является повышение экологической безопасности территорий, на которых возводятся и функционируют жилые комплексы в населенных пунктах.

**Целью исследования** было изучение плотности потока радона на земельном участке в ЖК «Комарово» (Советский район, г. Волгоград) в апреле 2024 г.

**Задачи исследования:** 1. Измерение уровня плотности потока радона в точках исследования. 2. Статистическая обработка полученных результатов. 3. Прогнозирование радоновой опасности земельного участка в ЖК «Комарово».

**Методы исследования и оборудование.** Использовался метод измерения плотности потока радона с поверхности грунта с использованием Альфарад-Плюс (Россия).

**Результаты исследования и обсуждение.** Территорией исследования явился жилой комплекс «Комарово» в Советском районе г. Волгограда  $S=0,3 \text{ км}^2$ , который представлен на рис.1 в виде ситуационно карты с указанием точек замеров ППР и их значениями.

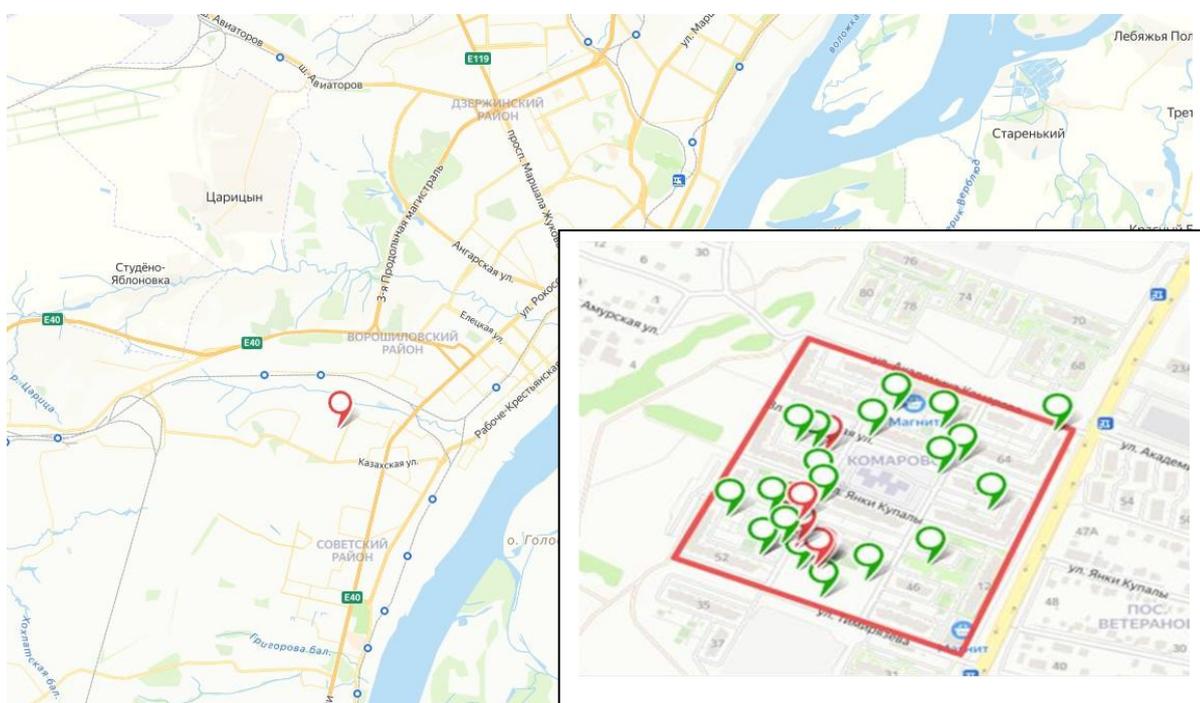


Рис. 1. – Ситуационная карта исследования радоновой опасности в ЖК «Комарово» (ППР=0-80 мБк/м<sup>2</sup>\*с (зеленая отметка); ППР>80 мБк/м<sup>2</sup>\*с (красная отметка))

В таблице №1 авторами представлены полученные значения ППР в исследованных точках в ЖК «Комарово» и их статистическая обработка.

Как видно из таблицы №1, на земельном участке в ЖК «Комарово» в некоторых точках исследования установлены высокие значения ППР,

достигающие  $3945 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$ , что свидетельствует о превышении ППР почти в 50 раз допустимого уровня ( $80 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$ ).

При этом, как видно из рис. 1 высокие значения ППР концентрируются практически локально в юго-западной части жилого комплекса, что свидетельствует о точечных эманациях газа радона из недр земли на исследуемом земельном участке.

Таблица №1

Статистическая обработка полученных результатов

Точки замеров	Q, мБк/с*м <sup>2</sup> , Плотность потока радона	σ Стандартное отклонение	t-Критерий Стьюдента	Выводы
1	2	3	4	5
1	107	32	0,875	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
2	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
3	2	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
4	3945	1183	3,2679628	Статистически значимое превышение ПДУ
5	2255	676	3,2189349	Статистически значимое превышение ПДУ
6	1444	433	3,1524249	Статистически значимое превышение ПДУ
7	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
8	11	3	-22,66667	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
9	2274	682	3,2184751	Статистически значимое превышение ПДУ
10	635	190	2,9263158	Статистически значимое превышение ПДУ
11	5	1	-74	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
12	2	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
13	7	2	-36	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
14	383	114	2,6666667	Статистически значимое превышение ПДУ

1	2	3	4	5
15	87	26	0,3076923	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
16	2	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
17	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
18	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
19	8	2	-35,5	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
20	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
21	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
22	2	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
23	786	235	3,0085106	Статистически значимое превышение ПДУ
24	2	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
25	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
26	23	6	-9,3333333	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
27	0	0	0	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
28	802	240	3,0125	Статистически значимое превышение ПДУ
29	8	2	-35,5	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано
30	5	1	-74	Статистически значимого превышения ПДУ не зарегистрировано

При этом, среднее значение ППР на исследуемой территории характеризуется как  $ППР=426,67 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$ , что в 5 раз превышает нормативы ПДУ ППР ( $80 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$ ).

На рисунке 2 показана частота встречаемости ППР в точках исследования в ЖК «Комарово».

**Заключение.** Проведенные исследования ППР в ЖК «Комарово» свидетельствуют о признаках потенциальной радоноопасности земельного участка из источника естественного происхождения, поскольку, например, в

радиусе 30 км антропогенных источников радиоактивного загрязнения не установлено. Единственным источником возможного радиоактивного загрязнения может быть специализированный комбинат «Радон», который представляет собой хранилище радиоактивных отходов в Городищенском районе г. Волгограда и который находится на северо-запад более чем за 30 км от ЖК «Комарово». Однако данный объект находится на постоянном контроле со стороны ФГУП «ФЭО» и какого-либо радиоактивного загрязнения со стороны этого ядерного полигона на протяжении 50 лет не наблюдалось.

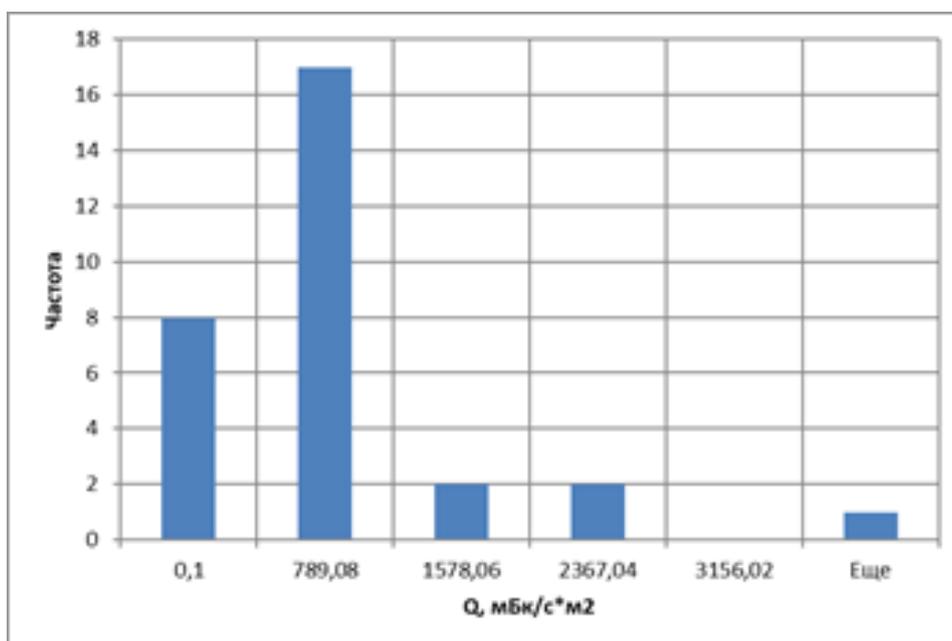


Рис. 3. - Частота встречаемости ППР ( $Q$ , мБк/с\*м<sup>2</sup>) при исследовании земельного участка в ЖК «Комарово»

При этом, ближайшие атомные электростанции как возможные потенциальные антропогенные источники радиоактивного загрязнения окружающей среды находятся в Ростовской области, Саратовской и Воронежской областях, а в Волгоградской области поблизости с ними установлены наблюдательные пункты, которые осуществляют также

---

планомерный радиационный контроль. Никаких внештатных ситуаций или ЧС на указанных АЭС не было установлено, все в пределах нормы, что указывает на исключительно природный фактор выбросов радона на исследуемой территории.

В этой связи, при зонировании территорий в генеральных планах населенных пунктов требуется совершенствование инженерно-экологических изысканий с целью экологической безопасности формируемых земельных участков под развитие жилых комплексов для повышения качества и уровня жизни населения [8], а также осуществление планомерной инженерной защиты от радоновой опасности тех жилых зданий [9,10], которые были возведены ранее, когда вопросами исследования радона должным образом не занимались.

### Литература

1. Карабанова А., Жук И., Ярошевич О., Конопелько М., Лукашевич М., Василевский Л. Радон: здоровье, опасность, защитные мероприятия // Науки и инновации. 2013. №4 (122). С.63-67.
2. Ababii A. Health risk of radon exposure // One health and risk management. 2021. Vol.2. Issue 4. pp. 35-44. DOI: 10.38045/ohrm.2021.4.03.
3. Голованев С.А. Радон и канцерогенный риск в г. Москве // Радиационная гигиена. 2015. Т. 8. №1. С.16-22.
4. Демин В.Ф., Никонов И.Ы., Анциферова А.А. Оценка риска воздействия радиоактивного радона на здоровье человека с учетом нанодисперсных продуктов его распада // Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий. 2020. Т.15. №2. С. 252-258.
5. Туков А.Р., Гнеушева Г.И., Шафранский И.Л., Суворова Ю.В. Анализ результатов новейших эпидемиологических исследований влияния

радона на заболеваемость и смертность населения // Медицина экстремальных ситуаций. 2012. №2 (40). С. 12-22.

6. Vogianis E.G., Nikolopoulos D. Radon sources and associated risk in terms of exposure and dose // *Frontiers in Public Health*. 2015. V.2. pp. 1-10. DOI: 10.3389/fpubh.2014.00207.

7. Appleton J.D. Radon: Sources, Health Risks, and Hazard Mapping, *AMBIO // Journal of the Human Environment*. 2007. № 36(1). pp. 85-89. DOI: 10.1579/0044-7447(2007)36[85: RSHRAN] 2.0.CO; 2.

8. Дериченко А.В., Желтоногова А.А., Мартынова Е.В., Гаврилова Н.С., Зима Е.А., Смоленцева А.А. Совершенствование инженерно-экологических изысканий при обследовании загрязнения радоном // *Инженерный Вестник Дона*. 2021. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2021/6763](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2021/6763).

9. Дубинин А.А., Дериченко А.В., Афанасьев А.С., Муттагирова Д.М. Территориальная радоновая безопасность // *Инженерный Вестник Дона*. 2018. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5417](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5417).

10. Роберт К.А. Нешто К.Я., Мамаев Т.Д., Сенин И.Ю. Защита жителей домов от влияния радона при эксплуатации здания // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. №10 (37). С. 46-52.

### References

1. Karabanova A., Zhuk I., Yaroshevich O., Konopel'ko M., Lukashevich M., Vasilevskij L. *Nauki i innovacii*. 2013. №4 (122). pp. 63-67.

2. Ababii A. One health and risk management. 2021. Vol. 2. Issue 4. pp. 35-44. DOI: 10.38045/ohrm.2021.4.03.

3. Golovanev S.A. *Radiacionnaya gigiena*. 2015. Т. 8. №1. pp. 16-22.

4. Demin V.F., Nikonov I.Y., Anciferova A.A. *Metrologiya, standartizaciya i kontrol' nanotekhnologij*. 2020. Т.15. №2. pp. 252-258.

5. Tukov A.R., Gneusheva G.I., Shafranskij I.L., Suvorova Yu.V. *Medicina ekstremal'nyh situacij*. 2012. №2 (40). pp. 12-22.



6. Vogianis E.G., Nikolopoulos D. *Frontiers in Public Health*. 2015. V.2. pp. 1-10. DOI: 10.3389/fpubh.2014.00207.
7. Appleton J.D. *Journal of the Human Environment*. 2007. № 36(1). pp. 85-89. DOI: 10.1579/0044-7447(2007)36[85: RSHRAH]. 2.0.CO; 2.
8. Derichenko A.V., ZHeltonogova A.A., Martynova E.V., Gavrilova N.S., Zima E.A., Smolenceva A.A. *Inzhenernyj Vestnik Dona*. 2021. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2021/6763](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2021/6763).
9. Dubinin A.A., Derichenkko A.V., Afanas'ev A.S., Muttagirova D.M. *Inzhenernyj Vestnik Dona*. 2018. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5417](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5417).
10. Robert K.A. Neshto K.YA., Mamaev T.D., Senin I.Yu. *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij*. 2015. №10 (37). pp. 46-52.

**Дата поступления: 13.05.2024**  
**Дата публикации: 22.06.2024**