

ТЕОРИЯ РАДИОЕМНОСТИ И МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ

*Кутлахмедов Ю. О., д.б.н., проф., Родина В. В., доц., Матвеева И. А., к.т.н., доц.
Національний авіаційний університет
пр. Комарова, 1, 03680, м. Київ, Україна
e-mail: ecoetic@yandex.ru*

Теоретична екологія і радіоекологія не володіла помітним вибором моделей і параметрів придатних для оцінок і розрахунків радіоекологічних процесів і ризиків у різного типу екосистемах. Киштимська і, особливо, Чорнобильська аварія показали чітку необхідність розвитку саме теоретичних досліджень в даній області. Домінуючі дослідження по моніторингу радіонуклідних забруднень в екосистемах, звичайно необхідні, але не достатні, і без використання широкого обсягу теоретичних моделей важко зробити помітні узагальнення для продуктивного використання великої кількості наявних даних по моніторингу.

Ключові слова: екологічна і радіоекологічна ємність, екологічні ризики, трасерси.

THE THEORY OF RADIOCAPACITY AND MODELS OF RELIABILITY AT AN ESTIMATION OF ECOLOGICAL RISKS IN ECOSYSTEMS

*Y. Kutlahmedov, DSc., Prof., V. Rodina, Assoc. prof, I. Matveeva, CandSc., Assoc. prof.
National Aviation University
Komarova st, 1, 03680, Kyiv, Ukraine
e-mail: ecoetic@yandex.ru*

The theoretical ecology and radioecology had no an appreciable choice of models and parameters suitable for estimations and accounts of radioecological processes and its risks in a different type ecosystems. Kistum and, especially, Chernobyl accident failure have shown precise necessity of development of theoretical researches for the given area. The dominant researches on monitoring radionuclides of pollution in ecosystems, are certainly necessary, but are not sufficient, and without use of a wide circle of theoretical models it is difficult to make appreciable generalizations for productive use of an abundance of the available data on monitoring.

Key words: ecological and radioecological capacity, ecological risks, tracers.

ТЕОРИЯ РАДИОЕМКОСТИ И МОДЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В ЭКОСИСТЕМАХ

*Кутлахмедов Ю. А., д.б.н., проф., Родина В. В., доц., Матвеева И. А., к.т.н., доц.
Национальный авиационный университет
пр. Комарова, 1, 03680, г. Киев, Украина
e-mail: ecoetic@yandex.ru*

Теоретическая экология и радиоэкология не обладала заметным выбором моделей и параметров пригодных для оценок и расчетов радиоэкологических процессов и рисков в разного типа экосистемах. Кыштымская и, особенно, Чернобыльская авария показали четкую необходимость развития именно теоретических исследований в данной области. Доминирующие исследования по мониторингу радионуклидных загрязнений в экосистемах, конечно необходимы, но не достаточны, и без использования широкого круга теоретических моделей трудно сделать заметные обобщения для продуктивного использования обилия имеющихся данных по мониторингу.

Ключевые слова: экологическая и радиоэкологическая емкость, экологические риски, трассеры.

Актуальность работы. состоит в необходимости в создании подходов для опережающей оценки состояния биоты экосистем при различных факторах воздействия физической и химической природы. Эту роль может выполнить развиваемая нами теория и модели радиоемкости экосистем.

Предложен новый подход к оценке состояния биоты экосистемы - по поведению параметра радиоемкости. Здесь радиоемкость определяется как предельное количество радионуклидов, которое по своему дозовому воздействию еще неспособно нарушить основные функции биоты: способность

сохранять биомассу и кондиционировать среду обитания. Построены модели радиоемкости экосистем и предложены параметры, способные адекватно реагировать на воздействие разных факторов (γ -облучения, тяжелых металлов). По результатам проведенных экспериментов предложенные параметры оказались способными четко отображать влияние факторов на биоту и опережать по своим реакциям биологические ростовые показатели. Показано, что реакция параметров радиоемкости может служить в качестве экологического градусника, измеряющего состояние и благополучие биоты, и

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

быть мерой для эквидозиметрической оценки влияния радиационного и химического факторов.

Нами разработаны и построены модели для оценки параметров радиоемкости разных типов экосистем – наземных, водных, лесных, горных, луговых и городских экосистем. Полагаем, что такой универсальный подход к моделированию радиоемкости разного типа экосистем позволяет универсальным образом описывать самые разные экосистемы, а значит, и сравнивать их по этим показателям.

Представление о факторе радиоемкости, предложенное Агре и Корогодиным в 1960 г., положено нами в основу новой радиоэкологической концепции. Радиоемкость экосистем определяется как предел депонирования радионуклидов в экосистеме и ее элементах, выше которого может происходить угнетение, подавление и гибель биоты экосистемы [1–4].

Таким образом предложен новый подход к оценке состояния биоты экосистемы - по поведению параметра радиоемкости. Здесь радиоемкость определяется нами как предельное количество радионуклидов, которое по своему дозовому воздействию еще не способно нарушить основные функции биоты: способность сохранять биомассу и кондиционировать среду обитания. Построены модели радиоемкости экосистем и предложены параметры, способные адекватно реагировать на воздействие разных факторов (γ-облучения, тяжелых металлов). По результатам проведенных экспериментов предложенные параметры оказались способными четко отображать влияние факторов на биоту и опережать по своим реакциям биологические ростовые показатели. Показано, что реакция параметров радиоемкости может служить в качестве экологического термометра, измеряющего состояние и благополучие биоты, и быть мерой для эквидозиметрической оценки влияния радиационного и химического факторов. Разработаны модель и параметр для оценки синергизма действия комбинированных факторов. Показано, что в динамике роста биоты в экосистемах характер взаимодействия разных факторов меняется от синергизма до антагонизма. Далее нами показана ведущая роль процессов восстановления при действии на биоту радиационного и химического факторов [1–7].

После Чернобыльской аварии такой трассер является неизбежным спутником в жизни биологических объектов практически всех экосистем Украины. Исследования показали, что распределение и перераспределение данного трассера в водных и наземных экосистемах четко реагирует на все существенные внешние влияния (климат, паводки, контрмеры и т.п.), а также на разные типы загрязнителей (тепловые сбросы, дозы облучения, химические поллютанты и т.п.). При этом было показано, что ни одно существенное влияние на экосистему не может не отразиться на распределении трассера и на параметрах радиоемкости по нему. Такой подход, развиваемый в наших исследованиях, позволит, по нашему мнению, применить параметры радиоемкости для эквидозиметрической

унифицированной оценки действия самых разных факторов на биоту экосистем. На этой основе нами предложен метод экологического нормирования для определения допустимых уровней воздействия поллютантов на биоту экосистем. Фактор радиоемкости - определяет долю радионуклидов, удерживаемых в биотических и абиотических компонентах экосистемы [5–9].

Цель работы – сформировать подходы для опережающей оценки состояния биоты экосистем при различных факторах воздействия.

Материалы и результаты исследования. Основным методом исследования является создание моделей для оценки синергизма действия на биоту различных факторов физической и химической природы. Основные параметры для модели получены нами в экспериментальных исследованиях на водной культуре растений кукурузы и из полевых натуральных наблюдений привлекаемых для оценки параметров скоростей перехода поллютантов

1. Модель и параметр для оценки синергизма действия комбинированных факторов

Показано, что в динамике роста биоты в экосистемах характер взаимодействия разных факторов меняется от синергизма до антагонизма. Показана ведущая роль процессов восстановления при действии на биоту радиационного и химического факторов [10–12].

Проанализировано возможное влияние разных факторов (радиации – γ-облучения и химического фактора – внесения соли тяжелого металла кадмия) на параметр радиоемкости данной упрощенной экосистемы. Речь идет об определении меры количественной оценки синергизма или антисинергизма действия разных факторов на биоту экосистемы.

Определяем коэффициент синергизма как:

$$P = \frac{Z_{Cd+обл}}{Z_{Cd} \cdot Z_{обл}} \cdot Z_0 \quad 1)$$

где Z_0 – отношение факторов радиоемкости биоты контрольного варианта; $Z_{Cd+обл}$ – отношение при комбинированном воздействии радиации и токсического металла; Z_{Cd} и $Z_{обл}$ – отношения для независимых влияний каждого из факторов. Если $p = 1$, то понятно, что никакого синергизма в действии разных факторов на параметры радиоемкости нет. Если $p < 1$, то это может свидетельствовать о существенном вкладе синергизма, т. е. усиления действия двух факторов в сравнении с действием отдельно каждого из этих факторов. Если же $p > 1$, то мы имеем дело с антисинергизмом, т.е. с явлением, когда первый фактор уменьшает негативное действие второго или наоборот.

Таким образом, нами разработана схема и введен параметр для оценки степени синергизма разных факторов через вышеупомянутый коэффициент- p . Как уже показано выше, когда время наблюдения велико, то можно рассчитать и оценить фактор радиоемкости для биоты и для воды следующим образом:

Фактор экологической емкости и радиоемкости

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

конкретного елемента екосистеми и/или ландшафта (F_j) определяется с использованием камерных моделей (2):

$$F_j = \sum a_{ij}/(a_{ij} + \sum a_{ji}), \quad (2)$$

где $\sum a_{ij}$ – сумма скоростей перехода поллютантов и трасеров из разных составляющих экосистемы в конкретный элемент экосистемы, согласно камерных моделей, а $\sum a_{ji}$ – сумма скоростей перехода поллютантов и трасеров из исследуемой камеры J – в другие составляющие экосистемы сопряженных с ними.

Показано, что соотношение скоростей поглощения и оттока трасеров и элемента минерального питания калия пропорционально биомассе биоты и коэффициенту накопления в системе "вода – биота".

2. *Моделирование и теоретический анализ радиоемкости ландшафтов*

Исследования показывают, что скорость передвижения радионуклидов в ландшафте определяется, в основном, несколькими исходного полигона и структуры его рельефа. Используя параметры, управляющие перераспределением радионуклидов в ландшафте построены карты динамики загрязнения ландшафта Cs-137, и карта перераспределения в через 10, 20 и 30 лет после аварии [11, 12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Kutlakhmedov Y., Korogodin V., Kutlakhmedova-Vyshnyakova V. Radiocapacity of Ecosystems // J. Radioecol. – 1997. – 5 (1). – P. 25–35.

2. Агре А.Л., Корогодина В.И. О распределении радиоактивных загрязнений в медленно обмениваемом водоеме // Мед. радиология. – 1960. – № 1. – С. 67–73.

3. Кутлахмедов Ю.А., Корогодина В.И., Кольтов В.К. Основы радиоэкологии. – Киев: Выща шк., 2003. – 319 с.

4. Поликарпов Г. Г., Цыцугина В. Г. Гидробионты в зоне влияния аварии на Кыштыме и в Чернобыле // радиационная биология и радиоэкология. – 1995. – Т. 35, № 4. – С. 536–548.

5. Amiro B.D. (1992): Radiological Dose Conversion Factors for Generic Non-human Biota. Used for Screening Potential Ecological Impacts // J. Environ. Radioactivity. – Vol. 35, № 1. – P. 37– 51.

6. Кутлахмедов Ю.А., Петрусенко В.П. Оцінка і прогноз розподілу радіонуклідів у типовій екосистемі схилів для ландшафтів України // Вісник Національного авіаційного університету. – 2006. – № 2. – С. 134–136.

7. Кутлахмедов Ю.А., Петрусенко В.П. Аналіз ефективності контрзаходів для захисту екосистем на схиліх ландшафтах методом камерних моделей // Вісник Національного авіаційного університету. – 2006. – № 4. – С. 163–165.

8. Матвеева И.В. Дослідження та оцінювання надійності систем транспорту радіонуклідів у локальній агроекосистемі. – 2011, Вісник національного авіаційного Університету № 2(47). – С. 148-154.

Выводы. Метод использования аналитической ГИС технологии в современной радиоэкологии может быть плодотворно использован в общей экологии. Предложенные здесь методы и методики радиоэкологических исследований на основе теории и моделей надежности и радиоемкости биоты экосистем, могут быть с успехом использованы при решении различных проблем современной экологии.

Это прежде всего проблема создания системы экологического нормирования вредных факторов через реакции той биоты, которая может испытывать наибольшее вредное воздействие при внесении в экосистемы самых разных поллютантов.

На этой теоретической базе могут быть созданы эффективные методы оценок экологических рисков от воздействия на биоту физических, химических и других загрязнителей.

Использование радиоактивных трасеров (например Cs-137), позволяет на основе теории и моделей надежности и радиоемкости экосистем исследовать фундаментальные характеристики биоты и устанавливать закономерности распределения и перераспределения поллютантов по поведению радиоактивных трасеров, «щедро» разбросанных после Чернобыльской аварии на территории Украины, Белоруссии и России.

9. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Заитов В.Р. Моделирование радиоэкологических процессов методом камерных моделей на примере села Вольнской области // Вісник Національного авіаційного університету. – 2005. – № 3. – С. 173 – 176.

10. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Исаенко В.Н. Особенности радиоэкологических процессов в селе Тернопольской области, оцененных по методу камерных моделей // Вісник Національного авіаційного університету. – 2006. – № 2. – С. 126–128.

11. Кутлахмедов Ю.А., Корогодина В.И., Родина В.В., Матвеева И.В., Петрусенко В.П., Саливон А.Г., Леншина А.Н. Теория и модели радиоемкости в современной радиоэкологии. В сб. материалов Международной конференции «Радиоэкология: итоги, современное состояние и перспективы» – Москва, 2008. – С. 177–193.

12. Гродзинський Д.М., Кутлахмедов Ю.О., Михеев О.М., Родина В.В. Методи управління радіоемністю екосистем // Під редакцією акад. Д. М. Гродзинського. – Київ: Фітосоціонер, 2006. – 172 с.

REFERENCES

1. Kutlakhmedov Y., Korogodin V., Kutlakhmedova-Vyshnyakova V. Radiocapacity of Ecosystems // J. Radioecol. – 1997. – 5 (1). – P. 25–35 [in English].

2. Agra A.L., Korogodin V.A. About distributing of radioactive contamination in the slowly exchanged reservoir // Med. radiology. – 1960. - № 1. – P. 67 – 73 [in Russian].

3. Kutlakhmedov Y.A. and others. Fundamentals of radioecology // Kutlakhmedov Y.A., Korogodin V.A.,

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Kol'tover V.K. – Kiev: Vischa shk. 2003. – 319 p. [in Russian].

4. Polikarpov G.G., Cycugina V.G. Hidrobionty in the affected of failure zone on Kyshtyme and in Chernobyle // Radioactive biology and radioecology. – 1995.– Ts. 35, № 4. – P. 536 – 548 [in Russian].

5. Amiro B.D. (1992): Radiological Dose Conversion Factors for Generic Non-human Biota. Used for Screening Potential Ecological Impacts, J. Environ. Radioactivity Vol. 35, № 1, P. 37–51 [in English].

6. Kutlahmedov Y.O., Petrusenko V.P. Estimation and prognosis of distributing of radionuclids in typical slope ecosystem for Ukraine landscapes // Herald of the National Aviation University. – 2006. – № 2. – P. 134–136 [in Ukrainian].

7. Kutlahmedov Y. O., Petrusenko V. P. Analises to efficiency of counter-measures for defence of ecosystem on slope landscapes by the method of chamber models // Herald of the National Aviation University. – 2006. – № 4. – P. 163–165 [in Ukrainian].

8. Matveeva I. V. Research and evaluation of reliability of the radionuclids transport systems in local

agroecosystem // Herald of the National Aviation University. – 2011, № 2(47), P. 148–154 [in Ukrainian].

9. Kutlahmedov Y.O., Matveeva I.V., Zaitov V.R. Modelling of radioecologic processes by the method of chamber models on the example of village sat down in the Volhynia oblast. Herald of the National Aviation University. – 2005. – № 3. – P. 173–176 [in Ukrainian].

10. Kutlahmedov Y.A., Matveeva I.V., Isaenko V.N. Feature of radioecologic processes in the village of the Ternopol oblast, estimated by method of chamber models. Herald of the National Aviation University. – 2006. – № 2. – P. 126–128 [in Russian].

11. Kutlahmedov Y.A., Korogodin V.A., Rodina V. V., Matveeva I.V., Petrusenko V.P., Salivon A.G., Lenshina A.N. Theory and models of radiocapacity in modern radioekology // Collect. matiarials of the International conference «Radioekology: results, modern state and prospects», Moscow, 2008. – P. 177 – [in Russian].

12. Grodzinskiy D.M., Kutlahmedov Y.O., Miheev O.M., Rodina V.V. Methods management of ecosystem a radiocapacity // Edited by akad. D. M. Grodzinskiy, Kyiv: Fitosocioner, 2006. – 172 p. [in Ukrainian].

Рекомендовано до друку д.ф-м.н., проф. Єлізаровим О.І.