

**ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРНЫХ ПОЛЕЙ
ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

М.С. Черепнев, П.М. Нагорский, В.С. Яковлева

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н., В.С. Яковлева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

Институт мониторинга климатических и экологических систем,

Россия, г.Томск, пр.Академический, 10/3, 634055

E-mail: maxcherepnev@gmail.com

**IMPACT OF THE PRECIPITATES ON THE CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC
IONIZING RADIATION FIELDS**

M.S. Cherepnev, P.M. Nagorsky, V.S. Yakovleva

Scientific Supervisor: associate professor, Phd Yakovleva V.S.

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological System (IMCES) SB RAS,

Russia, Tomsk, Academicheskyy avenue, 10/3, 634050

E-mail: maxcherepnev@gmail.com

The influence of atmospheric and soil radon on the state and dynamics of atmospheric fields of alpha, beta and gamma radiations. Atmospheric radon (its isotopes and daughter decay products) affects the atmospheric ionizing radiation field and is a source of "variable" component of radiation fields. According to popular belief, soil radionuclides are the source of "permanent" component of the atmospheric radiation fields. Analysis of the modeling results of transport of ionizing radiation, formed by atmospheric radon and soil radionuclides, under radioactive equilibrium in the natural uranium and thorium series, showed that: 1) atmospheric gamma-ray background are formed mainly by soil radionuclides, the contribution of atmospheric radon is, on average, 0.1%; and 2) under certain meteorological conditions the contribution of atmospheric radon in the gamma-ray background can reach 10% only at altitudes of up to 1 m; 3) atmospheric radon noticeable impact on the beta radiation field of surface atmosphere, and the contributions of atmospheric radon and soil radionuclides comparable and their ratio is highly dependent on weather conditions and height above the earth's surface. Calculations are show that the change in humidity, when other factors are being equal of the environment, it gives a considerable contribution to the changing of the dose of gamma and beta radiation, and in the fluxes of gamma and beta radiation. Influence of soil radon to the atmospheric radiation field are discussed in detail in the report.

Экспериментальные и теоретические исследования пространственной и временной динамики атмосферных полей ионизирующих γ -излучений проводятся достаточно длительное время, их актуальность обусловлена многогранностью приложений в различных областях знаний. Хотя радиационный фон приземной атмосферы складывается разными видами ионизирующего излучения (α -, β -, γ - и нейтронное), основное внимание сосредоточено на γ -излучении, что связано с его большой

проникающей способностью, а в силу достаточной изученности процессов взаимодействия с средой и информативностью. Атмосферные поля ионизирующих излучений (ИИ) представляют особый интерес в таких областях, как радиоэкология и радиобиология – для оценок малых (фоновых) доз облучения населения и окружающей среды, а также физика атмосферы – для оценок плотности ионизации приземной атмосферы, они являются отражением, как текущего состояния атмосферы, так и состояния системы «литосфера-атмосфера-ионосфера-космос» в целом.

Согласно устоявшемуся мнению, атмосферный радон (его изотопы и дочерние продукты распада (ДПР)) влияет на атмосферные поля ИИ и представляет собой источник «вариативной» компоненты, а почвенные радионуклиды – источник «постоянной» компоненты атмосферных полей излучений. При этом вклад различных природных источников ИИ в суммарные атмосферные поля никем детально не прорабатывался.

Целью настоящей работы являлось численное исследование вкладов атмосферных и почвенных радионуклидов в суммарные поля ионизирующих излучений, а также анализ наблюдений за измеряемыми параметрами радиационных величин на примере территории г. Томска. В работе особое внимание уделено изотопам радона и ДПР, как источникам «вариативной» компоненты.

Почвенные радионуклиды. Моделирование вертикальных распределений в приземной атмосфере характеристик полей ИИ, создаваемых почвенными радионуклидами, произведено с помощью метода Монте-Карло [1, 2]. Для расчетов использовали глубину грунта высотой 50 см, результаты получали в расчете на единичную удельную активность (УА) каждого радионуклида, затем данные объединяли по группам и пересчитывали на реальную УА. Удельную активность ^{235}U изотопа урана определяли по известному соотношению $УА_{\text{U}235} = УА_{\text{U}238} / 21$. Источник (грунт) и поглощающую среду (воздух) задавали в цилиндрической геометрии.

Почвенные радионуклиды – вариативная компонента атмосферных полей ИИ. Многочисленные наблюдения за динамикой радона (торона) в почвенном воздухе на глубинах до 1 м в экспериментах показали, что его активность может существенно изменяться во времени в зависимости от метеоусловий и состояния атмосферы. При этом, нарушается радиоактивное равновесие между родоначальниками природных рядов ^{238}U , ^{232}Th и продуктами их распада начиная с изотопов радона и следующими далее по цепочке распада радионуклидами. Для оценки влияния почвенного радона на атмосферные поля ИИ проведено исследование степени нарушения радиоактивного равновесия, причиной которого может являться изменение погодных условий и другие факторы.

Атмосферные радионуклиды. Основными дозообразующими атмосферными радионуклидами, в отсутствии радиационных аварий, являются изотопы радона, поступающие из грунта вследствие процессов диффузии и адвекции, а также их продукты распада.

Объемная активность (ОА) атмосферных радионуклидов постоянно варьирует в зависимости от времени. Анализ результатов моделирования пространственного распределения ОА атмосферных радионуклидов (изотопов радона и ДПР) показал, что основными влияющими на величину и форму профиля ОА факторами являются плотность потока радона и торона с поверхности земли, вертикальная составляющая ветра и турбулентность атмосферы. Например, непосредственно у земной поверхности величины P_γ и P_β могут изменяться, в зависимости от погодных условий, на 4–5 порядков величины [1].

Сочетанное влияние почвенных и атмосферных радионуклидов. Сопоставление вкладов

атмосферных и почвенных радионуклидов в суммарный радиационный фон приземной атмосферы показывает, что атмосферные β - и γ -поля формируются, в основном, почвенными радионуклидами. Вклад атмосферного радона (ДПР его изотопов) в условиях «хорошей погоды» слабо зависит от высоты над земной поверхностью и составляет не более 0,05% в γ -фон, и не более 0,3% в β -фон. Вклады атмосферных радионуклидов в суммарный радиационный фон не превышают 0,3%. На высоте 1 м и выше изменения радиационного фона, вызванные динамикой атмосферных ДПР радона и торона, невозможно зарегистрировать, поскольку их вклад существенно меньше «аппаратурного шума». Зарегистрировать повышение до 20% могут только детекторы β -излучения, расположенные на 10 см от земной поверхности. На таких высотах контроль радиационного фона, обычно, не производят.

Влияние влажности. Влияющие на динамику полей ИИ в точке контроля факторы выбирали исходя из их возможного влияния именно на проникающую способность ионизирующих излучений в системе «поверхностный грунт – приземная атмосфера»: влажность грунта и плотность атмосферы. Моделирование вертикального распределения поглощенных доз и плотностей потоков β - и γ -излучений в приземной атмосфере при различных значениях влажности грунта и плотности атмосферы проведено с помощью метода Монте-Карло.

Заключение. Анализ результатов исследования вкладов атмосферных и почвенных радионуклидов в суммарный радиационный фон приземной атмосферы позволил сделать следующие основные выводы:

- 1) атмосферный радон (его изотопы и ДПР) формирует только атмосферное поле α -излучения, является источником его «вариативной» компоненты, и не оказывает значимого (детектируемого) влияния на атмосферные поля β - и γ -излучений;
- 2) атмосферные поля β - и γ -излучений формируются, в основном (не менее 99%), почвенными радионуклидами;
- 3) изменения концентрации почвенного радона и торона в поверхностном слое грунта, вызванные изменением погодных условий, могут приводить к вариациям атмосферного γ -фона до 25%, а β -фона – до 40%. Таким образом, поверхностный грунт является источником «вариативной» компоненты атмосферных полей β - и γ -излучений.
- 4) расчеты показали, что изменение влажности, при прочих равных факторах окружающей среды, дает ощутимый вклад в изменение как мощности дозы гамма- и бета- излучения, так и потоков гамма- и бета-излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспалов В.И. Пакет программ ЕРНСА для статистического моделирования поля излучения фотонов и заряженных частиц // Изв. вузов Физика. Приложение. 2000. – № 4. – С. 159–165.
2. Яковлева В.С., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Нагорский П.М., Фирстов П.П., Каратаев В.Д., Вуколов А.В., Смирнов С.В., Паровик Р.И. Скоординированный многофакторный эксперимент по анализу процессов поступления почвенного радона в приземный слой атмосферы // АНРИ. – 2009. – № 4. – С. 55–60.