

13

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Российская академия наук
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
Администрация Томской области
Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды
ОАО «Зарубежгеология»

Томское региональное общественное объединение «Росгео»
ОАО «Волковгеология», НАК «Казатомпром»



РАДИОАКТИВНОСТЬ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

МАТЕРИАЛЫ
IV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

г. Томск, 4–8 июня 2013 г.

З. Ф. Журавлева
Генеральный директор

614.876(063)
Ж51.26л0
Р15



Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(проект №13-05-06023)

Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы IV Международной конференции (Томск, 4–8 июня 2013 г.); Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 620 с.

ISBN 978-5-4387-0238-2

В сборнике докладов конференции обсуждаются актуальные проблемы, связанные с явлением радиоактивности, распространением естественных и техногенных радионуклидов в различных природных средах. Приводятся данные по радиэкологическому состоянию отдельных территорий, методам анализа радионуклидов. Освещаются вопросы влияния радиоактивности и радиоактивных элементов на биоту и человека, проблемы оценки дозовых нагрузок.

Сборник представляет интерес для геологов, геохимиков, биологов, медиков, экологов и других специалистов, интересующихся проблемами радиогеологии, радиогеохимии, радиозоологии.

УДК 614.876(063)
ББК 51.26л0

Редакционная коллегия

Л.П. Рихванов, док. геол.-мин. наук, профессор
(главный редактор)
С.И. Арбузов, док. геол.-мин. наук, профессор
Е.Г. Язиков, док. геол.-мин. наук, профессор
Н.С. Коваленко, канд. фил. наук, доцент
Ю.В. Колбышева, канд. фил. наук, доцент

Editorial Board

L.P. Rikhvanov, Dr. geol.-mineral. sci., professor
(Editor-in-Chief)
S.I. Arbuzov, Dr. geol.-mineral. sci., professor
E.G. Yazikov, Dr. geol.-mineral. sci., professor
N.S. Kovalenko, Cand. phil. sci, docent
Ju.V. Kolbysheva, Cand. phil. sci, docent

Рецензенты

А.М. Адам, док. тех. наук, профессор
А.В. Мананков, док. геол.-мин. наук, профессор
Н.Н. Ильинсков, док. биол. наук, профессор

Reviewers

A.M. Adam, Dr. tech. sci., professor
A.V. Manankov, Dr. geol.-mineral. sci., professor
N.N. Ilyinskov, Dr. biol. sci., professor

ISBN 978-5-4387-0238-2

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013
© Оформление. Кафедра ГЭХ ИПР ТПУ, 2013
© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2013

...редствия популяций мышевидных ...техногенно загрязненных территориях ...д О.В. Ермакова, О.Г. Шевченко, ...д О.В. Раскоша 309	Biological effects on populations of rodents in technogenic contaminated territories A.G. Kudyasheva, O.V. Ermakova, O.G. Shevchenko, L.A. Bashlykova, O.V. Raskocha
...и радиоактивных элементов из ...ТЭЦ-9 (Иркутская область) ...д В.И. Гребенщикова 313	Water migration of radioactive elements from ash dumps of heat power plant-9 in Irkutsk region P.V. Kuznetsov, V.I. Grebenshchikova
...ерных пород. Классификация ...и к влажности ...д И.В. Тарасов 315	
...ождение надежности экосистем ...е основных экосистем ...д Ю.А. Куллагмедов, И.В. Матвеева, В.В. Родина 318	The analysis and research of the ecosystems reliability by an example of a slope Yu.A. Kullakhmedov, I.V. Matveeva, V.V. Rodina
...и радиоактивные элементы – эффективный ...и прогноза золоторудных объектов ...д В.Ф. Лазарев, В.В. Ромашко, П.В. Кирпильюк 321	F.D. Lazarev, V.V. Romashko, P.V. Kirpilyuk
...ый подход к оценке индивидуальных ...и нагрузок населения ...д И.В. Липихина, К.Н. Апсаликов, Ш.Б. Жакупона, ...д З.С. Зингатинова, Е.Т. Масалимов 324	Complex approach to the estimation of the dose burden of the population A.V. Lipikhina, K.N. Apsalikov, Sh.B. Zhakupona, Z.S. Zingatinova, E.T. Masalimov
...и межвидовой экстраполяции ...и хронического облучения ...д Н.М. Лыубашевский, В.И. Стариченко 327	Problems of interspecies extrapolation of chronic irradiation effects N.M. Lyubashevskiy, V.I. Starichenko
...и корреляционный анализ содержания радиоэлементов при ...и поисково-оценочных работах на урановое оруденение ...д Н.Г. Лыашенко 331	Correlation analysis of the contents of radioactive elements in the forecasting and prospecting for uranium mineralization N.G. Lyashenko
...и распределения радиоуглерода и трития в ...и радиоактивных отходах и окружающей среде ...д И.М. Мазейка, Р. Петрошиос 334	Analysis of carbon-14 and tritium in radioactive waste and environment J. Mazeika, R. Petrosios
...и применение изотопов урана в качестве ...и индикаторов гидрогеологических процессов ...д А.И. Малов 337	The use of uranium isotopes as indicators of hydrological processes A.I. Malov
...и оценка радиологической ситуации в водоеме- ...и охладителе Игналинской АЭС после ее закрытия ...д Е.Д. Марциулиониене, О. Ефанова, Й. Мазейка 341	The evaluation of the radioecological situation in the cooling pond of the Ignalina NPP after decommissioning E.D. Marciulioniene, O. Jefanova, J. Mazeika
...и радиологическая надежность локальных агроэкосистем ...д И.В. Матвеева 346	Radioecological reliability of local agroecosystems I.V. Matveeva
...и радиохимическая характеристика углей Монголии ...д В.С. Машенкин, С.И. Арбузов 349	Radiochemical characteristic of Mongolian coals V.S. Mashenkin, S.I. Arbuзов
...и цитогенетические исследования водного ...и макрофита Elodea Canadensis в зоне ...и влияния горно-химического комбината ...д М.Ю. Медведева, А.Я. Болсуновский 355	Cytogenetic investigations of the aquatic macrophyte Elodea Canadensis in the area affected by the operation of the Mining-and-Chemical Combine M.Yu. Medvedeva, A.Ya. Bolsunovskiy

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СКЛОНОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Ю.А. Кутлакхмедов¹, И.В. Матвеева¹, В.В. Родина²

¹Институт экологической безопасности, Национального авиационного университета, Киев, Украина, ecoeito@yandex.ru

²Государственная экологическая академия, Киев, Украина, ecoeito@yandex.ru

THE ANALYSIS AND RESEARCH OF THE ECOSYSTEMS RELIABILITY BY AN EXAMPLE OF A SLOPE

Yu.A. Kutlakhmedov¹, I.V. Matveeva¹, V.V. Rodyna²

¹Institute of ecological safety, National air university, Kiev, Ukraine, ecoeito@yandex.ru

²State ecological academies, Kiev, Ukraine, ecoeito@yandex.ru

Abstract. To estimate the influence of a radiating irradiation separately, and also in a combination with the entering on nutritious environment of salts of toxic metals, on the condition of the ecosystem of the plant the use a sensitive parameter – factor of radiocapacity. The factor of radiocapacity, as was specified above, on the basis of the a radioecological concept. It is necessary to emphasize, that radiocapacity is defined as a limit depute of radionuclides in ecosystems and out of pointed there can be an oppression or destruction of biota ecosystems.

It is shown, that the slope of the ecosystem has general high holding ability and does not suppose receipt of the radionuclides by a metal with probability (reliability above than 5×10^{-4}). The given estimation means, that out of all stock of radionuclides in the ecosystem (in a wood) the population gets no more than 0,05%. This ability holds the reliability of radionuclides in ecosystem, provides the human population with rather low doses, for the people using this slope ecosystem.

Using GIS technology and our analysis of reliability of a landscape and its holding ability we construct cards of radiating capacity of a concrete landscape close KIEV in "KONCHA-ZASPA". The constructed cards have allowed to simulate and to estimate dynamics of distribution and redistribution of radionuclides in a landscape and have shown perspective of the approach to ecology from the positions of the theory of radiocapacity and reliability.

Для оценки влияния радиационного облучения отдельно, а также в комбинации с внесением в питательную среду солей токсичных металлов, на состояние растительной экосистемы выше нами предложено использовать чувствительный показатель – фактор радиоемкости. Представление о факторе радиоемкости, как указано, было выше, предложено А.Л. Агре и В.Н. Корогодиным в 1960 г. [1], и положено нами в основу новой радиоэкологической концепции. Следует подчеркнуть, что радиоемкость экосистем определяется как лимит депонирования радионуклидов в экосистеме и ее элементов, выше которого может произойти угнетение и/или гибель биоты экосистемы.

Для оценки состояния и благополучия экосистем экологи используют до 30 разных показателей и параметров – от разнообразия видов до биомассы и т.п. [2]. Важная особенность этих показателей, в том, что практически все они начинают существенно изменяться только тогда, когда биота уже проявляет значительные изменения. В тоже время, практически важно иметь показатели и параметры, которые позволяли бы опережающим образом оценивать состояние биоты экосистем, а также особенности распределения и перераспределения поллютантов в реальных экосистемах и ландшафтах [3]. На основе теоретического анализа и экспериментальных исследований нами предложено для этих целей использовать такую меру, как радиоемкость и/или фактор радиоемкости экосистем и их составляющих. Иначе, радиоемкость может быть определена, как предельное количество поллютантов (радионуклидов), которое может аккумулироваться в биотических компонентах экосистемы, без нарушения их основных функций (восстановления биомассы биоты экосистемы и кондиционирова-

ние среды обитания). Фактор радиоемкости, как уже миналось, определяется, как доля поллютантов, кои накапливается в том или ином компоненте экосистемы (ландшафте). Нами было предложено для оценки благополучия биоты в экосистеме использовать в качестве выше и определяющих – два параметра – биомасса ви, экосистеме и их способность очищать, кондиционировать среду обитания от отходов жизнедеятельности и пс тантов, которые попадают в экосистему [4].

Показано, что показатель – фактор радиоемкости экосистемы, может служить мерой его надежности составляющей системы транспорта радионуклидов других поллютантов) по данной экосистеме. Показано в терминах камерных моделей надежность – радиоемкость элемента экосистемы может быть рассчитана по формуле $F_j = \sum_{i=1}^n (a_{ij} + \sum_{k=1}^n a_{kj})$ (1) где $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ – сумма скоростей перемещения поллютантов и трассеров из разных составляющих экосистемы в конкретный элемент экосистемы j , согласно камерных моделей, а $\sum_{k=1}^n a_{kj}$ – сумма скоростей перехода поллютантов и трассеров из исследуемой камеры j – в другие составляющие экосистемы, которые, сопряжены с ней

Материалы и методы

Мы используем камерные модели разного типа экосистем и по ним рассчитываются параметры надежности элементов экосистемы. Многокамерные модели мы использовали для описания радиоэкологических процессов в склоновых, горных экосистемах линейного типа, и в экосистемах. Для моделирования радиоемкости и распределения трассера (радионуклида ^{137}Cs) в реал

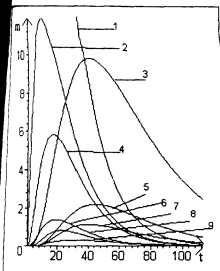


Рис. 3. Распределение радионуклидов для камер склоновой экосистемы: 1 – камера-лес, 2 – камера-опушка, 3 – камера-пойма, 4 – камера-луг, 5 – камера-донные отложения, 6 – камера-терраса, 7 – камера-биота, 8 – камера-пойма, 9 – камера-вода

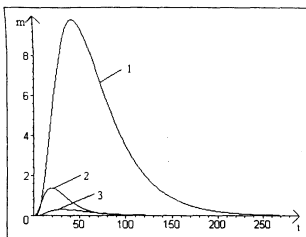


Рис. 4. Распределение радионуклидов для отдельных камер: 1 – камера-луг, 2 – камера-терраса, 3 – камера-вода

опушка, луг, терраса, пойма, вода, донные отложения озера и луги, t – время.

Решив систему этих уравнений, получим решения в явном виде (рис. 3 и 4).

Анализ поведения поллютантов в склоновых экосистемах, которые составляют основу практически любого ландшафта, показал возможность описания распределения и перераспределения радионуклидов методами теории радиоемкости, с применением камерных моделей. Исследования показывают, что скорость переноса радионуклидов в ландшафте определяются, в основном, несколькими характеристиками – (P1)-крутизна склонов, (P2)-характер покрытия, (P3)-тип почвы, вертикальная – (P4), горизонтальная миграция – (P5). Методами ландшафтной оценки, была проведена оценка вероятности влияния этих показателей ландшафта на перераспределение радионуклидов. Каждый из показателей оценивается от 0–1. В силу независимости показателей ландшафта, общая оценка вероятности миграции радионуклидов по элементам ландшафта определяется как свернутая вероятность и определяется по формуле произведения вероятностей $P = P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5$ [4].

Отдельную проблему представляют собой реальные ландшафты, когда оценки параметров радиоемкости относятся к большим территориям, где действуют системы факторов, которые влияют на перераспределение радионуклидов по биотическим и абиотическим компонентам экосистем. Определены главные факторы влияния на параметры радиоемкости – крутизна склонов, вид растительного покрытия поверхности, скорости стока, тип почвы. Известно из натурных исследований за процессами переноса радионуклидов по склоновым экосистемам, и за процессами эрозии почв при действии поверхностного стока, что интенсивность стока резко растет с крутизной склона. По нашим оценкам и литературным данным, при

величине крутизны склонов в 1° – 3° вероятность стока за год составляет 0,01–0,05 от запаса на данном участке склона, а при крутизне склона в 25° – 30° , вероятность стока радионуклидов и других поллютантов может составлять значения 0,7–0,9.

Используя уравнения (2) по формуле (1) можно оценить надежность удерживающей способности каждого из элементов склоновой экосистемы, и надежность всей склоновой экосистемы, по ее способности удержать радионуклиды от поступления их к человеку. Надежность склоновой экосистемы может быть рассчитана, как последовательная система элементов (Таблица 1).

Видно, что данная склоновая экосистема обладает общей высокой удерживающей способностью и не допускает поступления радионуклидов к человеку с вероятностью (надежностью выше чем 5×10^{-4}). Данная оценка озна-

Таблица 1. Оценка надежности удерживания радионуклидов – трассера ^{137}Cs в компонентах данной склоновой экосистемы

Элемент склоновой экосистемы	Надежность удерживающей способности элемента экосистемы
Лес	0,94
Опушка	0,12
Луг	0,36
Терраса	0,19
Пойма	0,38
Вода озера	0,25
Донные отложения озера	0,87
Биота озера	0,79
Общая надежность исследуемой склоновой экосистемы	5×10^{-4}

то из всего запаса радионуклидов в склоновой экологии (в лесу) к людям попадает не более 0,05%. Эта высокая удерживающая надежность склоновых экосистем снижает человеческую популяцию относительно низкие нагрузки, для людей использующих подобные экосистемы.

Следует подчеркнуть, что данный анализ проведен для условий, когда практически все радионуклидное содержание сосредоточено в верхней части склона, в лесу. В других случаях, когда могут быть загрязнены все элементы экосистемы, дозовые нагрузки для людей при использовании склоновой экосистемы будут в сто раз выше (по

нашим оценкам). Тогда в формировании дозовых нагрузок для людей могут принимать участие 5% и более, из всего запаса радионуклидов в экосистеме.

Используя ГИС-технологии и наш анализ надежности ландшафта по его удерживающей способности, нами построены карты радиационной емкости конкретного ландшафта вблизи Киева в заказнике «Конча-Заспа» [4]. Построенные карты позволили смоделировать и оценить динамику распределения и перераспределения радионуклидов в ландшафте и показали перспективность и эрстичность подхода к экологии с позиций теории радиоемкости и надежности.

Литература

- Арза А.П., Корогодин В.И. О распределении радиоактивных загрязнений в медленнообмениваемом водоеме // *Мед. радиология*. – 1960. – №1. – С.67–73.
1. Кутлахмедов Ю.А., Палыкарпов Г.Г., Корогодин В.И. Принципы и методы оценки радиоактивности экологических систем // *Эрстичность радиобиологии*. – Киев: Наук. думка, 1998. – С.109–115.
2. Кутлахмедов Ю.А., Корогодин В.И., Кальтовер В.К. Основы радиозкологии. – Киев: Вища шк. 2003. – 319 с.
4. Кутлахмедов Ю.А., Д.М.Гродзинский, А.Н.Мухомов, В.В.Родина. Методы управления радиоемкостью. Методическое пособие. – Киев, КГУ, 2006. – 172 с.
5. Кутлахмедов Ю.А. Медико-биологические последствия Чернобыльской аварии. Ч.1. Долгосрочные радиозкологические проблемы Чернобыльской аварии и контрмеры. – Киев: МЕДЭКОЛ, 1998. – 172 с.
6. Кутлахмедов Ю.А., Войццицкий В.М., Хижак С.В. Радиобиология (учебник). – Киев, КГУ, 2011. – 572 с.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗА ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ф.Д. Лазарев, В.В. Ромашко, П.В. Кирпильюк

Норильский филиал ВСЕГЕИ, г. Норильск, Россия, nfvsegei@mail.ru

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗА ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

F.D. Lazarev, V.V. Romashko, P.V. Kirpilyuk

Norilsk branch of VSEGEI, NorilskRussia, nfvsegei@mail.ru

Abstract. The information about the overbackground concentration of the potentially productive areas of gold mineralization is given by the example of the Magadan region. Using the principal components method applied to the sampling data the overbackground concentration is calculated and the map of the epigenetic radiogeochemical zonal distribution. It is shown that most of the gold bearing oves are referred to the potassic and kalium-uranic specialization. Some new potentially productive areas rich in gold mineralization are pointed out.

Рудные поля месторождений многих типов полезных ископаемых отличаются по радиогеохимическим особенностям от пород с первично-устойчивым распределением радиоактивных элементов. Важнейшим отличием радиогеохимических аномалий, ассоциирующих с теми или иными видами полезных ископаемых, от просто повышенной радиоактивных горных пород является не интенсивность аномалий, а их «спектральный состав» (соотношение естественных радиоактивных элементов). С процессами парагенетально-метасоматических изменений пород связана трансформация структуры радиоактивного поля в виде появления одного из элементов триады ЕРЗ в аномальных концентрациях. Природа этого явления заключается в различии миграционных свойств ЕРЗ в процессе метаморфических и метасоматических преобразований. В результате этих изменений нарушается равновесное соотношение

естественных радиоактивных элементов, сопровождаемое образованием горных пород. Общей закономерностью является приуроченность поля «рудных» аномалий к областям резкого преобладания одного или двух радиоактивных аномалий, в то время как типичные «породные» аномалии имеют общепарагенетальный состав.

Аномальные концентрации радиоактивных элементов или их аномальные соотношения могут быть присущи любому минеральному парагенезису или нескольким из них. Тенденция к обособлению парагенезисов в пространстве никогда не реализуется полностью: каждая минеральная ассоциация накладывается на предыдущие образования, что создает пеструю картину распределения ЕРЗ на рудных месторождениях (особенно гидротермального генезиса). Отсюда следует, что аномальным объектом, выделяемым гамма-спектрометрической съемкой, является в