

Аннотация

Математическая модель производства молока с учётом системного подхода его реализации

Представлена математическая модель производства молока. Она учитывает влияние на производство молока системы факторов производства и его технологическое обеспечение.

Abstract

Mathematical model of manufacture of milk in view of the system approach of its realization

The mathematical model of production of milk is represented. She takes into account influence on production of milk of the system of factors of production and his technological providing.

УДК 631.363

МЕХАНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЧВ

Чигарев Ю.В.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Давидовский Б., Нововойский Р.

Западнопоморский технологический университет (ZUT), Польша

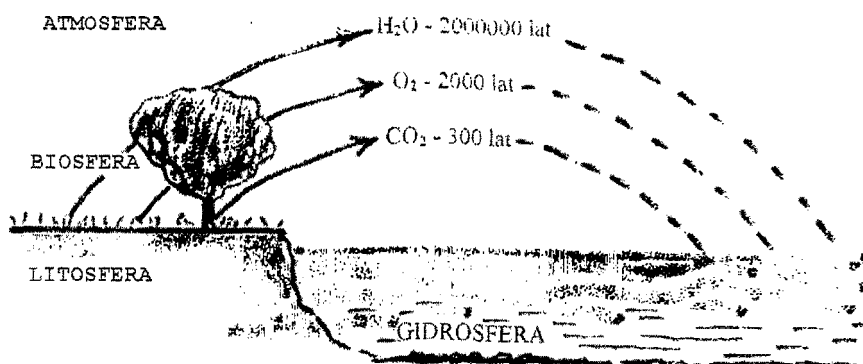
Введение

Почва, как открытая агрономическая система связана с биосферой, поэтому активно участвует в циклическом круговороте веществ – биологическом и геологическом (рисунок 1). Состояние биосферы определяет степень глобального экологического кризиса планеты. Устойчивое состояние биосферы характеризуется сохранением постоянных циклов и периодов круговорота веществ между литосферой, атмосферой и гидросферой.

Изменение биологических циклов и периодов может быть связано с потерей равновесного состояния агроэкосистем, которые в последние десятилетия подверглись сильному антропогенному воздействию со стороны сельскохозяйственной техники. Тяжелые трактора и машины, несовершенные технологии и низкая культура земледелия не только разрушили структуру почвы, но и оказали сильное негативное влияние на жизнь биоценоза значительно обеднив его популяции, а в некоторых случаях уничтожив их. Современные модели взаимодействия сельскохозяйственной техники с агрономической системой и, в частности, с почвой не дают пока достоверного ответа на допустимое давление на почву, которое бы сохраняло биоценоз и устойчивое состояние агроэкосистем.

К тому же очень мало моделей оценивающих состояние биоценоза почвы при её механическом деформировании. В этой работе предлагается подход в определении возможной внутренней энергии дождевого червя (дч.) необходимой для его передвижения в почве, а также определение напряжений, которые действуют на (дч.) в почве от сельскохозяйственной техники.

CYKL GEOLOGICZNY



CYKL BIOLOGICZNY

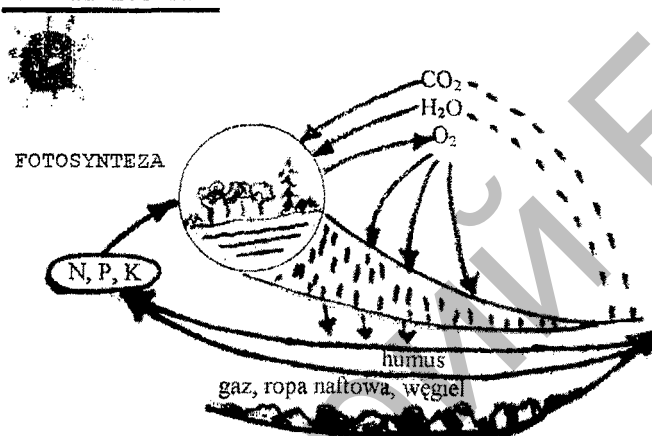


Рисунок 1 – Геологический и биологический круговороты веществ

Методика исследований

Процесс перемещения (дч.) связан с его внутренними силами и внешними условиями, которые определяются физическими свойствами почв. В Щецинской сельскохозяйственной академии (Польша) были проведены опыты по определению возможной максимальной силы (дч.). В стеклянной пробирке устанавливалась пружина, один конец которой был жёстко закреплён, а на другой свободный конец давил (дч.) помещённый в пробирку и не имевший возможности выбраться из пробирки через свободный выход.

В данном эксперименте работа дождевого червя при сжатии пружины определялась из уравнения

$$A = \frac{1}{2} c \Delta l^2, \quad (1)$$

где $F = c \Delta l$ - сила (дч.); Δl - перемещение свободного конца пружины в пробирке, c - жёсткость пружины.

Дождевой червь, передвигаясь в почве, расходует свою энергию не только на перемещение, но и на расширение пор и проталкивание твёрдых частиц почвы, освобождая для себя поровое пространство. Поэтому в нашем эксперименте пружина играет роль физических свойств почвы, и в частности, плотности, чем жестче пружина, тем выше она обуславливает плотность почвы. В реальных условиях замыкание пор происходит от воздействия на поверхности почвы сельскохозяйственной техники.

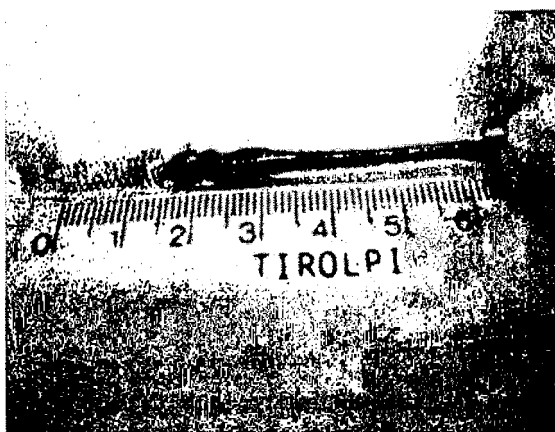


Фото 1 – Определение силы дождевого червя

Это давление может быть не безопасным и для (дч.) которое может попросту раздавить его. Рассмотрим в плоскости xu модель контакта колеса с почвой (рисунок 2).

Действие на почву сосредоточенной силы выражает равнодействующая сил действующих в зоне контакта колеса с почвой.

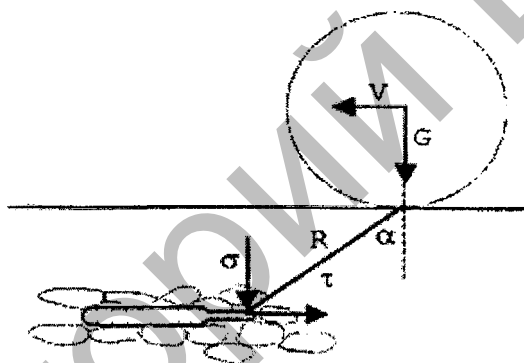


Рисунок 2 – Система сил действующих на почву и дождевого червя от колеса

Вертикальное напряжение на частицу почвы, пору или (дч.) будет [1]

$$\sigma = \frac{3}{2} \cdot \frac{G \cos^2 \alpha}{\pi R} \quad (2)$$

Параметры, входящие в формулу (2) показаны на рисунке 2. Если знать критическое напряжение σ_k , которое является не безопасным для жизни (дч), то можно из формулы (2) определить критическую нагрузку на почву со стороны колеса G_k , критическое расстояние от этой нагрузки до (дч) R_k или критический угол α_k под которым будет действовать нагрузка на (дч). В то же время напряжение со стороны (дч) для проталкивания частицы почвы через пору или её расширение можно определить исходя из соотношения

$$\tau = c + \frac{3f}{2} \frac{G \cos^2 \alpha}{\pi R^2} \quad (3)$$

где τ – напряжение на частицу почвы или пору со стороны дождевого червя; c - и f - коэффициенты сцепления и трения почвы соответственно.

Задачу, рассмотренную выше, запишем для полупространства. В реальных условиях на (дч) и поры почвы действует не одна нагрузка, а несколько (рисунок 3).

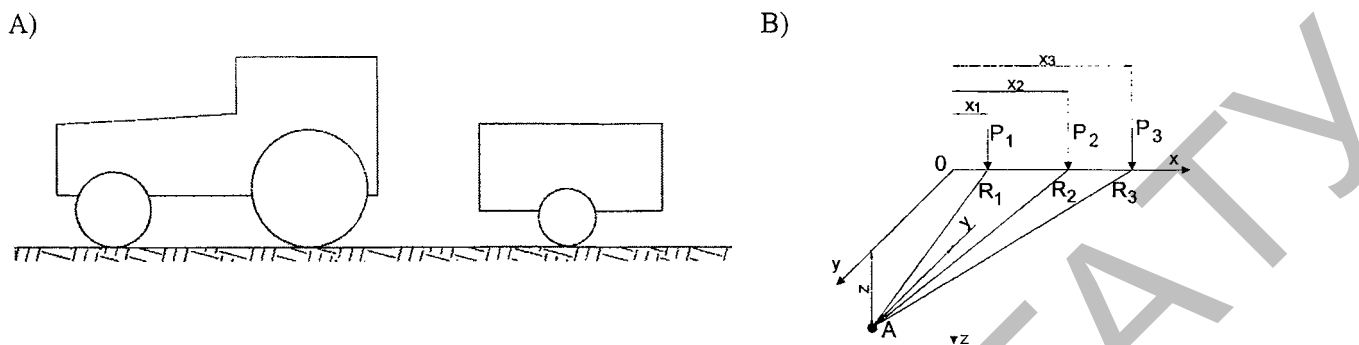


Рисунок 3 – Схема сил действующих на точки полупространства от сельскохозяйственных агрегатов

Вначале определим напряжение в точках полупространства от одной вертикальной силы (рисунок 4).

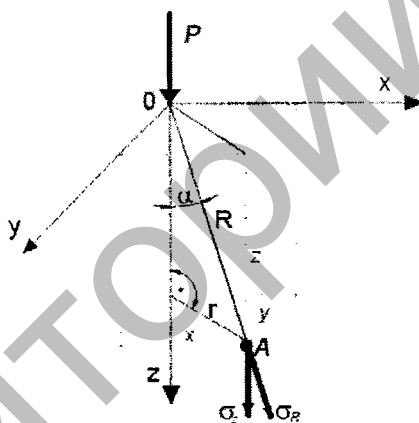


Рисунок 4 – Действие вертикальной силы на полупространство

В этом случае имеем [1]

$$\sigma_z = \frac{3}{2} \frac{P}{\pi R^2} \cos^3 \alpha \quad (4)$$

где α – угол между осью z и R , $R^2 = x^2 + y^2 + z^2$

Подставим вместо $\cos \alpha$ отношение z/R в формулу (4), тогда с учётом $R^2 = z^2 + r^2$, получим

$$\sigma_z = \frac{3}{2} \frac{P}{\pi z^2} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right]^{5/2}} = \frac{k P}{z^2} \quad (5)$$

Здесь

$$k = \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right]^{5/2}}; \quad r^2 = x^2 + y^2$$

Величина коэффициента k зависит от отношения r/z . В случае системы машин показанной на рис.5 напряжение на точку полупространства или на (дч) будет определяться

$$\sigma_z = k_1 \frac{P_1}{z^2} + k_2 \frac{P_2}{z^2} + k_3 \frac{P_3}{z^2}.$$

На рисунке показана зависимость коэффициента k от координат полупространства

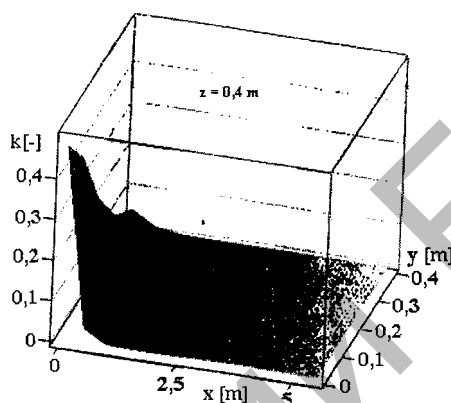


Рисунок 5 – Изменение величины коэффициента k для точки $A(0,y,z)$ в зависимости от точки приложения нагрузки

Давление дождевого червя на пору необходимое для его перемещения при действии на поверхности данной системы машин (рисунок 3) будет

$$\tau = c + f\left(k_1 \frac{P_1}{z^2} + k_2 \frac{P_2}{z^2} + k_3 \frac{P_3}{z^2}\right).$$

Таким образом, построенная модель определяет жизненно необходимые силовые характеристики дождевого червя.

Выводы:

1. Представлена механобиологическая модель почвы, в которой наряду с нагрузкой на поверхности почвы и её механическими свойствами выступают внутренние силы дождевых червей
2. Определена сила, которая необходима (дч) для продвижения по поровому пространству.
3. Определено вертикальное напряжение, действующее на (дч) в полупространстве от системы машин и соответствующее этому напряжению усилие (дч) необходимое ему для перемещения по поровому полупространству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yu. Chigarev, B Dawidowski, R Nowowiejski Opracowanie modelu agroekosystemu z uwzględnieniem ożywionych i nieożywionych składników gleby. Inżynieria Rolnicza, 3(63), 2005, Kraków, s. 111-119
2. Yu. Chigarev R Nowowiejski, B Dawidowski, M Nazarova Zastosowanie równania Boussinesque'a do określenia naprężeń w glebie wywołanych oddziaływaniem zestawów maszyn. IX Międz. konf. Nauk, Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej. Wrocław-Polanica Zdrój, 2007, s.54-56

Аннотация

Механобиологические модели почв

Рассмотрена механобиологическая модель почвы, которую можно использовать в расчётах допустимой нагрузки на почву от сельскохозяйственных деформаторов.

Abstract

Mechanical-biological model of soil

There is presented the analysis of impact of the system of concentrated forces, exerted onto the soil surface, on the value of vertical component of soil stress. It has been proved that this effect ought to be taken together in the case of small distances between these forces or/and high their values. It is especially important when soil stress within the arable sublayer is considered.