

в водоемах на этапе строительства, то есть определения «нулевого фона», чтобы в дальнейшем использовать для оценки влияния работы станции на окружающую среду.

According to IAEA international recommendations, it is necessary to carry out radiation monitoring around NPPs at all stages of the station's life, namely, the construction, operation and decommissioning of nuclear power plants. Therefore, it is important to conduct monitoring researches of the content of tritium in the water bodies during the construction phase, that is, the definition of a «zero background», to further be used to assess the impact of the plant's operation on the environment.

Ключевые слова: тритий, радиационный мониторинг, Белорусская АЭС

Keywords: tritium, radiation monitoring, Belarusian Nuclear Power Plant

В настоящее время в окружающей среде присутствует тритий как естественного, так и искусственного происхождения. К основным источникам образования трития в окружающей среде можно отнести реакции космического излучения с воздухом с образованием трития; после испытаний ядерного и термоядерного оружия; при функционировании объектов ядерной энергетики; тритий, который используется в различных областях науки. Для Республики Беларусь в скором будущем основным источником образования трития будет введенная в эксплуатацию Белорусская АЭС. В связи с этим, актуальным является мониторинг содержания трития в гидрографических объектах зоны наблюдения Белорусской АЭС [1].

Исследования проводились по методике определения удельной активности трития в воде с использованием жидкостинтилляционных радиометров серии TRI-CARB и QUANTULUS, МВИ.МН 4143-2011.

За цикл наблюдений в 2017 г. было произведено 190 прямых измерений по 300 мин для 38 проб воды из рек в районе строительства Белорусской АЭС. Среднее значение удельной активности трития в гидрографических объектах в районе строительства Белорусской АЭС составляет 3,6 Бк/л, что соответствуют глобальным выпадениям для данных широт.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Миронов, В. П.* Мониторинговые исследования трития в регионе размещения Белорусской АЭС: материалы междунар. науч. конф. «Радиация, экология и техносфера» / В. П. Миронов, В. В. Журавков, О. П. Кудина, Е. В. Романовская. – Гомель, 2013. – С. 101–102.

ПРОГНОЗ ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ДОМИНАНТНЫЕ И СУБДОМИНАНТНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

FORECAST OF RADIATION DOSES OF TRANSURANIC ELEMENTS FOR DOMINANT AND SUBDOMINANT PLANT SPECIES FROM CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

Р. К. Спиров, А. Н. Никитин
R. Spirau, A. Nikitin

*Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси,
г. Гомель, Республика Беларусь
ruslan.spirov@yandex.ru*

Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Republic of Belarus

Понимание радиоэкологами радиационной защиты биоты претерпевало ряд важнейших изменений, заключающихся в существенной смене парадигм: от антропоцентрической до экоцентрической и эксцентрической. Возрастающий интерес к хроническому облучению объектов биоты связан с увеличивающейся необходимостью защиты природной среды вследствие возрастающей антропогенной нагрузки. Авария на Чернобыльской АЭС обусловила загрязнение трансурановыми элементами прилегающих площадей, в том числе и территории Республики Беларусь, что стало причиной долговременного хронического облучения альфа-излучающими радионуклидами объектов биоты.

Understanding of radioactive protection of biota by radioecologists has undergone a number of important changes, which consist in a significant change of paradigms: from anthropocentric to ecocentric and eccentric. The growing interest in chronic irradiation of biota objects is associated with the increasing necessity to protect the natural environment due to the increasing anthropogenic load. The accident at the Chernobyl NPP caused pollution

of adjacent areas, including the territory of the Republic of Belarus, by transuranic elements, which caused long-time chronic exposure of biota objects by alpha-emitting radionuclides.

Ключевые слова: радиоэкология, трансурановые элементы, плутоний, америций, радиационная защита биоты.

Keywords: radioecology, transuranic elements, plutonium, americium, radiation protection of the plants.

Согласно литературным данным [1], экологическое нормирование радиационного воздействия на биоту находится в зачаточном состоянии, хотя за последние годы, благодаря вниманию МКРЗ и других международных организаций, к этой проблеме, а также активной позиции ряда ведущих ученых-радиоэкологов достигнут значительный прогресс в развитии эоцентрического подхода к радиационной защите биоты. И. Н. Гудков и О. П. Майдебура отмечают [2], что в Публикации 103 МКРЗ [3] от 2007 г., в отличие от всех предыдущих, акценты четко смещены в сторону защиты от действия ионизирующей радиации не только человека, а в целом живых организмов в среде их существования. Авторы выделяют эксцентрическую концепцию, в основе которой положен тезис о необходимости защиты не какого-либо отдельного объекта, звена или сообщества живой природы, а всех живых организмов: «Эта экологически ориентированная концепция близка эоцентрической, но эволюционно она более совершенна, так как рассматривает окружающую человека среду в одной плоскости с ним, в виде целостной экосистемы и призывает защищать и биоту в целом и каждого ее представителя отдельно». Согласно другим источникам [4], на сегодняшний день для обеспечения радиационной безопасности человека на практике используются нормативы, базирующиеся на допущении стохастического беспорогового действия ионизирующего излучения, тогда как для биоты предлагается использовать принцип порогового действия. Мощности дозы облучения организмов биоты зависят от удельной активности и распределения радионуклидов в компонентах экосистем, размеров и особенностей поведения организмов, типа и энергии ионизирующего излучения. Доминантные и субдоминантные виды высших растений, произрастающие на четырех пробных площадках Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, отличаются различной степенью загрязненности ТУЭ.

Цель исследования: на основе данных о содержании трансурановых элементов (ТУЭ) дать прогноз в долгосрочной перспективе о дозовой нагрузке ТУЭ на доминантные и субдоминантные виды высших растений Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.

В результате проведенных исследований определена актуальная (2017 г.) дозовая нагрузка ТУЭ на растения ППРЭЗ.

Площадка I – суходольный луг, МЭД на поверхности $10,70 \pm 1,07$ мкЗв $\times$ ч $^{-1}$. Для надземных органов доминанта площадки I – булавоносца седого (*Corynephorus canescens*) – характерны дозовые нагрузки $(2,16 \pm 0,63) \times 10^{-1}$, $(6,50 \pm 3,55) \times 10^{-2}$ и $(2,16 \pm 0,43) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $5,90 \pm 1,25$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $(1,09 \pm 0,22) \times 10^1$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $(3,42 \pm 0,61) \times 10^1$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$. Для надземных органов субдоминанта площадки I – мятлика лугового (*Poa pratensis*) – характерны дозовые нагрузки $(3,09 \pm 0,71) \times 10^{-2}$, $(2,29 \pm 0,62) \times 10^{-2}$ и $(1,39 \pm 0,41) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $5,05 \pm 0,55$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $(1,10 \pm 0,12) \times 10^1$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $(3,55 \pm 0,31) \times 10^1$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$.

Площадка II – березняк разнотравный, МЭД на поверхности $9,60 \pm 0,96$ мкЗв $\times$ ч $^{-1}$. Для надземных органов доминанта площадки II – овсяницы овечьей (*Festuca ovina*) – характерны дозовые нагрузки $(2,66 \pm 0,50) \times 10^{-2}$, $(2,19 \pm 0,40) \times 10^{-2}$ и $4,14 \pm 0,86$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $3,22 \pm 0,38$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $6,93 \pm 0,81$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $(2,40 \pm 0,42) \times 10^1$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$. Для листьев субдоминанта площадки II – крушины ломкой (*Frangula alnus*) – характерны дозовые нагрузки $(4,94 \pm 0,70) \times 10^{-2}$, $(1,34 \pm 0,22) \times 10^{-2}$ и $(4,13 \pm 0,79) \times 10^{-2}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $(3,56 \pm 0,44) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $(6,79 \pm 0,81) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $1,63 \pm 0,30$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$.

Площадка III – сосняк мшистый разнотравный, МЭД на поверхности $9,10 \pm 1,09$ мкЗв $\times$ ч $^{-1}$. Для надземных органов доминанта площадки III – брусники (*Vaccinium vitis-idaea*) – характерны дозовые нагрузки $(2,61 \pm 0,31) \times 10^{-1}$, $(1,19 \pm 0,15) \times 10^{-1}$ и $(5,81 \pm 1,07) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $(8,05 \pm 1,11) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $1,86 \pm 0,23$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $6,96 \pm 0,77$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$. Для надземных органов субдоминанта площадки III – черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*) – характерны дозовые нагрузки $(1,22 \pm 0,15) \times 10^{-1}$, $(9,65 \pm 1,26) \times 10^{-2}$ и $(4,80 \pm 0,90) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $(4,37 \pm 0,73) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $(8,15 \pm 0,94) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $5,32 \pm 1,44$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$.

Площадка IV – черноольшаник крапивный, МЭД на поверхности $1,90 \pm 0,29$ мкЗв $\times$ ч $^{-1}$. Для надземных органов доминанта площадки IV – крапивы двудомной (*Urtica dioica*) – характерны дозовые нагрузки $(3,72 \pm 0,81) \times 10^{-3}$, $(6,16 \pm 1,33) \times 10^{-3}$ и $(2,70 \pm 0,38) \times 10^{-2}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для подземных – от плутония-238 $(1,89 \pm 2,30) \times 10^{-2}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $(4,95 \pm 0,47) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $1,02 \pm 0,10$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$. Для надземных органов субдоминанта площадки IV – осоки пузырчатой (*Carex vesicaria*) – характерны дозовые нагрузки $(2,64 \pm 0,32) \times 10^{-2}$, $(7,55 \pm 1,57) \times 10^{-3}$ и $(1,62 \pm 0,40) \times 10^{-2}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$ от изотопов плутония-238, плутония-239,240, америция-241 соответственно, для

подземных – от плутония-238 $(1,38 \pm 0,16) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от плутония-239,240 $(2,35 \pm 0,28) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$, от америция-241 $(4,26 \pm 0,74) \times 10^{-1}$ мкГр $\times$ сут $^{-1}$.

Последующий анализ данных долгосрочного прогноза показал, что уже к 2060 г. дозовая нагрузка от америция-241 будет максимальной, а к 2250 г. данный радионуклид станет основным дозообразующим нуклидом для подземных и надземных органов всех изученных растений ПГРЭЗ, преобладая над плутонием-239,240, плутонием-238 и цезием-137, который на данный момент является основным дозообразующим элементом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методология оценки допустимого воздействия ионизирующих излучений на агроценозы / А. А. Удалова [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2010. – Т. 50, № 5. – С. 572–581.
2. Гудков, И. Н. Антропоцентрический, экоцентрический и эксцентрический подходы к радиационной и техногенной безопасности человека и окружающей среды / И. Н. Гудков, О. П. Майдебура // Наукові праці. – 2010. – Вип. 126, т. 139. – С. 4–9.
3. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ): пер. с англ. / под общ. ред. М. Ф. Киселева и Н. К. Шандалы. – М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 343 с.
4. Крышев, И. И. Радиационная безопасность окружающей среды: принципы, критерии, экологические нормативы / И. И. Крышев, Т. Г. Сазыкина // VII съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность): тез. докл. – М: РУДН, 2014. – С. 278.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ^{137}Cs ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ-МИНЕРАЛЬНОЙ ПОЧВЕ

FARMING OF SPRING WHEAT ON THE CONTAMINATED BY ^{137}Cs DEGRADED PEAT-MINERAL SOIL

А. В. Шашко

A. Shashko

*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Институт радиологии»,
г. Гомель, Республика Беларусь
shashkoalexandr@rambler.ru
Research Institute of Radiology, Gomel, Republic of Belarus*

На территории радиоактивного загрязнения в составе сельскохозяйственных земель значительные площади занимают деградированные торфяно-минеральные почвы, образовавшиеся на месте осушенных торфяно-болотных почв. Данные почвы являются наиболее критичными для получения растениеводческой продукции с допустимым содержанием радионуклидов, поскольку биологическая доступность ^{137}Cs на них на порядок выше по сравнению с дерново-подзолистыми почвами.

On the territory of radioactive contamination in the agricultural land, large areas are occupied by degraded peat-mineral soils formed on the site of drained peat-bog soils. These soils are the most critical for obtaining crop production with an allowable content of radionuclides, since the biological availability of ^{137}Cs on these soils is much higher than on the sod-podzolic soils.

Ключевые слова: торфяно-минеральная почва, яровая пшеница, фосфорные и калийные удобрения.

Keywords: peat-mineral soil, spring wheat, phosphoric and potash fertilizers.

В Брестской обл. в составе осушенных сельскохозяйственных земель органоминеральные почвы занимают 299,2 тыс. га. Из них, на долю деградированных торфяно-минеральных почв приходится 63 тыс. га или 21,1 %, на долю торфяных почв – 236,2 тыс. га, при этом, с мощностью торфяного слоя менее 0,5 м – 102 тыс. га (43%) [1].

Сработка органического вещества способствовала формированию деградированных торфяно-минеральных почвенных разновидностей с содержанием органического вещества не более 50 %, утративших естественные признаки и качество торфяных почв и по основным параметрам приблизила к минеральным почвам.

Вместе с тем существенное влияние на эти почвы оказали последствия Чернобыльской катастрофы. Органогенные почвы отличаются от минеральных более высокими параметрами поступления радионуклидов в растения, что обусловлено особенностями их морфологического и генетического строения, водно-физическими и агрохимическими свойствами. Ведущим механизмом взаимодействия радионуклидов с почвой является ионный обмен, а основную роль играют фульво- и гуминовые кислоты в почвенном растворе [2].

Низкая продуктивность деградированных торфяно-минеральных почв связана еще с отсутствием необходимого комплекса агрохимических и агротехнических мероприятий. Основой повышения плодородия