

Q-model

(Ågren G. I., Bosatta E., 1998)

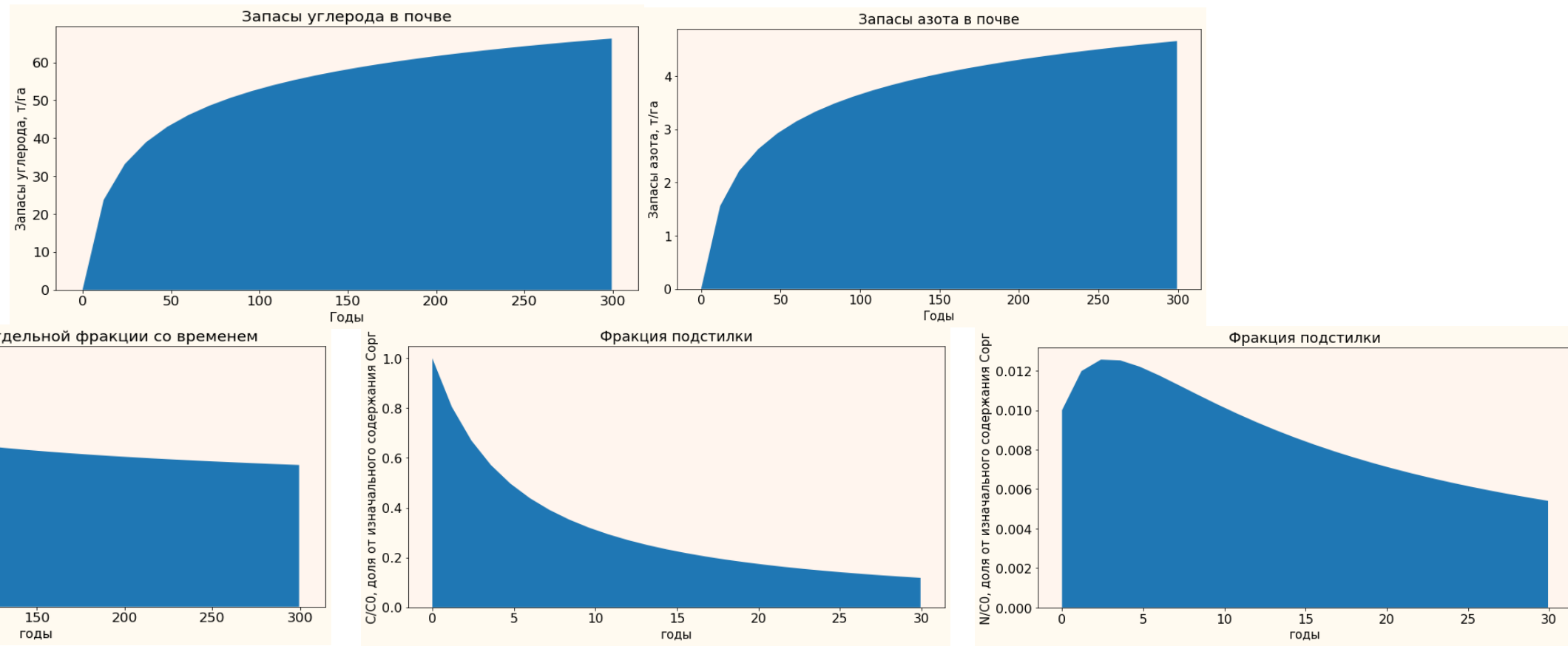
Термин качество (q) определяется как мера доступности субстрата для разложения.

В процессе разложения состав органического вещества почвы постоянно меняется в процессе преобразования различных соединений.

Однако наблюдается общая тенденция к накоплению более устойчивых компонентов со временем: свежее, легко разлагающееся органическое вещество повторно используется микроорганизмами и в конечном итоге трансформируется в совокупность устойчивых гуминовых веществ.

*Мы будем использовать термин **качество** и символ q , чтобы суммировать атрибуты органического вещества, которые определяют эту тенденцию (Bosatta, Agren, 1998).*

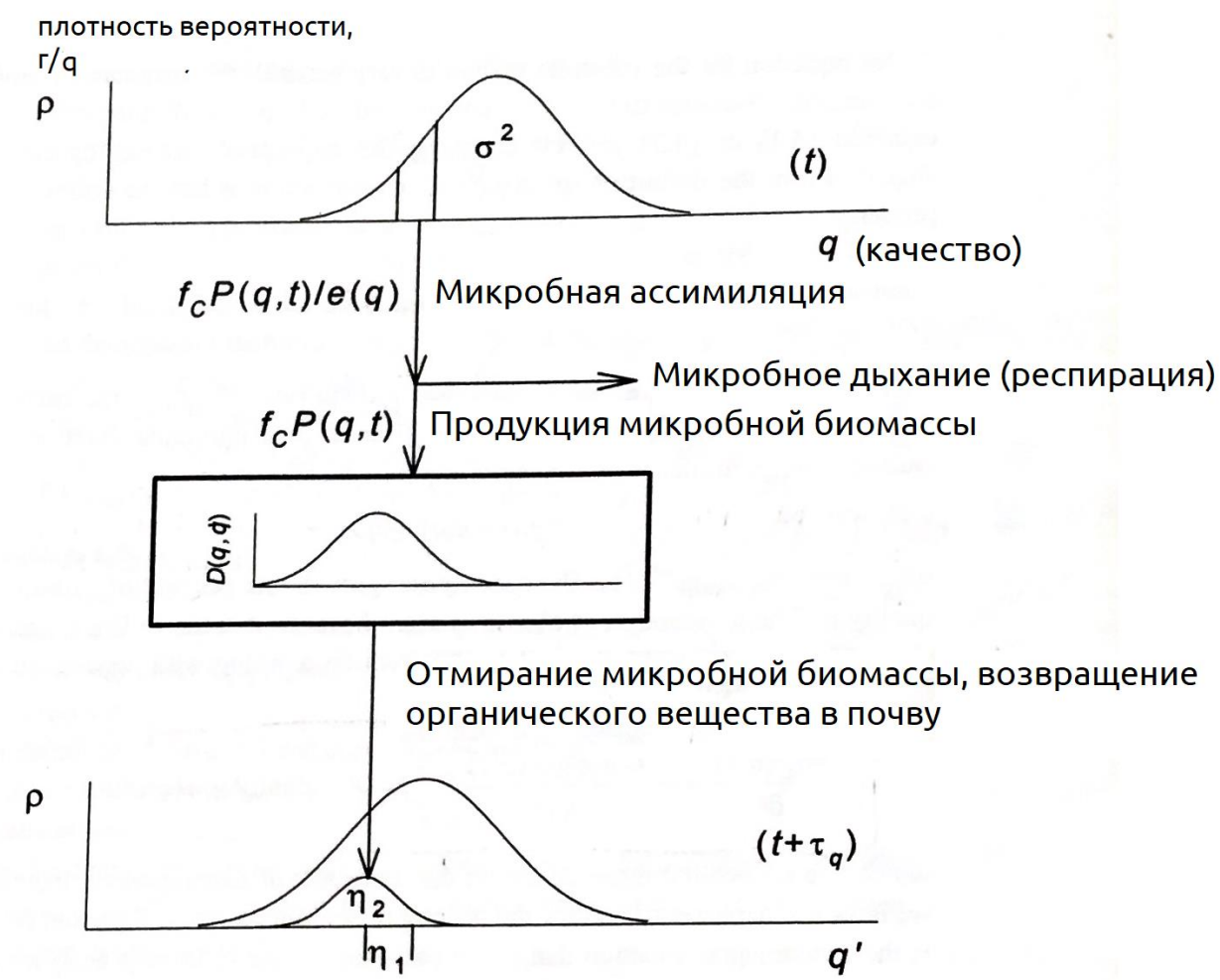
Модель
позволяет
прогнозировать:



Входные параметры модели:

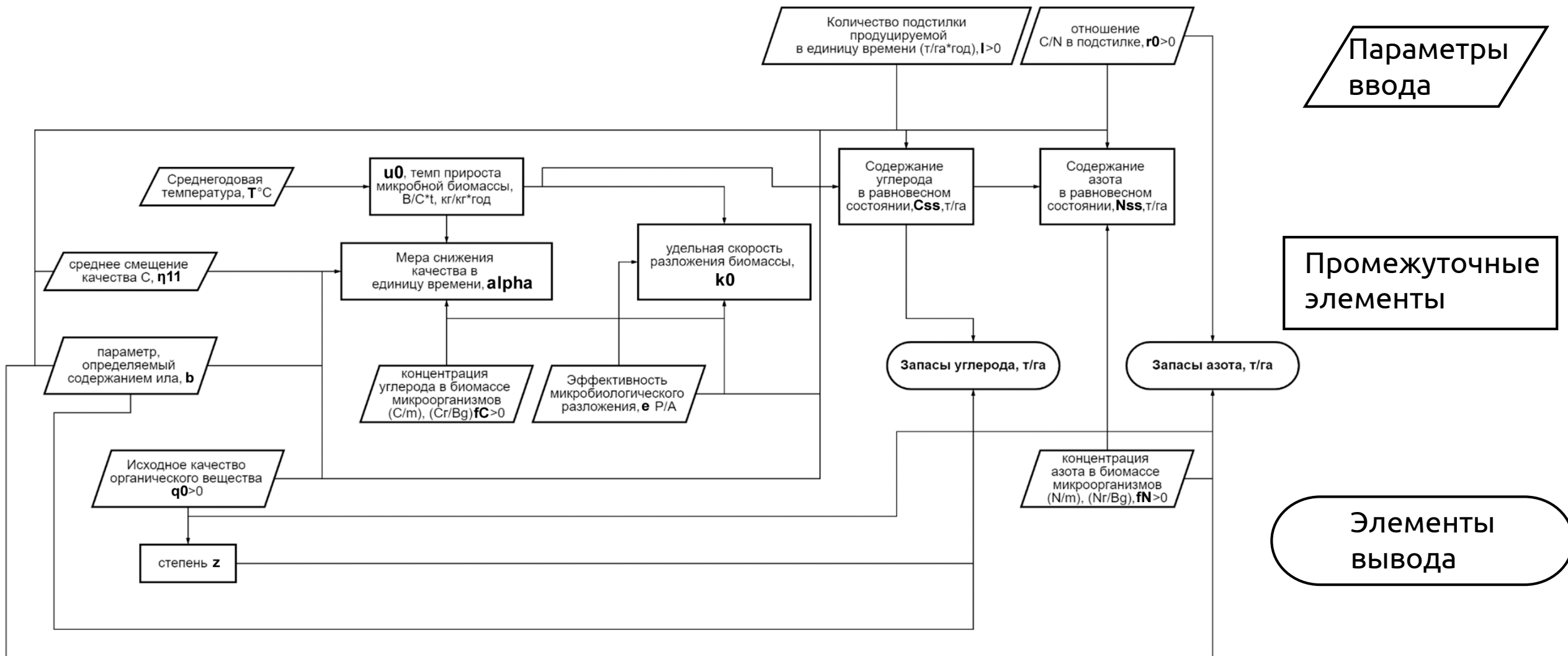
- l – количество подстилки (органического вещества), производимой биоценозом в единицу времени (т/га*год), референтное значение – $l = 4 \text{ тС/га}$ согласно [1];
- q_0 – исходное качество орг в-ва, референтные значения $q_0 = 0,99-1,01$ в зависимости от типа органических остатков [4], [6];
- e_0 – исходная эффективность микробиологического разложения. Доля подстилки/почвенного углерода, преобразованная в биомассу, от количества потребленного почвенного углерода (кгС/кгС) референтное значение $e_0 = 0,25$ [2];
- η_{11} – среднее смещение качества. Мера того, насколько ниже качеством углерода, образуемый разлагаемой биомассой, по отношению к потребленному углероду (упрощение от $D(q, q')$ (см. далее). Референтное значение $\eta_{11} = 0,36$ [2];
- β – параметр, описывающий темп изменения потребления углерода при изменении его качества q , референтное значение $\beta = 7$ [3];
- fC – содержание углерода в микробиоте, %, кгС/кг_{сухой вес}, референтное значение $fC = 0,5$ [2];
- fN – концентрация азота в микробиоте. Единица измерения: кг N/кг_{сухой вес} референтное значение $fN = 0,04$ [2];
- T – среднегодовая температура, °C. ($T > 0$) референтное значение $T = 4,8^\circ\text{C}$ [1];

Изменение качества органического вещества осуществляется в соответствии со следующей схемой, взято из [5]:



f_c - содержание углерода в микробной биомассе, %
 P - продукция микробной биомассы г/сек*г
 $e(q)$ - эффективность микробной продукции (P/A - продукция к ассимиляции)

1. Органическое вещество используется микроорганизмами в результате чего становится более устойчивым
2. Мера доступности органического вещества разложению – качество подстилки – описывается непрерывной переменной q ($0 < q < \infty$), распределение качества органического вещества описывается функцией плотности вероятности $\delta\rho C(q, t)$. $D(q, q')$ – дисперсия качества (доля Сорг, ассимилированного со значением качества q' , возвращаемая в субстрат со значением качества q) [5]



Запасы Азота*:
$$N_{soil}(q) = \frac{I}{f c u_0 q_0^\beta} \times \left\{ \frac{e_0}{1 - e_0 - \beta \eta_{11} e_0} \left[1 - \left(\frac{q(t)}{q_0} \right)^{\frac{1-e_0}{\eta_{11} e_0} - \beta} \right] - \frac{e_0}{1 - \beta \eta_{11} e_0} \times \left(\frac{fN}{fC} - r_0 \right) \left[1 - \left(\frac{q(t)}{q_0} \right)^{\frac{1-e_0}{\eta_{11} e_0} - \beta} \right] \right\} \quad (1)$$

Запасы Углерода*:
$$C_{soil}(q) = \frac{I}{f c u_0 q_0^\beta} \times \frac{e_0}{1 - e_0 - \beta \eta_{11} e_0} \left[1 - \left(\frac{q(t)}{q_0} \right)^{\frac{1-e_0}{\eta_{11} e_0} - \beta} \right] \quad (2)$$

*в почве в целом

Промежуточные элементы (функции)

- **$q(t)$** – качество органического вещества в зависимости от времени, б/р $q(t) = \frac{q_0}{[1 + \beta \eta_{11} f c u_0 q_0^\beta t]^{1/\beta}}$;
- **q_s** – среднее снижение качества по аналогии с $q(t)$ $q_s = (1 + \beta \eta_{11} f c u_0 q_0^\beta t)^{-\frac{1}{\beta}}$
- **u_0** – исходный темп прироста микробной биомассы (В/С*т – кг/кг*год) – определяется среднегодовой температурой, поэтому в явном виде не вводится наряду с остальными. $u_0 = 0,075 + 0,014T$;
- **α** – Мера снижения качества в единицу времени (б/р). $\alpha = \beta \eta_{11} f c u_0 q_0^\beta = \frac{\left\{ \left[\frac{q_0}{q(t)} \right]^\beta - 1 \right\}}{t}$;
- **k_0** – удельная скорость разложения, – кг/кг*год, $k_0 = f c \times (1 - e_0) \times u_0 \times q_0^\beta$;
- **$C(q)$** – содержание углерода в отдельной фракции подстилки, т/га;
- **$g(q)$** – доля сохранившегося Сорг фракции подстилки от его исходного содержания, $g(q) = \left(\frac{q}{q_0} \right)^{\frac{1-e_0}{\eta_{11} e_0}}$;
- **$h(q)$** – доля сохранившегося Норг фракции подстилки от его исходного содержания, $h(q) = r_0 - \frac{fN}{fC} q_s^{\frac{1}{e_0 \eta_{11}}} + \frac{fN}{fC} g(q)$;
- **z** – степень в уравнении для $g(q)$, введена для упрощения расчетов, $z = \frac{1-e_0}{\eta_{11} e_0}$;
- **C_{ss}** – содержание углерода в равновесном состоянии $C_{ss} = \frac{l}{f c u_0 q_0^\beta} \times \frac{e_0}{(1-e_0-e_0 \eta_{11} \beta)}$;
- **N_{ss}** – содержание азота в равновесном состоянии $N_{ss} = C_{ss} \frac{fN}{fC} - \frac{fN}{fC} r_0 \frac{(1-e_0-e_0 \eta_{11} \beta)}{(1-e_0 \eta_{11} \beta)} C_{ss}$
- **$D(q, q')$** – дисперсия качества (доля Сорг, ассимилированного со значением качества q' , возвращаемая в субстрат со значением качества q)

Список литературы

- 1. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем северной Евразии. – 1993.
- 2. Ågren G. I., Bosatta E. Quality: a bridge between theory and experiment in soil organic matter studies //Oikos. – 1996. – С. 522-528.
- 3. Ågren G. I., Bosatta E. Theoretical ecosystem ecology: understanding element cycles. – Cambridge University Press, 1998.
- 4. Berg B., Müller M., Wessén B. Decomposition of red clover (*Trifolium pratense*) roots //Soil Biology and Biochemistry. – 1987. – Т. 19. – №. 5. – С. 589-593.
- 5. Bosatta E., Agren G. I. Dynamics of carbon and nitrogen in the organic matter of the soil: a generic theory //The American Naturalist. – 1991. – Т. 138. – №. 1. – С. 227-245.
- 6. Hyvönen R. et al. Decomposition and nutrient release from *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus sylvestris* L. logging residues //Forest Ecology and Management. – 2000. – Т. 126. – №. 2. – С. 97-112.