

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КРУГОВОРОТА РАДИОЦЕЗИЯ В ЭКОСИСТЕМЕ ДУБРАВЫ В КВАЗИРАВНОВЕСНОМ СОСТОЯНИИ

Мамихин С.В., Манахов Д.В.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

svmamikhin@mail.ru

Модель посуточной динамики удельной активности ^{137}Cs в компонентах древостоя и почве дубравы ECORAD_D использована для расчета перераспределения ^{137}Cs между компонентами древостоя и физико-химическими формами его содержания в почве, которое сложится через 50 лет после аварии на Чернобыльской АЭС, когда ситуация в данной системе будет близка к квазиравновесной. Получены суммированные за год потоки перераспределения ^{137}Cs в системе, ранжированные по доле от суммарного загрязнения и по отношению запасов радионуклида к запасам фитомассы компонентов на единицу площади.

Построена имитационная модель посуточной динамики удельной активности ^{137}Cs в компонентах древостоя и почве дубравы ECORAD_D. Общая топологическая структура модели представлена на рис.1.

Модуль 1 состоит из 7 блоков, воспроизводящих метеорологические условия, поступление солнечной радиации на растительный покров, гидрологический и температурный режимы почвы, динамику запасов углерода в компонентах древесного и травянистого ярусов и в почве. Из этого модуля осуществляется передача в другие модули необходимых для их работы расчетных данных по запасам углерода, интенсивности опада и дыхания, по скорости прохождения фенологического цикла (фенологическое время рассчитывается в соответствии с варьированием метеопказателей конкретного года по отношению к среднесезонным величинам). Подробное описание алгоритма данного модуля представлено в нашей монографии [1].

В модуле 3 воспроизводится с шагом в одни сутки динамика содержания радиоцезия в компонентах древостоя и почве. Исходные данные, необходимые для работы модуля 3, рассчитываются в модуле 1 с шагом в 1 час.

Алгоритм модуля 3, отражающий основные составные механизма поведения радиоцезия в лесной экосистеме, характеризуется, следующим:

- Предполагается, что поведение ^{137}Cs в растительном покрове подчиняется тем же закономерностям, что и поведение калия.
- Динамика радиоцезия рассматривается в связи с динамикой фитомассы.
- Содержание ^{137}Cs в растительности подразделяется на две части (наружное и внутреннее загрязнение), динамика которых рассматривается отдельно. Критерием такого разделения является путь поступления радионуклида в структурную часть растения. Внутреннее загрязнение обусловлено поступлением радионуклида в растение из почвы через корневую систему или из других частей растения в результате перераспределения. Наружное загрязнение обусловлено только прямым попаданием радионуклида на поверхность наземной части растения.
- Ведущим фактором, обуславливающим характер поведения радионуклида в системе “почва – растительный покров”, является гидроморфность экотопа.

Развитие выдвигавшихся априорных предположений о механизме поведения ^{137}Cs осуществлялось в ходе численных экспериментов на модели путем подбора соответствующего алгоритма до достижения адекватности результатов расчетов с нашими данными по многолетней динамике содержания радиоцезия в компонентах аналогичной лесной экосистемы.

Калибровка модели проводилась по данным собственных исследований 1986 – 1994 гг. в 30-км зоне аварии ЧАЭС. Проверка – по результатам сторонних исследователей.

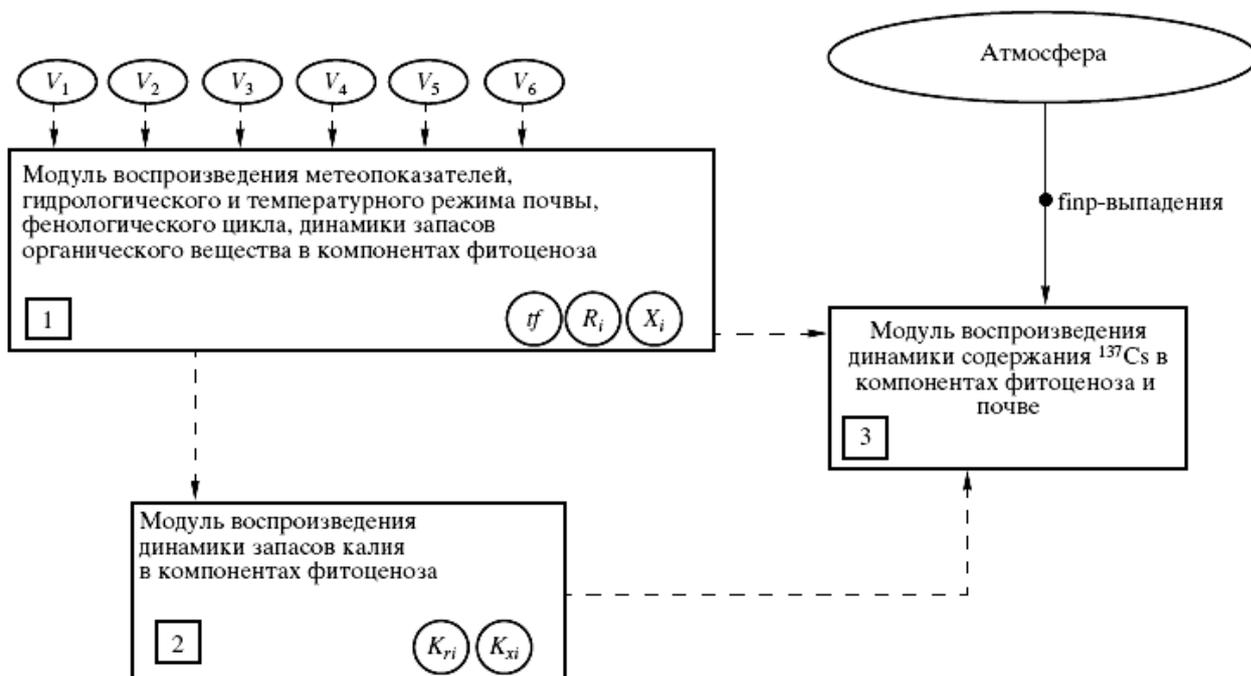


Рис. 1 Структура модели (в эллипсах – входные переменные: V_1, \dots, V_5 (среднемесячные температура воздуха, относительная влажность воздуха, облачность, скорость ветра и месячная сумма осадков); в кружках - переменные, значения которых и величины определяющих их потоков передаются в другие модули: t_f – фенологическое время, R_i и X_i – запас органического вещества в корнях и компонентах надземной части древостоя, K_{ri} и K_{xi} – запас K в них)

Нами, с помощью представленной модели, был произведен расчет перераспределения ^{137}Cs между компонентами древостоя и почвой, которое сложится через 50 лет после Чернобыльской аварии, когда ситуация в данной системе будет близка к квазиравновесной. Результаты расчета были представлены в виде балансовой модели. Глобальное загрязнение не учитывалось. По нашим расчетам, к этому моменту, при отсутствии вторичного загрязнения путем ветрового переноса, древостой полностью очистится от наружного загрязнения и удельная активность ^{137}Cs в компонентах будет целиком обеспечиваться корневым поступлением. По запасам ^{137}Cs компоненты древостоя распределяются следующим образом: наибольшее количество радионуклида депонируется в крупных корнях, затем следуют кора, древесина, ветви, листья и мелкие корни.

На рис.2 представлены суммированные за год потоки перераспределения ^{137}Cs в системе, ранжированные по доле от суммарного загрязнения и по отношению запасов ^{137}Cs к запасам фитомассы компонентов на единицу площади (в $\text{Бк}/\text{м}^2/\text{г С орг. вещества}/\text{м}^2$). По абсолютной величине потоков компоненты распределяются строго по биомассе, за исключением того, что второй по этому критерию компонент (крупные корни) опередил древесину. По интенсивности же потоков на единицу фитомассы вперед вышли листья, ветви и мелкие корни, т.е. компоненты с большим удельным содержанием меристематических тканей, основных потребителей элементов минерального питания.

Для наглядного представления возможностей модели была разработана ее демонстрационная версия в виде приложения для Windows. Стартовая форма модели и окно выбора сценария радиационного инцидента представлены на рис. 3.

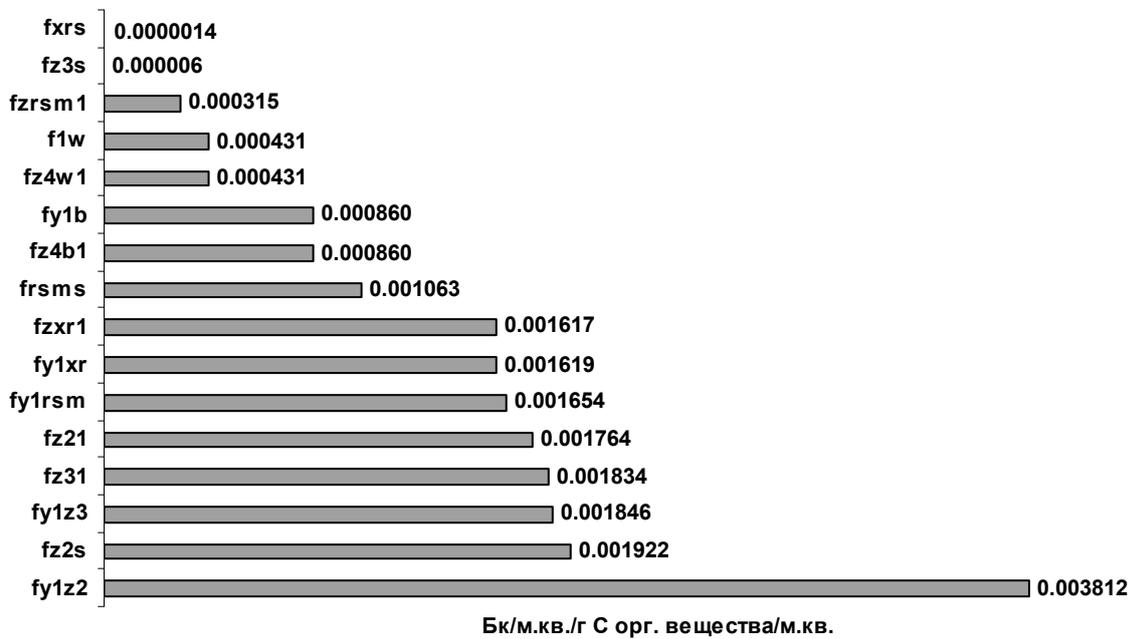
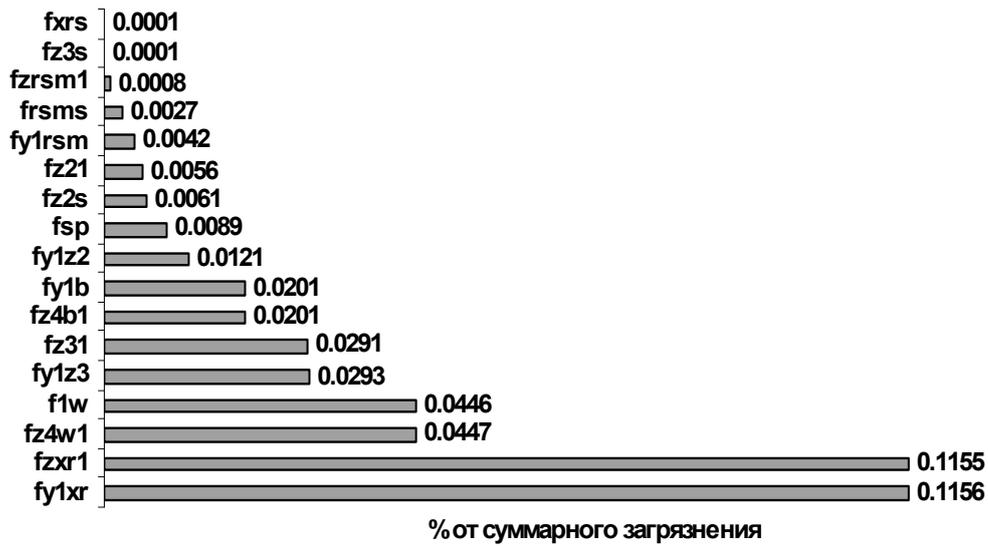


Рис. 2 Ранжирование потоков перераспределения Cs-137 в системе "почва - растения" снытевой дубравы

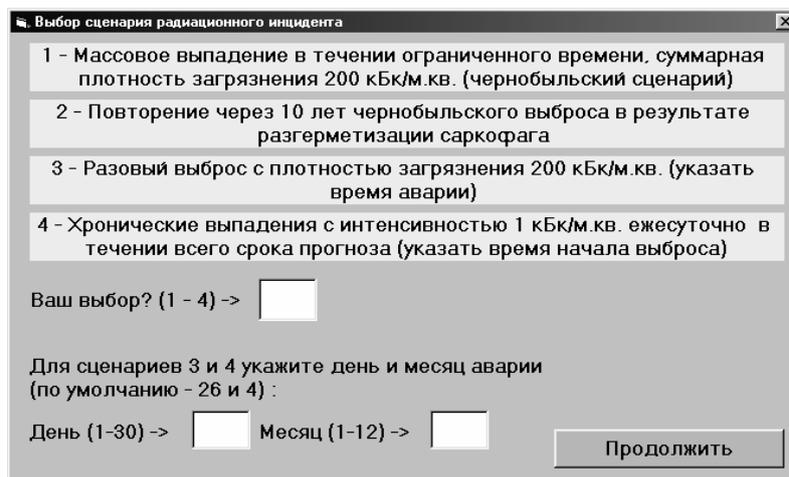


Рис. 3 Стартовая форма и окно выбора сценария радиационного инцидента в демонстрационной версии модели

Литература

1. Мамихин С.В. Динамика углерода органического вещества и радионуклидов в наземных экосистемах (имитационное моделирование и применение информационных технологий). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003.