

и пространстве, и зависит от различных факторов, таких как состояние атмосферы, время суток, время года и геолого-географические характеристики региона исследования.

Также неоднократно было обнаружено, что периоды выпадения осадков сопровождаются аномальным увеличением (всплесками) радиационного γ -фона. Это явление объясняется процессами вымывания короткоживущих β - и γ -излучающих продуктов распада радона и торона из атмосферы на различные поверхности (почва, различные покрытия). Это явление даже получило собственное название «radon washout».

С целью разработки метода определения интенсивности ливневых осадков в 2017 начиная с момента таяния снега и до начала установления снежного покрова измерения мощности дозы γ -излучения, плотности потока γ -излучения производили с высокой частотой дискретизации данных 1 минута, с использованием сцинтилляционного детектора БДКГ-03 (производства АТОМТЕХ, Республика Беларусь). Данные об интенсивности осадков с высоким временным разрешением регистрировались оптическим (лазерным) осадкомером ОПТИОС (разработка ИМКЭС СО РАН).

Результаты моделирования в среде Geant4 показали, что короткоживущие дочерние продукты распада радона ^{214}Pb и ^{214}Bi являются основными дозообразующими радионуклидами, по сравнению с остальными продуктами распада радона и торона, которые вымываются из атмосферы на земную поверхность в период выпадения осадков. Анализ как экспериментальных данных, так и теоретического материала из области ядерной физики и взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, позволил определить, что величина всплеска мощности дозы γ -излучения пропорциональна активности выпавших на земную поверхность радионуклидов.

Экспериментально установлено, что выпадение осадков вызывает увеличение мощности дозы γ -излучения. При этом суммарное количество выпавших осадков определяет величину всплеска мощности дозы, а текущая интенсивность осадков – скорость нарастания мощности дозы γ -излучения. Разработана математическая модель, устанавливающая количественную связь между мощностью дозы γ -излучения и интенсивностью (количеством) жидких атмосферных осадков, произведена верификация модели.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА ГАММА-ФОНА НА ЖИДКИЕ АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Г.А. Яковлев¹, Zulu Mathias², А.С. Зелинский², А.А. Кобзев³, С.В. Смирнов³, В.С. Яковлева²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30,

³Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия, г. Томск

E-mail: vsyakovleva@tpu.ru

Природа предоставила нам прекрасные трассеры-индикаторы для мониторинга изменений состояния окружающей среды и погоды, такие, как природные радионуклиды, их ионизирующее излучение. Общеизвестно, что источниками радиационного фона приземной атмосферы являются радионуклиды, содержащиеся в грунте, атмосферном воздухе, объектах техносферы, а также космическая радиация. Пространственно-временные вариации радиационного фона, активности радиоактивных газов и аэрозолей в приземной атмосфере, газов в поверхностном слое грунта, являются следствием различных процессов и явлений, происходящих в окружающей среде.

Попытки найти взаимосвязь между интенсивностью осадков и величиной всплесков мощности дозы γ -излучения были предприняты ранее, но значимой взаимосвязи обнаружено не было. Возможно, это связано с недостаточно высоким временным разрешением данных, или с тем, что вымывающая способность осадков зависит от их интенсивности. Была предложена «rainout-washout» модель, которая делит атмосферу на две части в облаке и под облаком, однако, она пока еще не получила экспериментального подтверждения. Тем более, что расчеты требуют знания множества недостаточно изученных входных параметров модели.

Для исследования отклика гамма-фона на жидкие атмосферные осадки были разработаны математические модели: а) динамики радона дочерних продуктов распада в атмосфере; б) динамики активности дочерних продуктов распада радона, осаждаемых на земную поверхность. С их помощью была определена степень влияния высоты слоя инверсии, высоты нижней кромки облаков, суточных вариаций плотности потока радона с поверхности грунта на осаждаемую активность ^{214}Pb и ^{214}Bi .

Также были произведены расчеты дозовых коэффициентов для ^{214}Pb и ^{214}Bi с помощью среды GEANT4 на разных высотах от земной поверхности для геометрии дискового источника радиусом 500 м, с учетом нижнего порога регистрации γ -излучения детекторами БДКГ-03 (которые были использованы в эксперименте), равного 50 кэВ. Был использован встроенный в GEANT4 стандартный набор физических процессов QGSP_BIC_HP с некоторой модификацией под задачу данного исследования, аналогично примеру «extended/radioactivedecay/rdecay02» из библиотеки GEANT4.

Моделирование отклика гамма-фона (мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения) во время выпадения жидких атмосферных осадков производили с использованием измеренных данных о плотности потока радона с поверхности грунта (разработка ТПУ), и измеренным челночным Davis Rain Collector II (Davis Instruments, США) и оптическим ОПТИОС (разработка ИМКЭС СО РАН) осадкомерами данным об интенсивности осадков. Сравнение измеренных и расчетных данных о гамма-фоне позволило выявить некоторые закономерности. Вышло получено, что коэффициент захвата аэрозолей каплями дождя сильно зависит от интенсивности осадков и размера капель, что является новым научным результатом.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ, СБОРА, ОБРАБОТКИ, ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Г.А. Яковлев¹, Mac-Donald Prince², И.В. Беляева³, С.В. Смирнов⁴, В.С. Яковлева²

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30,

³Томский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Томск

⁴Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия, г. Томск

E-mail: vsyakovleva@tpu.ru

Контроль радиационной обстановки, производимый в научных целях, имеет тенденцию к увеличению одновременно регистрируемых радиационных величин. Одним из необходимых условий, в целях верификации полученных закономерностей, является требование использования методов измерения одной и той же величины, различающихся по физическому принципу. Все это требует большого количества измерительных приборов, комплексов, датчиков, для управления которыми в каждом