

Рассмотрены методы и средства предпосевной стимуляции семян электрическим полем высокого напряжения. Определена оптимальная длительность обработки семян томатов, что положительно влияет на всхожесть и рост растений.

Высокое напряжение, обработка семян, активация.

Methods and facilities of presowing stimulation of seed the electric field of high tension are considered. Certain optimum duration of treatments of seed of tomatoes is certain, that positively influences on a germination growth of plants.

High tension, process of seed, activating.

УДК 519.865

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ ЗАХОДІВ НА РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

***Г.М. КАЧУРІВСЬКА, кандидат фізико-математичних наук
В.О. КАЧУРІВСЬКИЙ, кандидат педагогічних наук
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»***

Проведено математичне моделювання розподілу обмежених енергетичних ресурсів між структурними підрозділами підприємства з метою отримання максимального прибутку. Цю модель сформульовано як задачу математичного програмування розподільного типу. Проаналізовано функцію прибутку з точки зору максимізації доходу та мінімізації енерговитрат. Для розрахунків числових характеристик та побудови графіків використано систему автоматизованого проектування MathCad. Розроблена модель може бути застосована для розподілу не лише енергетичних, а й довільних обмежених ресурсів підприємства.

Оптимізаційна модель, енергоресурси, прибуток.

Робота підприємства залежить від надійності забезпечення енергоресурсами. Запровадження надзвичайних заходів на ринку електричної енергії України в 2014 році передбачає виконання завдань з обмеження споживання електричної енергії та дотримання встановлених лімітів потужностей [3]. Встановлення лімітів на електричну енергію ставить завдання менеджерам підприємства оптимально використовувати доступні ресурси.

Активна енергозберігаюча політика відображена в Законі України «Про енергозбереження» [2], розпорядженнях Кабінету Міністрів України «Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2030 року»

© Г.М. КАЧУРІВСЬКА, В.О. КАЧУРІВСЬКИЙ, 2015

[7], «Про вжиття тимчасових надзвичайних заходів на ринку електричної енергії» [6] та ін.

Наукове обґрунтування і практичне застосування критеріїв ефективного споживання енергоресурсів на виробництві реалізуються в різних моделях управління підприємством: оптимізації споживання енергоресурсів, оптимального розподілу, зменшення споживання тощо Цієї проблематики стосуються дослідження Д.В. Бусарева, І.С. Герасимчука, М.М. Мітраховича [5], П.Д. Лежнюка [4], Б.М. Сердюка, Д.К. Турченка [9], В.С. Шевченка [8] та ін.

У праці [9] проаналізовано математичні методи та моделі, які використовуються з метою оптимізації розподілу ресурсів енергетичних підприємств, у [8] описано методіку вирішення двокритеріальної задачі розподільчого типу, а у праці [1] подано модель розподілу енергоресурсів в умовах недостачі потужностей.

Невирішеним залишається моделювання роботи підприємства в умовах надзвичайних заходів на ринку електричної енергії.

Мета досліджень – побудова математичної моделі розподілу ліміту електричної енергії між підрозділами підприємства для отримання максимального прибутку, яка є основою для енергетичного менеджменту підприємства.

Матеріали і методика досліджень. Підприємство споживає певну кількість електричної енергії, яка розподіляється між підрозділами підприємства, що випускають продукцію. Реалізація продукції формує дохід підприємства.

Нині, у зв'язку з недостатнім генеруванням електричної енергії в Україні, та вжиттям тимчасових надзвичайних заходів на ринку електричної енергії, підприємство повинно дотримуватися встановлених лімітів потужностей. Ймовірно є ситуація, що підприємство недоотримує необхідної потужності згідно із встановленими лімітами. Брак потужностей призводить до необхідності їх перерозподу між підрозділами. У праці [1] розглянуто питання використання джерела резервного живлення для компенсації потужностей з точки зору мінімізації затрат на виробництво енергії. Цей розподіл не завжди забезпечує отримання максимального прибутку. Тому, при моделюванні роботи підприємства в умовах обмеженості електричної енергії, паралельно потрібно розв'язувати задачу максимізації прибутку при мінімальних затратах на виробництво та приймати рішення про застосування певного розподілу енергії.

Результати досліджень. Розглянемо випадок, коли у підприємства відсутні потужності для компенсації недостачі електроенергії. Розв'язання цієї проблеми зводиться до відшукування розв'язку задачі лінійного програмування розподільного типу [3].

Якщо сумарні потужності споживачів перевищують встановлені ліміти на споживання, то ця система є незбалансованою. Для відшукування розв'язку задачі необхідно провести балансування потужностей. Для балансування системи введемо фіктивне джерело a_1 , яке постачає недостачу енергії.

При моделюванні задачі затрати та прибутки будемо вимірювати в у.о. на одиницю потужності [3].

Затрати на виробництво енергії фіктивним джерелом a_1 позначимо через $cZ_{1,j}$ та визначимо їх рівними нулю, а затрати на виробництво енергії фактичним джерелом a_0 відповідному споживачеві – через $cZ_{0,j}$, де $j = 0, 1, \dots, n$. У результаті ми отримуємо матрицю затрат $cZ = \begin{pmatrix} cZ_{0,0} & cZ_{0,1} & \dots & cZ_{0,n-1} & cZ_{0,n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$, в якій перший рядок – це фактичні, а другий рядок – фіктивні затрати.

Оскільки у нас є два джерела постачання енергії a_0 та a_1 , то числові показники передачі потужностей до споживачів для першого джерела позначимо через $x_{0,j}$, а для другого (фіктивного) позначимо через $x_{1,j}$, де $j = 0, 1, \dots, n$.

Цільова функція затрат має такий аналітичний запис

$$fz(x, c) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^n x_{i,j} \cdot cZ_{i,j}. \text{ Розв'язок цієї моделі зводиться до знаходження}$$

мінімуму функції при обмеженнях, що визначаються кількостями енергії, необхідними підрозділам підприємства (матриця $solz$).

При знаходженні розв'язку відбудеться перерозподіл потужностей споживання між фактичним та фіктивним джерелами при мінімізації затрат на виробництво енергії. З нового розподілу визначаємо споживачів, які отримують потужності з фіктивного джерела, що дає змогу, виходячи з критерію мінімізації затрат, визначити яких із користувачів слід відключити на певний період від постачання електроенергії або зменшити потужності споживання.

Аналогічно, доходи виробництва при живленні від фіктивного джерела a_1 позначимо через $cP_{1,j}$ та визначимо їх рівними нулю, а доходи виробництва енергії від фактичного джерела a_0 до відповідного споживача – через $cP_{0,j}$, де $j = 0, 1, \dots, n$. У результаті ми отримуємо матрицю доходів

$$cP = \begin{pmatrix} cP_{0,0} & cP_{0,1} & \dots & cP_{0,n-1} & cP_{0,n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \text{ Цільова функція доходу має}$$

$$\text{такий аналітичний запис } fp(x, cP) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^n x_{i,j} \cdot cP_{i,j}. \text{ Розв'язок такої моделі}$$

зводиться до знаходження максимуму цієї функції при обмеженнях, що визначаються кількостями енергії, які необхідні підрозділам (матриця $solp$).

Очевидним є те, що ми отримуємо дві матриці розподілу. Перша матриця це мінімізація витрат, друга – максимізація прибутку. Для прийняття рішення який із розподілів застосувати на підприємстві складемо різницю цільових функцій для знайдених розподілів ($solp$ та $solz$): $fp(solz) - fz(solz)$ та $fp(solp) - fz(solp)$. Перевагу слід надати

тому розподілу потужностей при якому значення різниці (між прибутком та затратами) буде більшою.

Розглянемо реалізацію описаної вище моделі в системі MathCAD. Нехай у підприємстві знаходяться такі сім цехів із споживаними потужностями відповідно. $b := (55 \ 75 \ 60 \ 100 \ 90 \ 40 \ 80)$

$$b := b^T$$

Дослідження будемо проводити для тридцять однієї точки з різними потужностями (параметр t). $k := 30 \ t := 0.. k$

Формуємо масив фактичних $a_{0,t}$ та фіктивних $a_{1,t}$ потужностей.

$$a_{0,t} := \sum b - t \cdot 10 \quad a_{1,t} := \text{if} \left(a_{0,t} < \sum b, \sum b - a_{0,t}, 0 \right)$$

Масив досліджуваних потужностей має значення.

a =							5	6	7	8	9	0
	00	90	80	70	60		50	40	30	20	10	00
		0	0	0	0		50	60	70	80	90	00

Додаткові параметри необхідні для алгоритмізації розв'язку:

$$M := \text{rows}(a) \quad N := \text{rows}(b) \quad i := 0.. M-1 \quad j := 0.. N-1$$

Модель 1. Мінімізація затрат. Нехай матриця затрат є такою.

$$cz := \begin{pmatrix} 1.2 & 1.0 & 1.4 & 1.1 & 1.1 & 1.2 & 1.1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{Цільова функція затрат } fz(x) := \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} cz_{i,j} x_{i,j} \quad (1)$$

$$x_{i,j} := 0$$

Початкова матриця розподілу потужностей

Розв'язок оптимізаційної задачі будемо проводити за допомогою розв'язуючого блока Given та функції Minimize.

Given

$$\sum_j x_{10,j} = a_{0,t} \quad \sum_j x_{11,j} = a_{1,t}$$

$$x_{10,0} + x_{11,0} = b_0 \quad x_{10,1} + x_{11,1} = b_1 \quad x_{10,2} + x_{11,2} = b_2$$

$$x_{10,3} + x_{11,3} = b_3 \quad x_{10,4} + x_{11,4} = b_4 \quad x_{10,5} + x_{11,5} = b_5$$

$$x_{10,6} + x_{11,6} = b_6$$

Формуємо систему обмежень на розрахункові потужності $x_{i,j}$.

$$x_{0,0} \geq 0 \quad x_{0,1} \geq 0 \quad x_{0,2} \geq 0 \quad x_{0,3} \geq 0 \quad x_{0,4} \geq 0 \quad x_{0,5} \geq 0 \\ x_{0,6} \geq 0 \quad (2)$$

$$x_{1,0} \geq 0 \quad x_{1,1} \geq 0 \quad x_{1,2} \geq 0 \quad x_{1,3} \geq 0 \quad x_{1,4} \geq 0 \quad x_{1,5} \geq 0 \\ x_{1,6} \geq 0$$

Розв'язок системи $\text{solz}_t := \text{Minimize} (fz, x)$.

Модель 2. Максимізація доходу. Нехай матриця доходів буде такою.

$$cp := \begin{pmatrix} 1.2 & 1.3 & 1.45 & 1.4 & 1.2 & 1.2 & 1.1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Цільова функція прибутку

$$fp(x) := \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} cp_{i,j} x_{i,j} \quad (3)$$

Початкова матриця розподілу потужностей $x_{1,i,j} := 0$.

Умови постачання енергії до споживача b_i від джерел енергії a_0 та a_1 , а також система обмежень на розрахункові потужності $x_{i,j}$ такі ж, як і в моделі 1.

Розв'язок системи $\text{solp}_t := \text{Maximize} (fp, x1)$

Конструємо функції прибутку підприємства за критерієм мінімізації затрат:

$$Pz_t := fp(\text{solz}_t, 0) - fz(\text{solz}_t, 0)$$

Конструємо функцію прибутку підприємства за критерієм максимізації доходу:

$$Pp_t := fp(\text{solp}_t, 0) - fz(\text{solp}_t, 0)$$

Функція різниці (F) між прибутком за мінімізацією затрат та прибутком за максимізацією доходу має вигляд: $F_t := Pz_t - Pp_t$.

Графічне зображення цих функцій наведено на рис.1. Крива прибутку підприємства за критерієм мінімізації затрат (Pz) відображається суцільною лінією, а крива прибутку підприємства за критерієм максимізації доходу (Pp) відображається пунктирною лінією. Значення функції (F) зображено прямокутниками.

Для прийняття рішення з розподілу потужностей за початковим значенням встановленого ліміту визначаємо наступну частину документа.

Нехай визначений ліміт споживання електроенергії становить $PP=400$. Здійснимо пошук точки N у матриці a розподілу потужностей за допомогою функції `match`.

$$PP := 400 \quad s := \text{match}(400, a) \quad q := s_{0,0} \quad N := q_{1,0} \quad N = 10$$

Функція максимального прибутку в точці $N=10$.

$$G(x) := \text{if}(Pz_x > Pp_x, Pz_x, Pp_x) \quad G(N) = 64.5$$

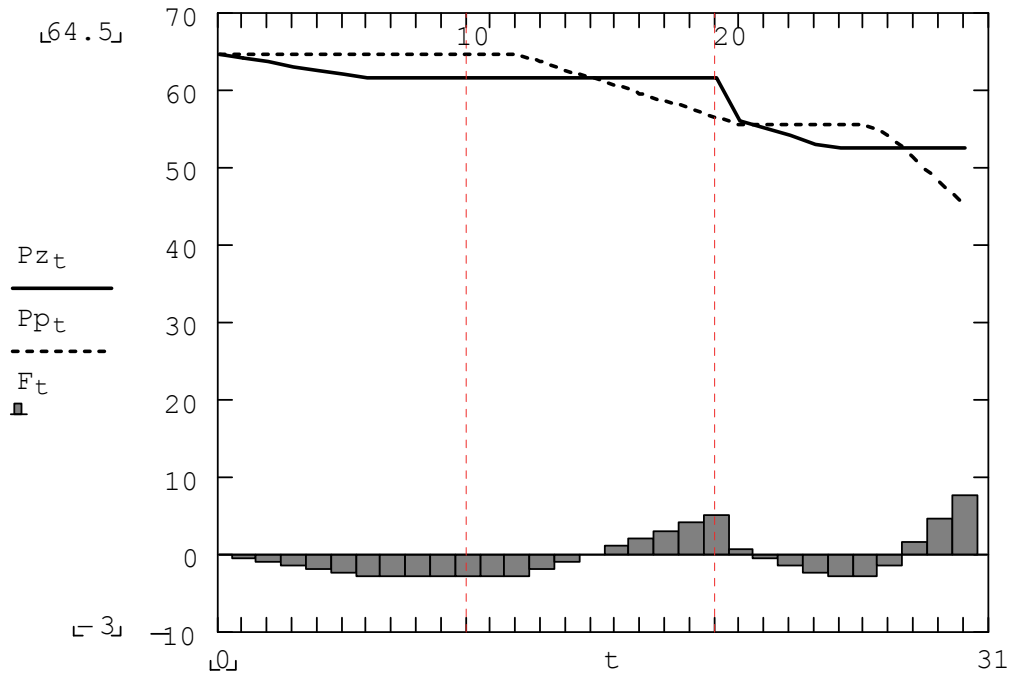


Рис.1. Графічне зображення функцій P_z, P_p, F

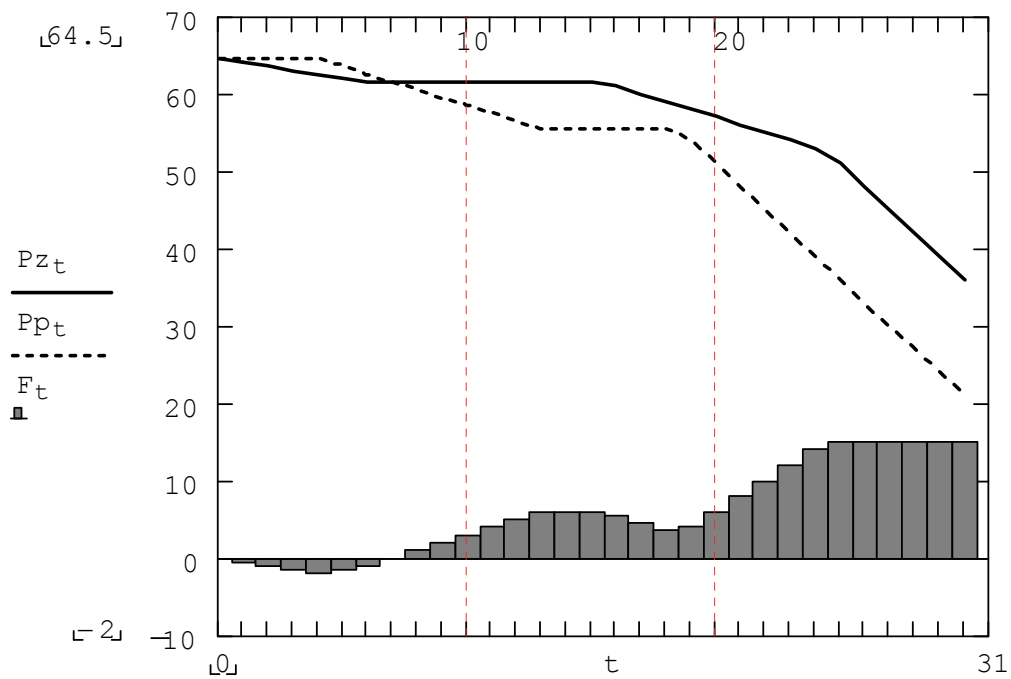


Рис.2. Графічне відображення функцій при умові $x_{0,6}=80$

Отже, величина прибутку становить 64.5 умовних одиниць. Функція визначення матриці розподілу потужностей має таку конструкцію:

$$R(x) := \text{if}(Pz_x > Pp_x, \text{sol}z_x, 0, \text{sol}p_x, 0)$$

$$R(N) = \begin{pmatrix} 55 & 75 & 60 & 100 & 90 & 20 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 80 \end{pmatrix}$$

Отже, при ліміті споживання електричної енергії $P_P=400$ та недостачі в 100 розподіл потужностей, при якому отримуємо максимальний прибуток має такі значення: 55, 75, 60, 100, 90, 20, 80. За цим розподілом потужності шостого цеху електроенергією повинні зменшитися на половину від номінального споживання, а сьомого цеху повністю припинитися.

Розглянемо випадок, коли сьомий цех випускає стратегічний вид продукції. У цьому випадку відключення його від енергоспоживання є неприпустимим. Тому, в блоку обмежень на розподіл потужностей (2) запишемо таку умову $x_{0,6}=80$. Тобто постачання повинно бути рівним номінальній потужності споживання. Отримуємо такі розрахунки за визначених початкових значень.

Прибуток $G(10) = 61.5$!

Розподіл потужностей має таке значення

$$R(10) = \begin{pmatrix} 55 & 75 & 0 & 100 & 90 & 0 & 80 \\ 0 & 0 & 60 & 0 & 0 & 40 & 0 \end{pmatrix}!$$

Отже, при ліміті споживання електричної енергії $P_P=400$ та недостачі в 100 за умови надання повної потужності цеху №7 розподіл потужностей, при якому отримуємо максимальний прибуток, має такі значення: 55, 75, 0, 100, 90, 0, 80. Цех №7 повністю забезпечений потужностями електроенергії, а цех №3 та №6 повинні бути відключені від споживання.

Висновки. Розроблена модель дає можливість прийняти рішення для можливого розподілу електричної енергії на підприємстві, за умов встановлених лімітів та відсутності компенсуючого джерела енергії з метою забезпечення максимального прибутку підприємства.

Список літератури

1. Бунько В.Я. Модель оптимізації роботи джерела резервного живлення / В.Я. Бунько, Г.М. Качурівська, В.О. Качурівський // Енергетика і автоматика. – 2013. – № 2. – С. 43–48.

2. Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/74/94-вр>.

3. Іноземцев Г.Б. Математичне моделювання та оптимізація систем електропостачання у сільському господарстві / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2010. – 144 с.

4. Лежнюк П.Д. Принцип найменшої дії в задачах оптимізації електроенергетичних систем / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, В. В. Нетребський // Технічна електродинаміка: Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки». – 2006. – Ч. 3. – С. 35-41.

5. Мітрахович М.М. Методика розрахунку основних показників енергоефективності підприємства / М.М. Мітрахович, І.С. Герасимчук. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bwgc.ru/portal/natural/Nt/2009_3/20.pdf.

6. Про вжиття тимчасових надзвичайних заходів на ринку електричної енергії [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 1.10.2015р. №915-р. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=247664107>.

7. Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p>.

8. Селезньова О.О. Дослідження двокритеріальної транспортної задачі / О.О. Селезньова, В.С. Шевченко // Сборник докладов за матеріалами III Всеукраїнської науч.-практ. конф. «Інформаційні технології та автоматизація – 2010», Одеса, 14–15 жовтня 2010г. – Одеса, 2010. – С. 49–50.

9. Турченко Д.К. Оцінка ефективності економіко-математичного моделювання процесів управління енергоресурсами / Д.К. Турченко // Наукові праці ДонНТУ. Серія: економічна. – 2013. – Вип. 32. – С. 154–157.

Проведено математичне моделювання розподілу обмежених енергетичних ресурсів між структурними підрозділами підприємства з метою отримання максимальної прибутку. Дану модель сформульовано як задачу математичного програмування розподільного типу. Проаналізовано функцію прибутку з точки зору максимізації доходу та мінімізації енергозатрат. Для розрахунку числових характеристик та побудови графіків використано систему автоматизованого проектування MathCad. Розроблена модель може бути використана для розподілу не тільки енергетичних, але й довільних обмежених ресурсів підприємства.

Оптимізаційна модель, енергоресурси, прибуток.

An mathematical modeling of the allocation of limited energy resources between departments of the company in order to maximize profits. This model is formulated as a mathematical programming problem distribution type. Analyzed the function of profit in terms of maximizing revenue and minimizing energy consumption. To calculate the numerical descriptions and charting system used automated designing MathCad. The model can be used for distribution of not only energy, but also arbitrary limited resources company.

Optimization model, energy, profits.