

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ПРОДУКТИВНЫХ ПОТОКОВ В РАБОЧИХ МАШИНАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Цугленок Николай Васильевич

*член-корреспондент РАН, доктор технических наук,
профессор, вице-президент и научный руководитель
Восточно-Сибирской ассоциации биотехнологических кластеров,
г. Красноярск.*

Аннотация: В статье рассматривается теоретическое взаимодействие энергетических и продуктивных потоков в рабочих камерах машин и механизмов. Имеются организованный продуктивный поток с определенным энергосодержанием или энергопродуктивностью E_j и система организованных машинных энергосоздающих воздействий E_j , на него, направленная на увеличение приращения D_p энергопродуктивности. Теоретически после каждого j -го энергосоздающего воздействия, т.е., где можно выделить отдельно энергозатраты каждого j -го звена E_j на биоэнергетический КПД h_0 , определить приращение энергосодержания продукта DE_0 или приращение энергопродуктивности D_p от величины различных энергосоздающих воздействий и по величине биоэнергетического КПД h_0 установить иерархическую последовательность и структуру звеньев технологического комплекса и исключить менее эффективные.

В аналитическую зависимость вошли все параметры энергетических воздействий $A_{i,n}$ – символическое обозначение i -го звена, производящего энергетическое воздействие; G_{ai} – общий объем работ; Q_i – производительность i -го технического средства, производящего энергетическое воздействие; t_i – время функционирования i -го звена, производящего энергетическое воздействие. $Q_1=Q_2=Q_n$, т.е. производительность соседних звеньев последовательных энергетических воздействий связана между собой условиями поточности.

В современных технологиях можно выделить два основных условия поточности, стабильной и нестабильной, определяющихся, с одной стороны, равенством производства общего объема работ соседними звеньями технологических операций

Abstract: The article discusses the theoretical interaction of energy and productive flows in the working chambers of machines and mechanisms. There is an organized productive flow with a certain energy content or energy productivity E_j and a system of organized machine energy actions E_j , directed at it, to increase the increment D of energy efficiency. Theoretically, after each j -th energy impact, i.e., where it is possible to separate separately the energy consumption of each j -th link E_j on the bioenergy efficiency h_0 , determine the increment in the energy content of the product DE_0 or the increment in energy productivity D_p from the magnitude of various energy effects and establish the hierarchical value of the bioenergy efficiency h_0 the sequence and structure of the links of the technological complex and exclude less effective ones.

The analytical dependence includes all parameters of the energy effects $A_{i,n}$ - a symbolic designation of the i -th link that produces the energy effect; G_{ai} - total amount of work; Q_i is the productivity of the i -th technical means producing energy impact; t_i - the time of functioning of the i -th link producing an energy effect. $Q_1 = Q_2 = Q_n$, i.e. the performance of the adjacent links of successive energy influences is interconnected by flow conditions.

In modern technologies, two main conditions of threading can be distinguished, stable and unstable, determined, on the one hand, by the equality of the production of the total volume of work by the adjacent links of technological operations

Ключевые слова: Теоретическое взаимодействие, энергетические и продуктивные потоки, рабочие камеры, машины, механизмы, энергетическое воздействие, производительность.

Key words: Theoretical interaction, energy and productive flows, working chambers, machines, mechanisms, energy impact, productivity.

Анализ взаимодействия энергетических и продуктивных потоков в рабочих камерах машин и механизмов с учетом условия поточности позволяет рассматривать технологические комплексы производства и переработки сельскохозяйственной продукции в соответствии с нашими разработками [1;6;8;10;13;14;18;19;21;23;24] как суммарную систему последовательных энергетических воздействий [9;15;16;29] в общепроизводственном или биологическом цикле для заданного структурно-качественного изменения продукта [3;5;8;10] в виде конкретных значений параметров взаимодействия энергопродуктивных потоков.

$$\frac{M_1}{t_1} = \frac{P_1}{P_{y0} \tau_1} \eta_{\varepsilon_1} \rightarrow \frac{M_2}{t_2} = \frac{P_2}{P_{yд} \tau_2} \eta_{\varepsilon_2} \rightarrow \dots \rightarrow \frac{M_n}{t_n} = \frac{P_n}{P_{yд} \tau_n} \eta_{\varepsilon_n}$$

(1)

Выражение (1) представляет из себя полиструктурное объединение звеньев технологической системы в эколого-биологических циклах сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности и позволяет на любом этапе использования технологической системы рассмотреть взаимодействие энергетических и продуктивных потоков в любом звене и технологической системе в целом.

Условия поточности технологической системы позволяют определить время технологического цикла t_m как суммарное время отдельных технологических звеньев. Для сокращения времени технологического цикла t_m можно воспользоваться самым простым методом интенсификации – методом последовательного эффективного исключения в полиструктурных системах ряда звеньев, не вносящих существенного воздействия на технологическую эффективность, т.е. существенного изменения на количественно-качественные характеристики обрабатываемого продукта, возникает необходимость оценки вклада в технологическую эффективность каждого звена технологической системы. Организационно-структурный путь формирования структурно-организованного энергоэкономичного технологического комплекса с использованием метода последовательного исключения ряда технологических звеньев (узких мест) и их вывода из поточной системы путем создания дополнительных накопительных или стабилизирующих систем [24] является одним из основных путей интенсификации, позволяющим также без особых дополнительных затрат энергии и труда исключить малоэффективные звенья, не вносящие существенную прибавку в технологическую эффективность комплекса.

Данный метод позволяет избавиться от так называемых ложных звеньев технологических комплексов, дублирующих друг друга и не приводящих к существенному увеличению технологической эффективности.

Энергетическое воздействие конкретного звена полиструктурной системы на прибавку технологического эффекта общих энергозатрат при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции можно оценить с использованием общих суммарных энергозатрат при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции.

$$\Delta E_1 = \frac{P_1 \eta_{\text{э}1}}{Y_1 x_1} \tau_1 Q_1 t_1 \rightarrow \Delta E_2 = \frac{P_2 \eta_{\text{э}2}}{Y_2 x_2} \tau_2 Q_2 t_2 \rightarrow \dots \rightarrow \Delta E_n = \frac{P_n \eta_{\text{э}n}}{Y_n x_n} \tau_n Q_n t_n, \quad (2)$$

$$E_{aj} = \sum_{i=j}^n E_{ai}$$

где E_{aj} – Из данного выражения можно выделить отдельно энергозатраты каждого звена $E_1 \dots E_i$ на энергетический КПД h энергосодержания продукта от величины различных энергетических воздействий, по величине энергетического КПД установить иерархическую последовательность и количество звеньев технологического комплекса, исключить менее эффективные и количественно оценить чувствительность энергосодержания продукции к величинам энергетических воздействий оставшихся звеньев технологической системы в целом для оптимизации режимов работы.

Имеются организованный продуктивный поток с определенным энергосодержанием или энергопродуктивностью E_j и система организованных машинных энерговоздействий E_j , направленная на увеличение приращения D_n .

$$E_1 = \frac{P_1 \eta_{\text{э}1}}{Y_1 x_1} \tau_1 Q_1 t_1 + E_2 = \frac{P_2 \eta_{\text{э}2}}{Y_2 x_2} \tau_2 Q_2 t_2 + \dots + E_n = \frac{P_n \eta_{\text{э}n}}{Y_n x_n} \tau_n Q_n t_n, \quad (3)$$

$$\Delta E_{n_1} = \int(E_1) + \Delta E_{n_2} + \int(E_2) + \dots + \Delta E_n + \int(E_n) \quad (4)$$

$$E_n = \int \left(\sum_{j=1}^n E_j \right)$$

после каждого j -го энерговоздействия, т.е. E_j , где можно выделить отдельно энергозатраты каждого j -го звена E_j на биоэнергетический КПД h_0 , определить приращение энергосодержания продукта DE_0 или приращение энергопродуктивности D_n от величины различных энерговоздействий и по величине биоэнергетического КПД h_0 установить иерархическую последовательность и структуру звеньев технологического комплекса и исключить менее эффективные.

Анализ взаимодействия энергетических и продуктивных потоков в течение всего периода сельскохозяйственного цикла позволяет рассматривать технологические процессы производства и переработки с.-х. продукции в соответствии с выражением (2) как суммарную систему дискретных или непрерывных последовательных энергетических воздействий E_{ai} на семена растения [7;12;22;25;26;27;28 и продукты переработки [3;5;8;10].

$$A_1 Q_1 t_1 \rightarrow A_2 Q_2 t_2 \dots \rightarrow A_n Q_n t_n.$$

(5)

$$A_1 \xrightarrow{G_{a1} W_{-y\partial}} A_2 \xrightarrow{G_{a2} W_{-y\partial}} \dots A_n \xrightarrow{G_{an} W_{-y\partial}} ,$$

(6)

где $A_{i,n}$ – символическое обозначение i -го звена, производящего энергетическое воздействие;

G_{ai} – общий объем работ;

Q_i – производительность i -го технического средства, производящего энергетическое воздействие;

t_i – время функционирования i -го звена, производящего энергетическое воздействие.

$Q_1=Q_2=Q_n$, т.е. производительность соседних звеньев последовательных энергетических воздействий связана между собой условиями поточности.

В современных технологиях можно выделить два основных условия поточности, стабильной и нестабильной, определяющихся, с одной стороны, равенством производства общего объема работ соседними звеньями технологических операций

$$\frac{G_i}{t} = \alpha_i \frac{G_{i+1}}{t}$$

(7)

с другой стороны, равенством производительности машин соседних технологических операций

$$Q_i = b_i Q_{i+1},$$

(8)

где a и b коэффициенты пропорциональности.

Если $a_i \gg b$ то соблюдаются условия нестабильной поточности. В случае неравенства $a_i \neq b$ – соблюдаются условия стабильной поточности.

Данный подход позволяет упорядочить структуру используемых агротехнических приемов в конкретных зонах, определить уровень их энергетической активности по величине чувствительности и установить уровень развития по признакам интенсивный или экстенсивный.

$$\frac{M_1}{t_1} = \frac{P_1}{P_{y\partial} \tau_1} \eta_{\varepsilon_1} \rightarrow \frac{M_2}{t_2} = \frac{P_2}{P_{y\partial} \tau_2} \eta_{\varepsilon_2} \rightarrow \dots \rightarrow \frac{M_n}{t_n} = \frac{P_n}{P_{y\partial} \tau_n} \eta_{\varepsilon_n}$$

(9)

Выражение (1) представляет из себя полиструктурное объединение звеньев технологической системы в эколого-биологических циклах сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности и позволяет на любом этапе использования технологической системы рассмотреть взаимодействие энергетических и продуктивных потоков в любом звене и технологической системе в целом.

Условия поточности технологической системы позволяют определить время технологического цикла t_m как суммарное время отдельных технологических звеньев. Для сокращения времени технологического цикла t_m можно воспользоваться самым простым методом интенсификации – методом последовательного эффективного исключения в полиструктурных системах ряда звеньев, не вносящих существенного воздействия на технологическую эффективность, т.е. существенного изменения на количественно-качественные характеристики обрабатываемого продукта, возникает необходимость оценки вклада в технологическую эффективность каждого звена технологической системы. Организационно-структурный путь формирования структурно-организованного энергоэкономичного технологического комплекса с использованием метода последовательного исключения ряда технологических звеньев (узких мест) и их вывода из поточной системы путем создания дополнительных накопительных или стабилизирующих систем является одним из основных путей интенсификации, позволяющим также без особых дополнительных затрат энергии и труда исключить малоэффективные звенья, не вносящие существенную прибавку в технологическую эффективность комплекса.

Данный метод позволяет избавиться от так называемых ложных звеньев технологических комплексов, дублирующих друг друга и не приводящих к существенному увеличению технологической эффективности.

Энергетическое воздействие конкретного звена полиструктурной системы на прибавку технологического эффекта общих энергозатрат при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции можно оценить с использованием общих суммарных энергозатрат при производстве и переработке сельскохозяйственной продукции.

$$\Delta E_1 = \frac{P_1 \eta_{\varepsilon 1}}{Y_1 x_1} \tau_1 Q_1 t_1 \rightarrow \Delta E_2 = \frac{P_2 \eta_{\varepsilon 2}}{Y_2 x_2} \tau_2 Q_2 t_2 \rightarrow \dots \rightarrow \Delta E_n = \frac{P_n \eta_{\varepsilon n}}{Y_n x_n} \tau_n Q_n t_n$$

, (10)

С учетом использования динамического критерия, выраженного в показателе чувствительности энергосопряжения эколого-биотехнологических циклов (3) и его значений (4), потенциальную энергопродуктивность в критериальной форме можно записать

$$E_n = \sum_{i=1}^n \partial E_{\varepsilon i} \delta_{\varepsilon i} + \sum_{i=1}^n \partial E_{ai} \delta_{ia} \quad , \quad (11)$$

Если учесть, что для конкретной зоны $\frac{\partial E_n}{\partial E_{\varepsilon i}} = const$, то уравнение (11) можно записать

$$E_n = E_{\varepsilon} \eta_{\varepsilon} + \sum_{i=1}^n \partial E_{ai} \cdot \delta_{ia} \quad , \quad (12)$$

$$\delta_{\varepsilon} = \frac{\Delta E_{\varepsilon}}{\Delta E_{\varepsilon}} \quad , \quad (13)$$

δ_{ε} – чувствительность по энерготехнологическим факторам воздействия определяется

$$\delta_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta E'_{\varepsilon i}}{\Delta E_{\varepsilon i}} \quad , \quad (14)$$

где E_{ε} и E_{ai} – соответственно приращения потенциальной энергии, накопленной в биомассе растений от приращения использованной энергии экологических источников и приращения использованной энергии антропогенных источников E_{ai} .

Аналогично определяются частные критерии чувствительности по отдельным звеньям или технологическим приемам.

$$\delta_{\varepsilon i} = \frac{\partial E_{\varepsilon}}{\partial E_{\varepsilon i}} \quad \text{и} \quad \delta_{ia} = \frac{\partial E_{\varepsilon}}{\partial E_{aj}} \quad , \quad (15)$$

где E_{ε} и E_{ai} – соответственно приращения энергопродуктивности от уровня энергонасыщения экологической зоны, местности, поля $E_{\varepsilon i}$ и технологического звена или технологического приема E_{ai} . В линейном приближении с учетом выражений (12)

$$E_n = \sum_{i=1}^n \delta_{\varepsilon i} \Delta E'_{\varepsilon i} \quad , \quad (16)$$

$$\Delta E_n = \sum_{i=1}^n \delta_{ia} \Delta E'_{aj} \quad , \quad (17)$$

$$\delta_{\text{э}\text{с}} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{i\text{э}} \Delta E_{i\text{э}}}{\sum_{i=1}^n \Delta E_{i\text{э}}}, \quad (18)$$

Таким образом, общая чувствительность к антропогенным источникам воздействия с учетом (15)

$$\delta_a = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_{ai} \Delta E_{ai}}{\sum_{i=1}^n \Delta E_{aj}} = \sum_{i=1}^n \delta_{aj} \quad (19)$$

Сумма чувствительностей по различным экологическим и антропогенным энергвоздействиям или общий критерий чувствительности энергосопряжения биотехнологических циклов с учетом (18) и (19) как $\delta_{\text{об}} = \delta_{\text{к}} + \delta_a$.

На основании выражений для E_{max} $\frac{\partial E_{\text{max}}}{\partial \alpha_i}$ могут быть определены и исследованы:

а) коэффициент использования антропогенной энергии

$$\eta_a = \frac{E_n}{E_a} = \frac{E_{\text{max}}}{\sum_{j=1}^n E_{\alpha_j} + \sum_{j=n+1}^n E_{pj}}, \quad (20)$$

где E_{aj} , E_{pj} – энергзатраты, связанные с видами энергвоздействий;

б) δ_a – показатель чувствительности сопряжения энергетических и продуктивных потоков в растениеводстве.

$$\delta_a = \frac{\Delta E_n}{\Delta E_a} = \frac{\sum_{i=0}^n \delta_i \Delta E \alpha_i}{\sum_{i=1}^n \Delta E \alpha_i}, \quad (21)$$

выступающий в качестве критерия оптимизации сопряжения энергопродуктивных потоков в технологических системах растениеводства. Где

$$E_{aj} = \sum_{i=j}^n E_{an}$$

Из данного выражения можно выделить отдельно энергзатраты каждого звена $E_1 \dots E_i$ на энергетический КПД h . Имеются организованный продуктивный поток с определенным энергосодержанием или энергопродуктивностью E_j и система организованных машинных энергвоздействий E_j , направленная на увеличение приращения D_n .

$$E_n = \frac{P_n \eta_n}{Y_n x_n} \tau_n Q_n t_n E_2 = \frac{P_2 \eta_2}{Y_2 x_2} \tau_2 Q_2 t_1 E_1 = \frac{P_1 \eta_{\text{э}1}}{Y_1 x_1} \tau_1 Q_1 t_1 \quad (2.79)$$

$$, \quad (22)$$

$$\int (E_2) + \dots + \Delta E_n + \int (E_n) \Delta E_{n2} \Delta E_{n1} = \int (E_1)$$

$$E_n = \int \left(\sum_{j=1}^n E_j \right)$$

после каждого j -го энергвоздействия, т.е. , где можно выделить отдельно энергзатраты каждого j -го звена E_j на биоэнергетический КПД h_0 , определить приращение энергосодержания продукта DE_0 или приращение энергопродуктивности D_n от величины различных энергвоздействий и по величине биоэнергетического КПД h_0 установить иерархическую последовательность и структуру звеньев технологического комплекса и исключить менее эффективные.

Список литературы

1. Влияние электромагнитного поля высокой частоты на энергию прорастания и всхожесть семян томата. Юсупова Г.Г., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Бастрон А.В., Бастрон Т.Н. Вестник КрасГАУ 2002. С. 21.
2. Высокоэнергетическая кормовая культура топинамбур в кормопроизводстве Красноярского края. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Аникиенко Т.Н. Вестник КрасГАУ 2007. №4 С. 127-130.
3. Влияние импульсной инфракрасной сушки на сохранность активно действующих веществ. Алтухов И.В., Цугленок Н.В., Очиров В.Д. Вестник Ставрополя 2015. №1(17) С. 7-10.
4. Иммитационные модели пространственно распределенных экологических систем. Лапко А.В., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И. Ответственный Редактор: д.т.н., профессор А.В.Медведев. Новосибирск, 1999.
5. Использование СВЧ энергии при разработке технологии диетических сортов хлеба. Цугленок Н.В., Юсупова Г.Г., Цугленок Г.И., Коман О.А. Ж. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. №2. С. 16-17
6. Исследование температурных полей при предпосевной обработке семян масленичных культур ЗМПСВЧ. Бастрон А.В., Исаев А.В., Мещеряков А.В., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2011. №2-1. С. 4-8.
7. Концепция информатизации аграрной науки Сибири. Гончаров П.Л., Курцев И.В., Донченко А.С., Кашеваров Н.И., Чепурин Г.И. и др., СО РАСХН; Отв. За выпуск А.Ф.Алейников, А.И.Оберемченко. Новосибирск, 2003.
8. Комплексная система обеззараживания зерна и продуктов его переработки. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г. ; М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, 2004.
9. Лабораторный практикум и курсовое проектирование по освещению и облучению. Долгих П.П., КунгсЯн.А., Цугленок Н.В. Учебное пособие для студентов, М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. / Красноярск, 2002.
10. Методы и математические модели процесса обеззараживания продовольственного зерна. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г. Учеб. пособие для студентов Вузов ; М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, 2004.
11. Мелкоплодные яблоки Сибири в функциональном питании. Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2009. № 1 (28). С. 152-155.
12. Оценка влияния оптимальных показателей работы машинно-тракторных агрегатов на энергзатраты технологического процесса. Цугленок Н.В., Журавлев С.Ю. Вестник КрасГАУ. 2010. №10(49). С. 146-152.
13. Обеззараживание и подготовка семян к посеву. Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 1984. № 4. С.4
14. Обеззараживающее действие электромагнитного поля высокой частоты на семена томата. Юсупова Г.Г., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Бастрон А.В., Бастрон Т.Н. Вестник КрасГАУ, 2002. С. 33.
15. Резисторы из композитов в системах энергообеспечения агропромышленных комплексов. Горелов С.В., Кислицин Е.Ю., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2006. № 6. С. 314-319.
16. Резисторы в схемах электротеплоснабжения Горелов С.В., Кислицин Е.Ю., Цугленок Н.В. КрасГАУ., Красноярск, 2008. (2-е издание, переработанное и дополненное)
17. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию. Ежегодный Доклад по результатам Мониторинга 2006 Г / Ответственные за подготовку Доклада: Д. И. Торопов, И.Г. Ушачев, Л.В. Богдаренко. Москва, 2007. Том Выпуск 8.
18. Способ обработки семян и устройство для его осуществления. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н., Цугленок Г.И. Патент на изобретение RUS 2051552 22.04.1992
19. Система защиты зерновых и зернобобовых культур от семенных инфекций. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Халанская А.П.; М-Во Сел. Хоз-Ва Рос. Федерации, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-Т. Красноярск, 2003.
20. Технология и технические средства производства экологически безопасных кормов. Цугленок Н.В., Матюшев В.В. М-во Сел. Хоз-ва РФ, Краснояр. Гос. Аграр. Ун-т. Красноярск, , 2005.
21. Технология и технические средства обеззараживания семян

- энергией СВЧ-поля. Бастрон А.В., Мещеряков А.В., Цугленок Н.В. Вестник КрасГАУ. 2007. № 1. С. 268-271
22. Цугленок Н.В. Формирование и развитие технологических комплексов растениеводства. Вестник КрасГАУ. 1997. № 2. С. 1.
23. Цугленок Н.В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву. Авт-т дис.. Докт. Техн. наук / КрасГАУ. Барнаул, 2000.
24. Цугленок Н.В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву. Диссерт. На соискание док-ра техн. наук / Красноярск, 2000
25. Цугленок Н.В. Концепция устойчивого развития АПК Красноярского края. Вестник КрасГАУ. 1996. № 1. С. 1.
26. Цугленок Н.В. Биоэнергетическая концепция формирования технологических комплексов АПК. Вестник КрасГАУ. 1998. № 3. С. 9.
27. Цугленок Н.В. Энерготехнологическое прогнозирование структуры АПК. Вестник КрасГАУ, 2000. № 5. С. 1.
28. Цугленок Н.В. Энерготехнологическое прогнозирование. Учеб. пособие для студентов Вузов по Агроинженер. Специальностям; М-во Сел. Хоз-ва РФ, КрасГАУ. Красноярск, 2004.
29. Энерготехнологическое оборудование тепличных хозяйств. Цугленок Н.В., Долгих П.П., Кунгсян. А. Учебное пособие для Вузов / КрасГАУ, Красноярск, 2001.
30. Эколого-энергетические и медико-биологические свойства топинамбура. Аникиенко Т.И., Цугленок Н.В.; М-во Сельского хоз-ва РФ, КрасГАУ. Красноярск, 2008.