

Влияние физико-химических свойств на накопление радионуклидов в почвах Хабаровского района

*Данилюк Екатерина Павловна
Тихоокеанский государственный университет
магистрант*

*Матвеевко Тамара Ивановна
Тихоокеанский государственный университет
к. б. н., доцент*

Аннотация

В статье рассматривается коррелятивная зависимость между физико-химическими показателями и радионуклидами в бурых лесных почвах Хабаровского района. Для количественной характеристики многомерных связей, использован метод корреляционных плеяд.

Ключевые слова: почвы, радионуклиды, искусственные, естественные, физико-химические свойства, накопление, корреляционная связь, плеяды

The effect of physico-chemical properties on the accumulation of radionuclides in the soil of the Khabarovsk district

*Danilyuk Ekaterina Pavlovna
Pacific National University
Undergraduate*

*Matveenko Tamara Ivanovna
Pacific National University
candidate of biological Sciences, associate Professor*

Abstract

The article deals with the correlation between physical and chemical parameters and radionuclides on brown forest soils of the Khabarovsk region. For quantitative characteristics of multidimensional bonds, the method of correlation Pleiades was used.

Keywords: soils, radionuclides, artificial, natural, physico-chemical properties, accumulation, correlation, pleiades

На сегодняшний день особенностью экологии экосистем является глобальное радиоактивное загрязнение биосферы вследствие испытаний ядерного оружия в атмосфере, аварий на АЭС и др. объектах, которое привело к увеличению природной радиоактивности на 10-30 % [1].

Поступление и накопление радионуклидов в почвенно-растительном покрове главным образом связывается с деятельностью предприятий топливно-энергетического комплекса, применением удобрений с повышенным содержанием естественных радионуклидов, добычей и переработкой руд; авариями на АЭС, ядерными испытаниями и взрывами, вызывающими локальные и глобальные загрязнения почвенного покрова [2].

Основной вклад в облучение вносят искусственные радионуклиды цезий-137 и стронций-90, имеющие длительный период полураспада. Учитывая особенности их включения в трофические цепи, они относятся к особо опасным [3].

Радионуклидами, определяющими характер загрязнения, на территории Хабаровского района являются цезий-137 и стронций-90, а также калий-40, торий-232 и радий-226.

Миграция радионуклидов в почве во многом зависит от типа самой почвы, её механического состава, водно-физических и агрохимических свойств [4, 5]. Тяжёлыми по механическому составу почвами поглощённые радионуклиды, особенно цезий-137, закрепляются сильнее, чем лёгкими.

Материалом для написания статьи послужили многолетние наблюдения на контрольных участках Хабаровского района, распределение радионуклидов на которых зависит от природно-климатических факторов и антропогенеза.

Для измерения радиоактивности в объектах природной среды применялись современные методы и приборы (бета- и гамма-спектрометрия), а также агрохимические методы анализа для определения физико-химических компонентов почв.

Своеобразные почвенно-климатические особенности южной части Хабаровского края способствуют накоплению радионуклидов в почвах [6]. В связи с этим возникает необходимость изучения накопления радионуклидов искусственного и естественного происхождения (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) в почвах Хабаровского района в зависимости от их физико-химических свойств [7].

Бурые лесные почвы, являясь зональным типом зоны хвойно-широколиственных лесов, основным процессом почвообразования которого является буроземный, характеризуются оглиниванием почвенного профиля. По гранулометрическому составу ясно выражена двучленность почвенного профиля: средне- и тяжелосуглинистые поверхностные горизонты и глинистые – иллювиальный горизонт и почвообразующая порода [4, 5].

Данные многолетних наблюдений почвенного покрова на пяти контрольных участках Хабаровского района позволили по программе «Geostat» выполнить расчеты коррелятивной зависимости (коэффициент ранговой корреляции Спирмена) между физико-химическими показателями и удельной активностью радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) на бурых лесных почвах (б. л.).

По значению коэффициента корреляции можно дать качественную оценку тесноты корреляционной связи по шкале Чеддока (таблица 1) [1].

Коэффициент корреляции изменяется в интервале от -1 до $+1$. По направленности связь может быть прямой (положительной) и обратной (отрицательной). Прямая связь свидетельствует о том, что с увеличением одной величины, увеличивается другая; обратная связь – с увеличением одной величины, другая уменьшается.

Таблица 1 – Оценка тесноты корреляционной связи (шкала Чеддока) [1]

Теснота корреляционной связи	Прямая	Обратная
Отсутствует	0	0
Слабая	от 0 до 0,3	от 0 до $-0,3$
Умеренная	от 0,3 до 0,5	от $-0,3$ до $-0,5$
Значительная	от 0,5 до 0,7	от 0,5 до $-0,7$
Сильно выраженная	от 0,7 до 0,9	от $-0,7$ до $-0,9$
Очень сильная	от 0,9 до 1,0	от $-0,9$ до $-1,0$

Для подтверждения закономерности изменения содержания радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr) во времени на бурых лесных почвах была проведена статистическая обработка данных с применением метода дисперсионного анализа.

Для количественной характеристики многомерных связей, использован метод корреляционных плеяд, основанный на расчете коэффициентов связи. Метод корреляционных плеяд позволяет сгруппировать взаимосвязанные признаки в так называемые плеяды. Плеяды выделяются на основе матрицы информационных коэффициентов корреляции.

При сравнении влияния различных факторов на содержание радионуклидов в бурых лесных почвах выявлено, что в бурой лесной почве с доверительной вероятностью ($P = 0,95$) установлено существенное влияние калия-40 и радия-226 на накопление стронция-90. Прослеживается сильно выраженная (^{40}K) и очень сильная (^{226}Ra) прямая связь между элементом и этими показателями. Выявлена прямая умеренная зависимость между стронцием-90 и гамма фоном, СаО, гумусом. Установлена значительная существенная обратная связь между стронцием-90 и такими показателями как MgO, pH, P_2O_5 , K_2O (рисунок 1).

По выборке на содержание цезия-137 в бурой лесной почве с доверительной вероятностью ($P = 0,95$) установлено, что прослеживается прямая умеренная зависимость между цезием-137 и показателями гамма фона, ^{226}Ra , P_2O_5 (рисунок 1).

На накопление калия-40 в бурой лесной почве с доверительной вероятностью ($P = 0,95$) оказывают существенное влияние СаО, ^{226}Ra , ^{232}Th . Прослеживается прямая значительная связь с ^{232}Th и сильно выраженная с ^{226}Ra и СаО. Установлена существенная обратная связь между калием-40 и гидролитической кислотностью (Г.К.) (рисунок 1).

Выявлено с доверительной вероятностью ($P = 0,95$) существенное влияние СаО на содержание элемента (^{226}Ra) в бурой лесной почве.

Прослеживается сильно выраженная (CaO) прямая связь между элементом и показателем. Выявлена значительная обратная связь между радием-226 и гамма фоном (рисунок 1).

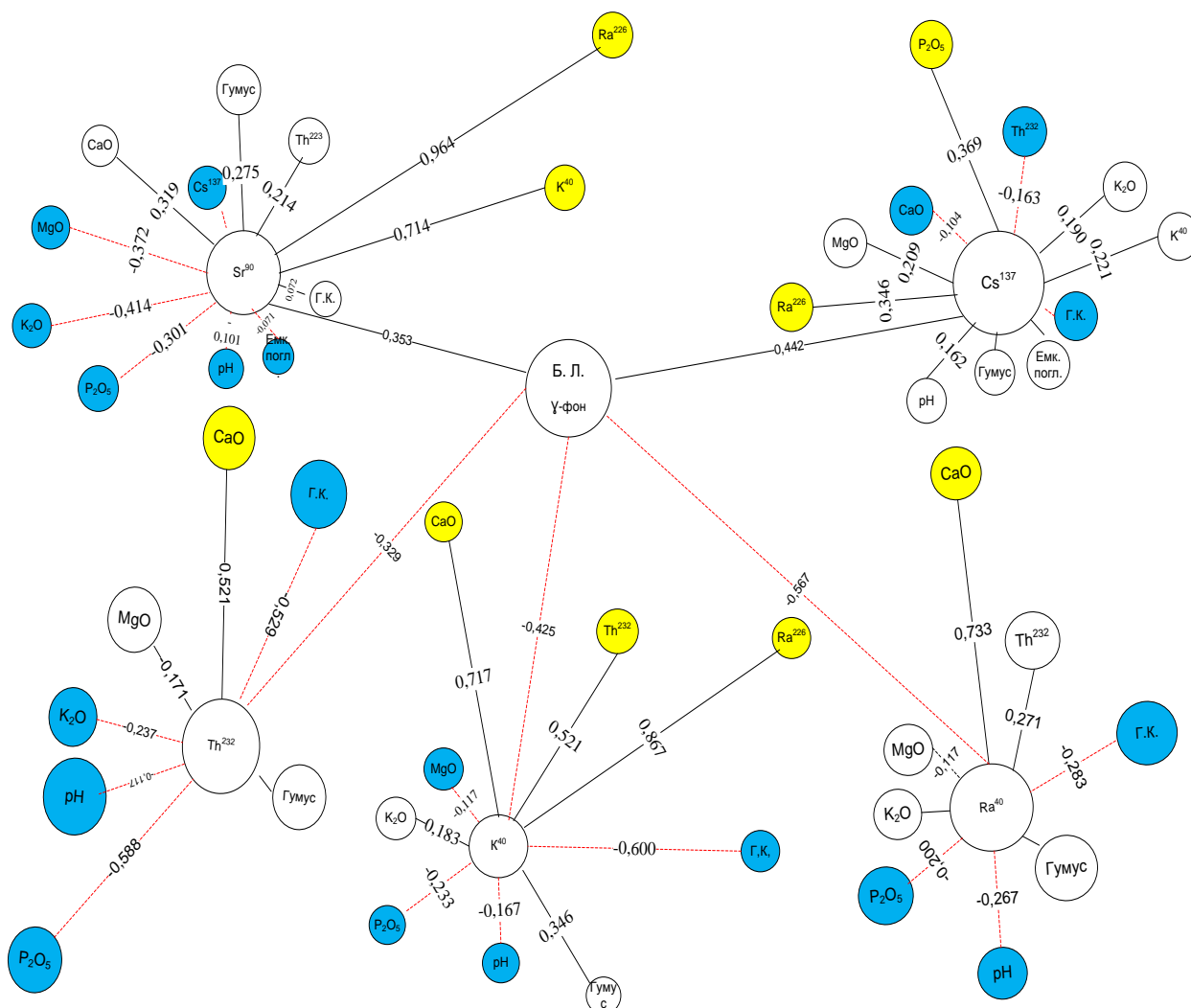


Рисунок 1 – Корреляционная плеяда бурой лесной почвы

Установлено с доверительной вероятностью ($P = 0,95$) существенное влияние CaO, гамма фона, P₂O₅ и гидролитической кислотности на накопление тория-232 в бурой лесной почве. Прослеживается значительная прямая связь с CaO. Выявлена существенная обратная связь между ^{232}Th и P₂O₅, гидролитической кислотностью, гамма фоном (рисунок 1).

Остальные проанализированные факторы не оказывают существенного влияния на накопление радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) в бурой лесной почве.

Таким образом, расчет коррелятивной зависимости между изученными компонентами почвенного покрова на территории Хабаровского района по программе «GeoStat» (по коэффициенту Стьюдента) показал, что между радионуклидами и физико-химическими свойствами в бурых лесных почвах прослеживается, как прямая, так и обратная связь разной тесноты. Анализ, проведенный методом корреляционных плеяд, позволил смоделировать

корреляционные матрицы, которые отвечают за взаимосвязи между исследуемыми параметрами.

Применение метода сравнения средних, основанных на критерии Стьюдента и предполагающих нормальное распределение исходных данных, позволяет предположить, что средние значения отличаются незначительно для достаточно большого числа опытов ($n > 30$).

Полученные данные с вероятностью $P = 0,95$ позволяют утверждать, что влияние времени на содержание ^{137}Cs значительно при выявлении зависимости по годам на бурых лесных почвах. Аналогичные расчеты выполнены в отношении содержания ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th .

Библиографический список

1. Руководство пользователя, пакет «GeoStat» / Смолин В. А. Владивосток, 2005. 213 с.
2. Мальцев В. Ф. О накоплении радионуклидов в почве, растениях и продукции. URL: <http://www.agroxxi.ru/zhurnal-agroxxi/nomera.html?journal=145>.
3. Маркина З.Н. Радиоэкологическое состояние агроландшафтов юго-запада России и их реабилитация : дис. на соискание уч. степ. доктора с/х наук . Брянск, 1999. 276 с.
4. Иванов Г. И. Классификация почв равнин Приморья и Приамурья. Владивосток, 1966. 44с.
5. Росликова В. И. Почвы Приамурья. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2006. 161 с.
6. Состояние природной среды и природоохранная деятельность в Хабаровском крае в 2002 году: гос. докл. Хабаровск, 2003. 124 с.
7. Матвеевко Т. И. Радионуклиды в почвенно-растительном покрове зоны влияния ТЭЦ. Хабаровск: издательство ТОГУ, 2010. 141 с.