

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭКОСИСТЕМЫ ПО ДАННЫМ
МОНИТОРИНГА И МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДИДОРОВСКОГО
КАСКАДА ПРУДОВ НПП «ГОЛОСЕЕВСКИЙ» (Г.КИЕВ)**

Кравец М.А., Кутлахмедов Ю. А.

Национальный авиационный университет, Киев, Украина

maria050690@ukr.net, ecoetic@yandex.ru

Построена базовая модель содержания радионуклида Cs-137 в каскаде Дидоровских прудов. Получены данные мониторинга каскада. На основе натуральных данных, проведена экстраполяция базовой модели и получена точная модель каскада. В результате экстраполированной модели сделаны выводы относительно накопления радионуклидов Cs-137 в каскаде Дидоровских прудов в течение 50 лет.

Ключевые слова: радиоактивность, камерные модели, миграция радионуклидов.

Голосеевский лес испытал и испытывает влияние загрязнений после аварии на Чернобыльской АЭС. Лес является своеобразным барьером на пути распространения загрязнений и аккумулятором различных веществ, в том числе и токсичных. Голосеевские пруды испытывают усиленное эвтрофирование, в связи со сбросами загрязняющих веществ. Для изучения экологических процессов предлагаем использование радионуклидов в качестве трассеров, так как ^{137}Cs является аналогом калия, который чётко отражает состояние биоты. Для каскадов Голосеевских прудов характерен медленный приток воды, достаточный для установления равновесия между водой, биотой и донными отложениями. Эти же модели можно использовать для изучения распространения таких загрязнителей, как Pb, Zn, Cd и других тяжелых металлов по каскадам озер.

Цель работы — построить модель каскада Дидоровские прудов и провести ее анализ.

Материалы и методы исследований

Отбирались пробы донных отложений, биоты и почвы Дидоровского каскада водоемов. С каждого пруда были отобраны по 2 пробы. Отобранные пробы высушивались и были измерены на содержание ^{137}Cs , с помощью гамма-спектрометра СЕГ-01.

Для описания миграции радионуклидов в экосистемах использован метод камерных моделей [1]. Взаимодействие между камерами задается с помощью коэффициентов переноса радионуклидов из одной камеры в другую за единицу времени (чаще за год). Коэффициенты выбираются по натурными исследованиями и по расчетам [2].

В программе Maple на основе дифференциальных уравнений. В построенные модели (рис. 1) включены камеры: «почва», «вода», «донные отложения», «биота».

Построение и анализ базовой модели каскада Дидоровские прудов

Базовая модель Голосеевских прудов построена на основе блок-схемы и учитывает скорости перехода радионуклидов между камерами и внутри каждой камеры:

$$\begin{aligned} dX1/dt &= a41 \cdot S1(t) - (a13 + \\ &+ a12 + a15) \cdot X1(t), \\ dY1/dt &= a12 \cdot X1(t), \\ dZ1/dt &= a13 \cdot X1(t), \\ dS1/dt &= -a41 \cdot S1(t), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dX2/dt &= a85 \cdot S2(t) - (a57 + \\ &+ a56 + a59) \cdot X2(t), \\ dY2/dt &= a56 \cdot X2(t), \\ dZ2/dt &= a57 \cdot X2(t), \\ dS2/dt &= -a85 \cdot S2(t), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dX3/dt &= a129 \cdot S3(t) - (a911 \\ &+ a910 + a913) \cdot X3(t), \\ dY3/dt &= a910 \cdot X3(t), \\ dZ3/dt &= a911 \cdot X3(t), \\ dS3/dt &= -a129 \cdot S3(t), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dX4/dt &= a1613 \cdot S4(t) - (a1315 + \\ &+ a1314 + a1317) \cdot X4(t), \\ dY4/dt &= a1314 \cdot X4(t), \\ dZ4/dt &= a1315 \cdot X3(t), \\ dS4/dt &= -a1613 \cdot S4(t), \end{aligned}$$

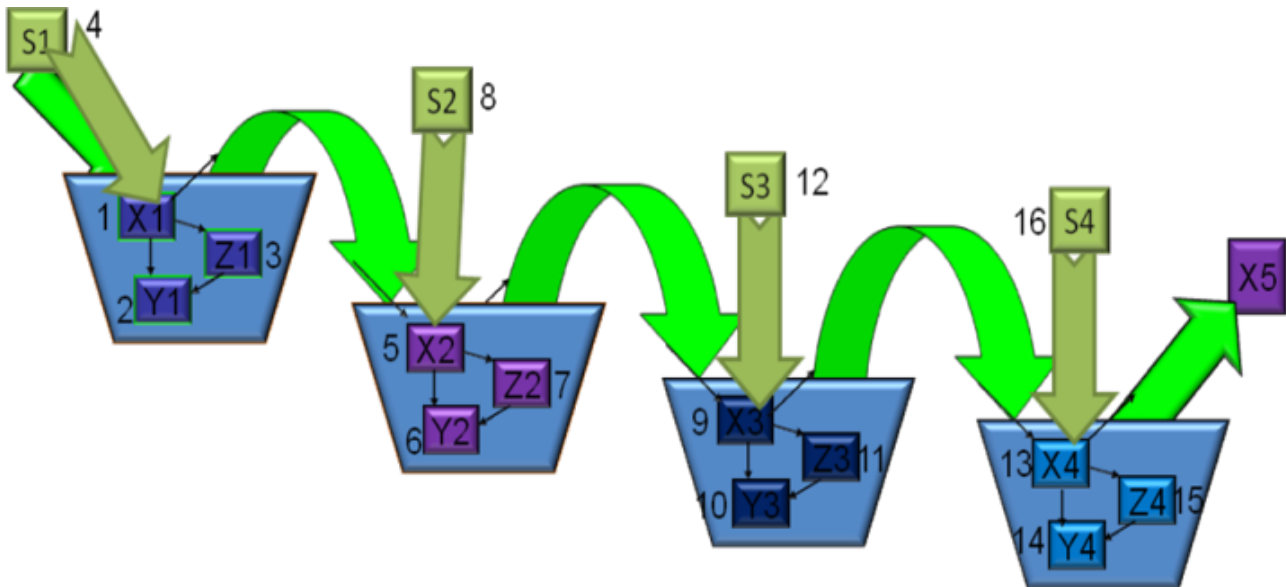


Рисунок 1. Блок-схема каскада Голосеевских прудов. X – вода, Y – донные отложения, Z – биота, S – почва.

где a – коэффициенты перехода радионуклидов между камерами, X1-4 – вода, Y1-4 – донные, Z – биота, S1-4 – почва.

Средние значения скоростей переноса взятые по натурным исследованиям и по результатам расчётов: $a_{41} = 0.05$, $a_{12} = 0.6$, $a_{13} = 0.35$, $a_{15} = 0.05$, $a_{85} = 0.03$, $a_{56} = 0.6$, $a_{57} = 0.35$, $a_{59} = 0.05$, $a_{129} = 0.03$, $a_{910} = 0.6$, $a_{911} = 0.35$, $a_{913} = 0.05$, $a_{1613} = 0.02$, $a_{1314} = 0.6$, $a_{1315} = 0.35$, $a_{1317} = 0.05$.

Результаты исследования по модели показаны на рис. 2-3.

В результате наибольшее накопление радионуклидов в первом пруду. Заметна постепенная очистка от радионуклидов по каскаду. Со временем наблюдается накопление в донных отложениях и биоте ^{137}Cs .

Экстраполяция и анализ модели согласно результатам натурных исследований.

Результаты натурных исследований (средние значения) представлены в табл.1.

Экстраполяция проводится на 29 год и сравнивается с результатами проведенного мониторинга. Коэффициенты были скорректированы согласно натурных данных: $a_{41} = 0.05$, $a_{12} = 0.104$, $a_{13} = 0.115$, $a_{15} = 0.05$, $a_{85} = 0.03$, $a_{56} = 0.98$, $a_{57} = 0.86$, $a_{59} = 0.05$, $a_{129} = 0.03$, $a_{910} = 0.46$, $a_{922} = 0.38$, $a_{913} = 0.05$, $a_{1613} = 0.02$, $a_{1314} = 0.647$, $a_{1315} = 0.38$, $a_{1317} = 0.05$.

В результате получены следующие графики (рис.4-5) по Дидоровскому каскаду:

Наибольшее накопление ^{137}Cs наблюдается в 1-ом пруду и дальше концентрации уменьшаются по каскаду. Наблюдается значительная роль биоты в накоплении радионуклидов по Ди-

доровскому каскаду. В первом пруду она накапливает немного больше в биоте. Далее определяющая роль принадлежит донным отложениям, но роль биоты остается значительной.

Выводы

В результате работы получена адекватная модель накопления радионуклидов ^{137}Cs в каскаде Дидоровских прудов. Базовая модель была экстраполирована после получения натурных данных. Модель показала определяющую роль биоты в данном каскаде. С одной стороны депонирования радионуклидов растительной массой обеспечивает очистку воды, а с другой – масса растений является основной составляющей первого трофического уровня и поступления радионуклидов в организм животных и особенно в организм рыб-фитофагов.

Также наблюдается уменьшение концентраций радионуклидов при прохождении по каскаду. Важными естественными факторами самоочищения водных масс является седиментационные процессы – адсорбция радионуклидов на твердых взвешенных частицах и их осаждения в донные отложения.

Список литературы

1. Кутлахмедов Ю. А. Радиоэкология. / Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И. В., Петрусенко В. П., Родина В. В. – К.: ДЭА 2011. – 192 с.
2. Кутлахмедов Ю. А. Радиоэкология. Камерные модели: учеб. пособие. / Кутлахмедов Ю. А., Матвеева И. В. Петрусенко В. П., Родина В. В. – К.: НАУ, 2013. – 84 с.

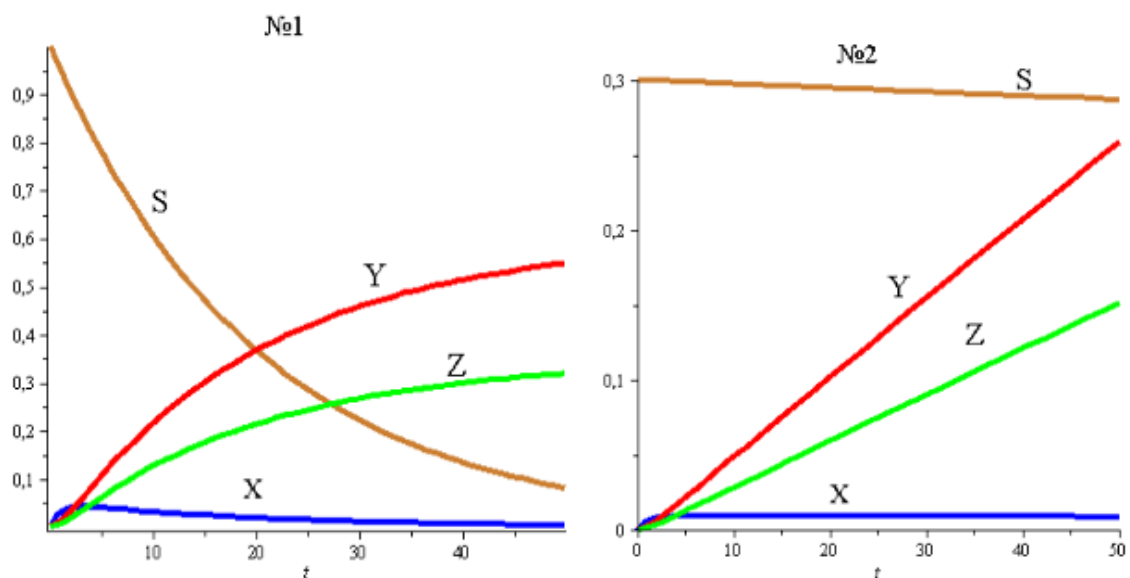


Рисунок 2. Динамика концентрации радионуклидов в течение 50 лет в 1, 2 пруду.

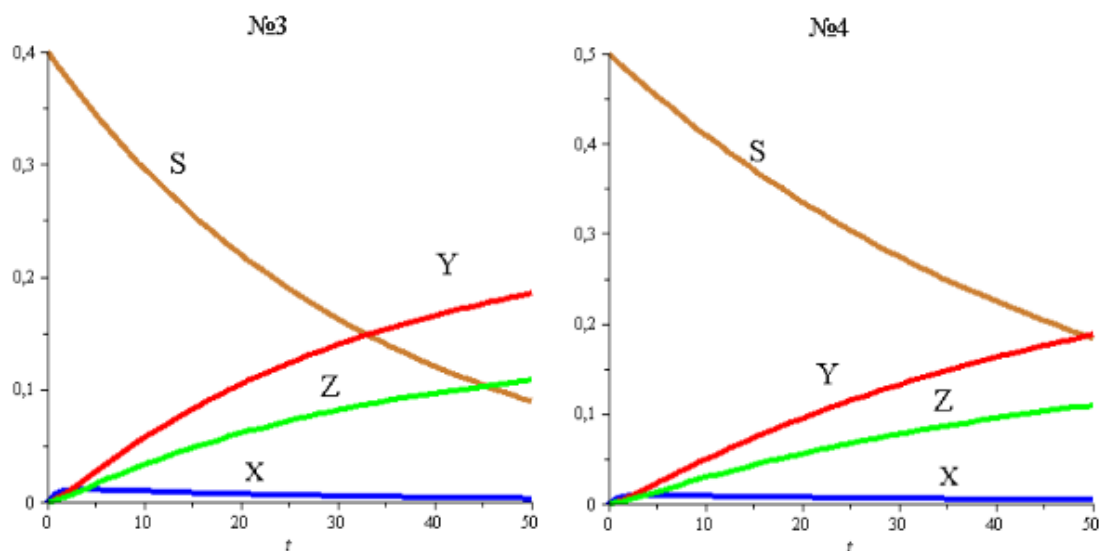


Рисунок 3. Динамика концентрации радионуклидов в течение 50 лет в 3, 4 пруду.

Таблица 1. Содержание ^{137}Cs в компонентах Дидоровского каскада прудов.

№ пруда	A (Бк) Донные	A (Бк) Почва	A (Бк) Биота
1	56,35	166	62,35
2	43,125	51,325	37,6
3	38,6	73,275	37,875
4	30,425	61,225	26,475

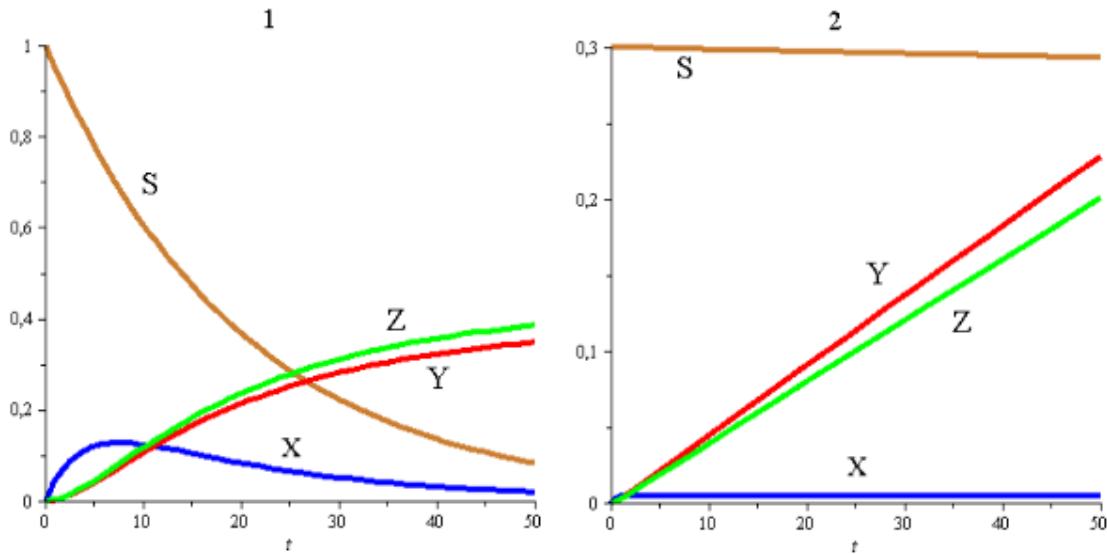


Рисунок 4. Динамика концентрации радионуклидов в течение 50 лет в 1, 2 пруду.

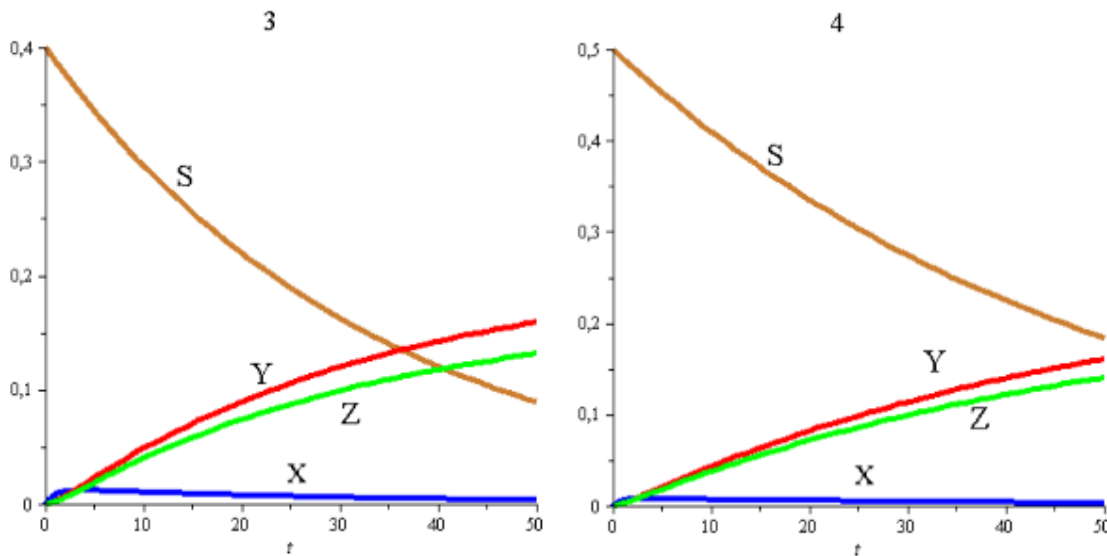


Рисунок 5. Динамика концентрации радионуклидов в течение 50 лет в 3, 4 пруду.

RECONSTRUCTION OF THE ECOSYSTEM MONITORING DATA AND MODELING THE EXAMPLE DIDOROVSKIY CASCADE OF PONDS NPP GOLOSEEVSKY (KIEV)

Kravets M.A., Kutlahmedov Yu.A.

National Aviation University, Kiev, Ukraine

maria050690@ukr.net, ecoetic@yandex.ru

Constructed a basic model of the radionuclide content of Cs-137 in the cascade Didorovsky ponds. The data monitoring stage. Based on field data, carried out the extrapolation of the basic model and obtain an accurate model of the cascade. As a result, the extrapolated model conclusions concerning the accumulation of radionuclides Cs-137 in the cascade Didorovskih ponds for 50 years.

Keywords: radioactivity, chamber model, migration of radionuclides.