

## ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК. 504.054: 539. 16.

### НЕКОТОРЫЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ «ОПЫТНОГО ПОЛЯ» СЕМИПАЛАТИНСКОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА

<sup>1</sup>А.П.Бондаренко, <sup>2</sup>Ю.М.Леонова

<sup>1</sup>Павлодарский научно исследовательский институт сельского хозяйства, Павлодар, тел/факс: 8(7184)553003, <sup>2</sup>Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, nii07@inbox.ru

Анализ перехода радионуклидов цезия 137 и стронция 90 из почвы в растения свидетельствует о низких условиях потребления этих изотопов через корневую систему. Коэффициент перехода цезия 137 из почвы в растения не превышал 0,03, а для стронция 90 - 0,14, что свидетельствует о прочном удержании исследуемых радионуклидов почвой.

#### ВВЕДЕНИЕ

В результате проведения ядерных испытаний в атмосфере на территории Павлодарской области СИПа растительный покров на большой площади был уничтожен. Основными факторами, способствовавшими деградации почвенного покрова и растительности, на значительной территории были: высокая температура, достигавшая в центре взрыва миллиона градусов, перенос и оплавление почвы, а также высокое проникающее гамма и нейтронное облучение. Всего на территории опытного поля было проведено 116 ядерных испытаний в атмосфере до 1962 года. После прекращения ядерных испытаний в трех средах почвенный и растительный покров начали восстанавливаться. Факторами, обуславливающими особенности роста и развития растений на территории «опытного поля» стали высокая радиационная активность педосферы и практически деградированная почва.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются почва и растительность ядерного полигона на территории, нарушенной факторами ядерных и термоядерных испытаний. Измерение МЭД (мощности эквивалентной дозы) и  $\beta$ -активности проводилась прибором МКС АГ 6130.

Перед проведением лабораторных гамма- и бета-спектрометрических измерений осуществлялась подготовка проб. Подготовка почвы к  $\alpha$ - и  $\beta$ -спектрометрическому анализу состояла из следующих этапов:

- отделение включений (растительности и камней) от основной массы почвы;
- высушивание пробы до постоянного веса;
- просеивание через сито с диаметром ячеек 2 мм;
- квартование и отбор навески для измерения;
- помещение навески в сосуд для измерения калиброванной геометрии.

Подготовка пробы растительности заключалась в высушивании до постоянного веса и измельчении образца.

Для калибровки гамма спектрометра использовались объемные меры активности специального назначения (ОМАСН), содержащие радионуклиды – <sup>137</sup>Cs, <sup>152</sup>Eu, <sup>241</sup>Am.

Для определения содержания радионуклидов в пробах почвы и растительности использовалась гамма-спектрометрическая установка фирмы «Canberra», следующей комплектации:

- полупроводниковый детектор гамма-излучения EG&G ORTEC GEM-60195-P на основе кристалла из сверх-

чистого германия с относительной эффективностью регистрации 60 %;

- анализатор импульсов Canberra Model 1510;
- персональный компьютер;
- пакет программного обеспечения Genie-2000, разработанного фирмой Canberra;
- диапазон измеряемых энергий – от 20 кэВ до 2000 кэВ.

Время экспозиции каждого образца составляло не менее 2 ч. Измерения производились в соответствии с аттестованной методикой [1].

Для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в пробах почвы и растительности использовался бета-спектрометр, производства НПО "ДОЗА" (Россия) и программное обеспечение "ПРОГРЕСС". Данная установка дает возможность измерять эффективную удельную (объемную) активность бета-излучающего радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  ?  
?????? ?????????? ????? ??????????????  
????????????????? ?????????????????? ???-  
????????? ?????????? ??????????. ??????????  
????????????? ??????????????????;

- минимально детектируемая удельная активность для пробы без предварительной радиохимической подготовки, при времени измерения 30 мин – 100 Бк/кг;
- диапазон регистрируемых энергий – от 200 до 3000 кэВ;
- относительная погрешность измерений – не более 10 %;
- относительное энергетическое разрешение – не более 20 %.

Геоботанические исследования проводились по стандартной методике в модификации Огарь [2-3].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

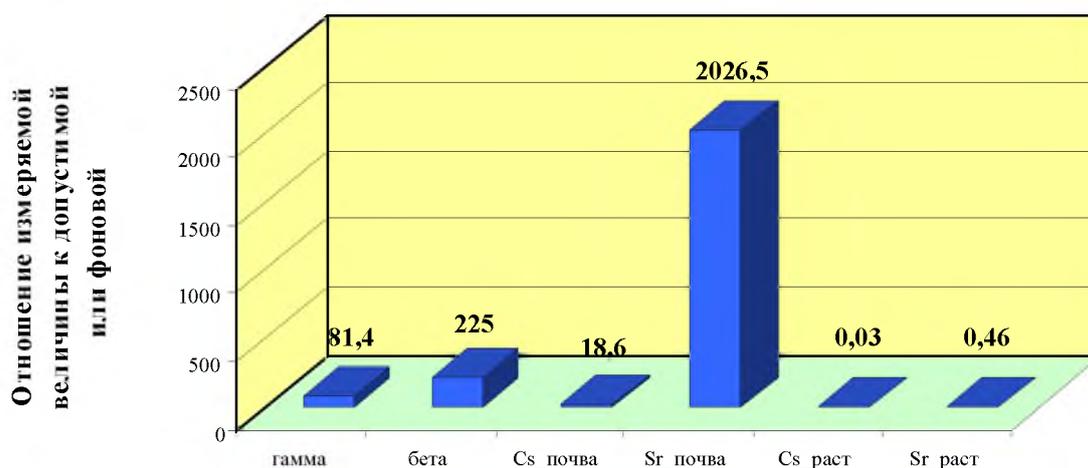
Принимая во внимание действие на «опытное поле» всех поражающих факторов ядерных взрывов можно сделать вывод, что не только растительность, но и сама почва была уничтожена на площади радиуса 2-5 км от эпицентра ядерных

испытаний, проведенных в Павлодарской области. Радиационный анализ почвы на пробной площадке, выделенной для проведения геоботанических исследований, показал наличие высоких радиационных уровней  $\gamma$  и  $\beta$  излучений, присутствие  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Sr}^{90}$  и других излучающих радионуклидов с активностями значительно превышающими фоновые. На диаграмме (рисунок 1) представлены относительные величины этих показателей:  $\gamma$  излучение почвы соотносится со средним радиационным фоном данного ландшафта, поток  $\beta$ -частиц с уровнем  $\beta$ -излучения фоновых участков. Аналогично определены величины относительных активностей  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Sr}^{90}$  в почве. Активности  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Sr}^{90}$  в образцах растительности соотносятся с допустимым уровнем содержания этих радионуклидов в объектах Минсельхоза РК.

Как видно на графике: уровень гамма-излучения почвы на участке более чем в 80 раз превышает ландшафтный фоновый уровень, составляя в среднем, 11,4 мкЗв/ч. Средняя величина потока электронов достигает 2250 част/(мин\*кв.см), содержание радиоактивного цезия в поверхностном горизонте почвы (0-5 см) в среднем составляет 558 Бк/кг, что в 18,6 раза выше фона глобальных выпадений для данного региона [4], средняя величина содержания стронция-90 составляет 40530 Бк/кг, что в 2250 раз выше фона глобальных выпадений. Однако несмотря на значительное содержание данных радионуклидов в почве, их переход в растения не настолько значим: - так содержание  $\text{Cs}^{137}$  в растениях на этом же участке составляет всего 2,1 Бк/кг, что в 35 раз ниже допустимых уровней содержания радионуклидов в траве [5], аналогичны показатель для  $\text{Sr}^{90}$  выше, и достигает 51 Бк/кг, что в 2,2 раза ниже допустимых величин.

Геоботанические исследования, и отбор образцов растений для гербария и определение перехода радионуклидов из почвы в растения проводились в течение двух лет. Геоботаническое состояние исследуемой территории определялось во время отбора проб или во время отдельных выездов. На рисунке 2 приведена фотография типичного участка мес-

тности, приуроченной к точке отбора проб под номером 17-09 с геодезическими координатами: широта 50°26'12", долгота 77°48'58". Мощность эквивалентной дозы (МЭД) вблизи этой точки изменялась от 8,4 до 17,5 мкЗв/час, что в 30 раз выше допустимого уровня, согласно НРБ, плотность потока электронов составляла  $5 \cdot 10^3$  частиц/(мин $\cdot$ см $^2$ ).



#### измеряемые параметры

Рисунок 1 – Превышение допустимых или фоновых уровней

Рассматриваемый участок, основные виды и проективное покрытие почвы растениями отраженные на рисунке 2 при-

ведены в таблице 1. Отдельные участки этой территории при большем увеличении приведены на рисунках 3 и 4.



Рисунок 2 - Фотография типичного участка

На рассматриваемом участке отмечены следующие виды: *Artemisia frigida*, *A. scoparia*, *Latuca tatarica*, (сем. Asteraceae Dumort.); *Gipsofilla perfoliata* (сем. Cariophyllaceae Juss.); *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata* (сем. Poaceae Branchart.); *Kochia prostrata* (сем. Chenopodiaceae Vent.), *Convolvulus arvensis* (сем. Convolvulaceae Juss.). Доминантом является *Gipsofilla perfoliata*, в значительном

обилии отмечается *Artemisia frigida*, *Festuca valesiaca*. Незначительно представлены *Stipa capillata*, *A. scoparia*, *Latuca tatarica*, *Convolvulus arvensis*. Проективное покрытие почвы растениями составляет от 70 до 90 %. Горизонтальная структура растительности неоднородная. Жизненное состояние растений хорошее, признаков повреждения визуально не диагностируется.

Таблица 1 - Основные виды и проективное покрытие почвы растениями

Виды	Высота	Обилие по Друде	Размещение	Фенофаза
<i>Gipsofilla perfoliata</i>	70-80см	cop1-sp	ggr	цв
<i>Artemisia frigida</i>	5-30см	sp	ggr	
<i>A. scoparia</i>	40-45см	sol	ggr	
<i>Festuca valesiaca</i>	15-25см	sp	ggr	цв
<i>Stipa capillata</i>	30-35см	sp-sol	ggr	
<i>Latuca tatarica</i>	37-45см	sol	ggr	цв
<i>Kochia prostrata</i>	45-55см	sol	ggr	
<i>Convolvulus arvensis</i>	до 25см	sol	ggr	



Рисунок 3 - Фотография части типичного участка под большим увеличением

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать предварительный вывод о том, что за время, прошедшее со дня радиационного нарушения местности произошло восстановление растительного покрова, однако из-за отсутствия данных о растительности на выделенных площадках до проведе-



Рисунок 4 - Фотография части типичного участка под большим увеличением

ния ядерных испытаний не представляется возможным провести сравнение видового состава до ядерных взрывов и после их проведения. Также, представляет интерес изучение геоботанических характеристик растительности на участках полигона с одинаковыми почвенными характеристиками, различающимися

лишь мощностью радиационного воздействия. Говорить о стимулирующем действии гамма излучения на рост растений возможно лишь при их сравнении на типичных участках, различающихся по одному показателю – величин активности.

Анализ перехода радионуклидов цезия-137 и стронция-90 из почвы в растения свидетельствует о низких уровнях потребления этих изотопов через корне-

вую систему. Так при активности цезия-137 в почве  $560 \pm 10$  Бк/кг, его активность в растениях составляет лишь  $2 \pm 1$  Бк/кг, а для стронция-90 при активности в почве  $43000 \pm 5200$  Бк/кг, активность в растениях достигала  $80 \pm 30$  Бк/кг. Коэффициент перехода цезия-137 из почвы в растения не превышал 0,03, а для стронция – 0,14, что свидетельствует о прочном удержании исследуемых радионуклидов почвой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Активность радионуклидов в объемных образцах. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре МИ 2143-91
2. Полевая геоботаника. М.: 1976. Т.5. 320 с.
3. Огарь Н.П., Рачковская Е.И. Подходы к созданию экологических карт оценочного и прогнозно-рекомендательного типа // Геоботаническое картографирование, 1997. Санкт-Петербург: 1999. С. 14-27.
4. Радиационная обстановка на территории СССР в 1990 г. Под ред. Махонько К.П. Госкомгидромет СССР. Обнинск. НПО "Тайфун". 1991
5. Временные допустимые уровни содержания радионуклидов в объектах Минсельхоза Республики Казахстан, не вошедших в перечень Минздрава Республики. 22.04.94

#### ТҮЙІН

Цезий 137 және стронций 90 радионуклидтерінің тамыр жүйесі арқылы топырақтан өсімдікке өтуінің анализі оның деңгейінің төмен екендігін көрсетті. Топырақтан өсімдікке өту коэффициенті цезий 137 де 0,03, стронций 90 да -0,14, зерттеудегі радионуклидтердің топырақта тығыз байланыста екендігін көрсетеді.

#### RESUME

The analysis of cesium 137 and strontium 90 radionuclides transfer from soil to plants showed lower consumption of these isotopes, through the root system. The transition rate of cesium 137 from the soil did not exceed 0.03, and of strontium 90 0.014, which indicates a strong retention of studied radio nuclides by soil.