

## **Развитие технологии радиационного мониторинга в городской среде**

Замечательные индикаторные свойства радионуклидов и ионизирующих излучений известны и активно используются с давних времен для получения новых знаний о динамических процессах, происходящих в атмосфере и литосфере, совершенствования моделей переноса газов и аэрозолей, а также в целях прогноза опасных явлений природного и техногенного характера. Высока роль ионизирующей радиации и естественной радиоактивности, особенно радиоактивного газа радон, в радиэкологии, сейсмологии, физике приземного слоя атмосферы, строительстве. В связи с этим научными коллективами и государственными структурами производят радиационный мониторинг приземной атмосферы и исследование динамики активности некоторых радионуклидов в приземной атмосфере и грунте.

К сожалению, основным направлением контроля радиационной обстановки до сих пор являлась искусственная радиоактивность, вызванная испытаниями ядерного оружия, техногенными авариями и технологическими процессами. Поэтому, особое внимание уделялось только мониторингу гамма-фона. Контролем вариаций характеристик полей других видов ионизирующих излучений ( $\alpha$ -,  $\beta$ -излучения) практически не занимались, что объясняли их низкой проникающей способностью, соответственно информативностью. Мониторингом почвенного радона и плотности потока радона с поверхности земли занимаются, в основном, с целью прогноза землетрясений, либо, эпизодически в радиэкологических и геоэкологических изысканиях перед началом строительства.

Научным коллективом [1, с. 55] был предложен комплексный подход к радиационному мониторингу, который реализуется с конца 2008 г. и технология которого постоянно совершенствуется. Радиационный мониторинг включает синхронные непрерывные автоматизированные с высокой частотой дискретизации измерения характеристик полей ионизирующего излучения ( $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\gamma$ -излучения), естественной радиоактивности (радон, торон и дочерние продукты их распада) в системе «грунт-приземная атмосфера» в вертикальном разрезе. Параллельно, на базе Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Академгородок, г. Томск), ведется мониторинг атмосферно-электрических и метеорологических величин [1, с. 56].

Одной из задач исследования является разработка методики тематической обработки архивных данных мониторинга метеорологических и радиационных величин, которая определяется областью применения результатов: радиационная экология и биология; строительство; сейсмология или физика атмосферы. Результаты радиационного мониторинга также используются для проверки адекватности существующих моделей переноса радионуклидов, а также особенностей переноса ионизирующих излучений в городской атмосфере.

Комплексный подход к радиационному мониторингу позволил получить ряд новых важных научных находок. Например, была выявлена иная, отличающаяся от традиционных представлений зависимость объемной активности (ОА) радона (плотности потока альфа-излучения) от высоты над земной поверхностью. Традиционные модели [2, с. 387] показывают экспоненциальное снижение объемной активности радона с ростом высоты. Наши результаты [3, с. 1] показали, что с ростом высоты до 25–30 м плотность потока альфа-излучения возрастает в несколько раз, это же справедливо и для радона. Объяснением такой особенности поведения радона является влияние городской инфраструктуры. Вблизи от экспериментальной площадки расположены высотные здания, которые могут влиять на турбулентные процессы и перенос воздушных масс.

Таким образом, в случае городской атмосферы требуется усовершенствование моделей переноса радионуклидов, с учетом полученных нами результатов. Кроме того, увеличение ОА радона с высотой следует учитывать также и при моделировании уровней радона внутри помещений многоэтажных зданий, поскольку, проветривание помещений может приводить не к снижению уровней радона, согласно традиционным представлениям, а к их увеличению.

Влияние городской инфраструктуры, согласно новой технологии радиационного мониторинга [1, с. 59], проявилось и в вертикальных разрезах плотностей потоков гамма- и бета-излучений приземной атмосферы. Согласно общераспространенным моделям распределение мощности дозы или плотности потока гамма- или бета-излучения по высоте близко к экспоненциальному, и снижается с ростом высоты. Результаты нашего мониторинга подтвердили такое распределение, но только в те сезоны года, когда отсутствует снежный покров. Наличие снежного покрова искажает эту зависимость, вплоть до обратной. Здесь сказывается влияние городских высотных сооружений. Таким образом, вклад гамма- и бета-излучения от радионуклидов, содержащихся в строительных материалах в суммарный радиационный фон на больших высотах становится больше, чем вклад от радионуклидов, содержащихся в грунте.

Анализ результатов радиационного мониторинга показал, что при моделировании переноса ионизирующих излучений внутри городской черты необходимо учитывать городские сооружения, как источники ионизирующего излучения, а также изотопов радона и дочерних продуктов их распада.

Дальнейшее развитие технологии радиационного мониторинга городской среды позволит получать новые данные о структуре и динамике полей ионизирующих излучений и естественной радиоактивности в приземной атмосфере и поверхностном слое грунта, выявлять особенности и закономерности в их поведении, а также взаимосвязи с метеорологическими процессами внутрисуточного, суточного и синоптического масштабов. Одним из результатов мониторинга является постоянно пополняющаяся библиотека данных, включающая базы данных о характеристиках полей излучений и ОА радионуклидов в грунте и приземной атмосфере, атмосферно-электрических и метеорологических величинах, о повторяемости и интенсивности экстремальных событий, связанных с метеорологическими явлениями в сейсмически безопасном регионе с резко-континентальным типом климата в условиях его современных изменений. База данных может быть востребована в Роспотребнадзоре, Росгидромете, службах МЧС и здравоохранения.

### Литература

1. Яковлева В.С., Каратаев В.Д., Вуколов А.В., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Нагорский П.М., Смирнов С.В., Фирстов П.П., Паровик Р.И. Методология многофакторного эксперимента по процессам переноса радона в системе «литосфера–атмосфера» // АНРИ. 2009. № 4. С. 55–60.
2. Radon Measurements by Etched Track Detectors: Applications in Radiation Protection, Earth Sciences, and the Environment / Eds. Saeed A. Durrani and Radomir Plić. – World Scientific, Singapore, 1997. 387 p.
3. Yakovleva V.S., Cherepnev M.S., Ippolitov I.I., Nagorsky P.M., Smirnov S.V., Vukolov A.V. Alpha radioactive aerosols behavior in the ground atmosphere // Abstracts of European Aerosol conference EAC 2013, Prague, Czech Republic. URL: [http://eac2013.cz/EAC%20abstracta/Atmospheric%20Aerosols/Yakovleva-Valentina\\_Atmospheric\\_Aerosol\\_2013034-160008\\_0514292533.pdf](http://eac2013.cz/EAC%20abstracta/Atmospheric%20Aerosols/Yakovleva-Valentina_Atmospheric_Aerosol_2013034-160008_0514292533.pdf) (дата обращения 15.04.2015).

*Научный руководитель: В.С. Яковлева, доктор технических наук, профессор ТПУ, Россия*