

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

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

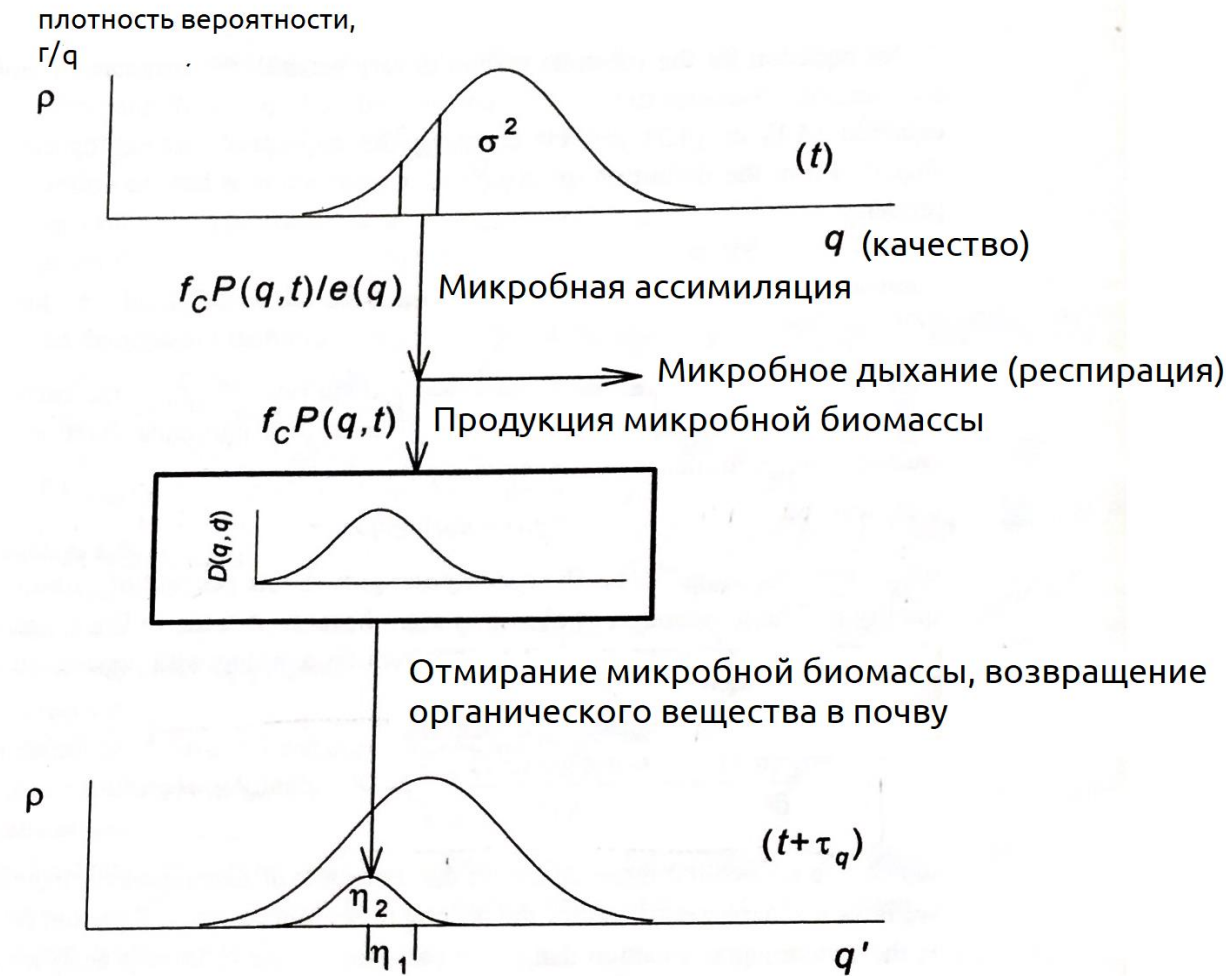
*Однако наблюдается общая тенденция к накоплению более устойчивых компонентов со временем: свежее, легко разлагающееся органическое вещество повторно используется микроорганизмами и в конечном итоге трансформируется в совокупность устойчивых гуминовых веществ.*

*Мы будем использовать термин **качество** и символ **q**, чтобы суммировать атрибуты органического вещества, которые определяют эту тенденцию (Bosatta, Agren, 1991).*

# Входные параметры модели:

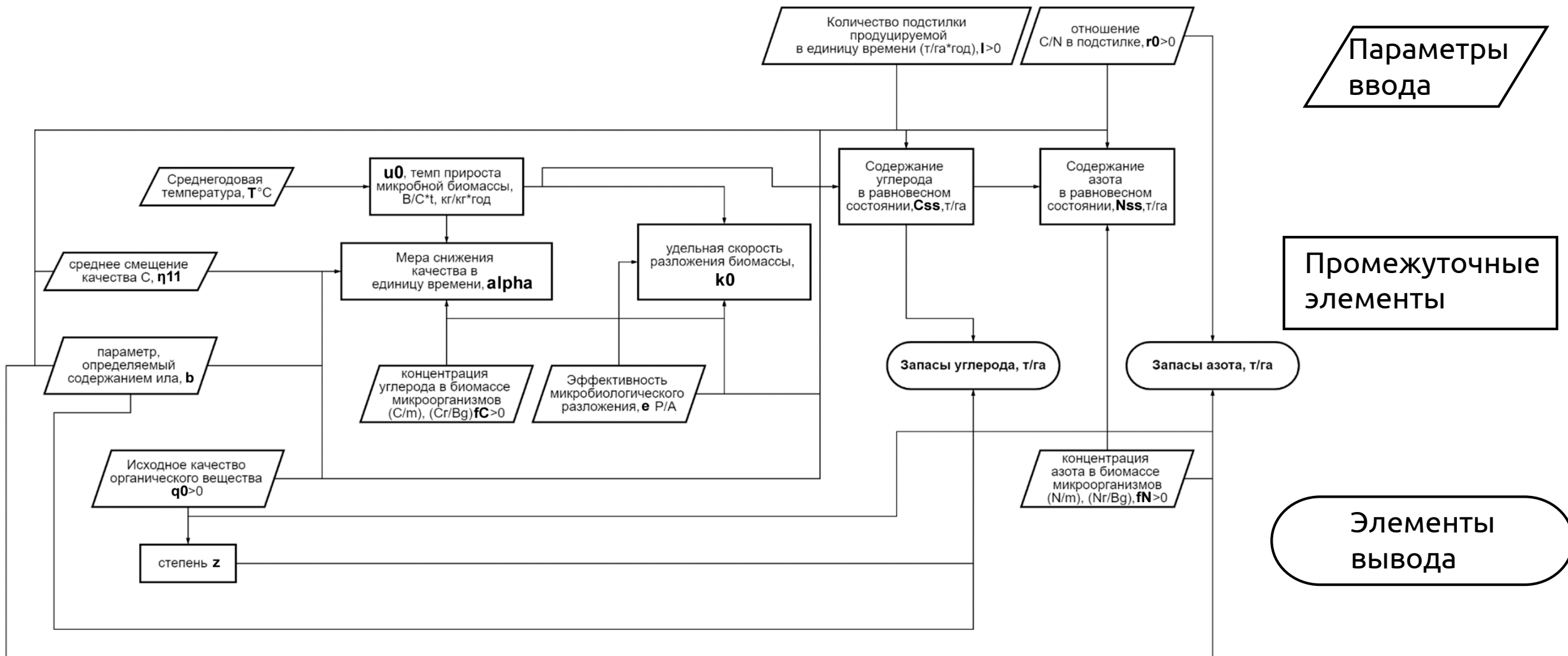
- $l$  – количество подстилки (органического вещества), производимой биоценозом в единицу времени (т/га\*год), референтное значение –  $l = 4 \text{ тС/га}$  согласно [1];
- $q_0$  – исходное качество орг в-ва, референтные значения  $q_0 = 0,99-1,01$  в зависимости от типа органических остатков [4], [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];
- $\eta_{11}$  – дисперсия 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];
- $\beta$  – параметр, описывающий темп изменения потребления углерода при изменении его качества  $q$ , референтное значение  $\beta = 7$  [3];
- $fC$  – содержание углерода в микробиоте, %, кгС/кг<sub>сухой вес</sub>, референтное значение  $fC = 0,5$  [2];
- $fN$  – концентрация азота в микробиоте. Единица измерения: кг N/кг<sub>сухой вес</sub> 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.  $u_0 = 0,075 + 0,014T$ ;
- **$\alpha$**  – 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.