

А.М. Польовий, д.г.н., проф.

Одеський державний екологічний університет

МЕТОД ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Розглядається оцінка агрокліматичних умов формування рівнів урожайності сільськогосподарських культур та модель визначення оптимальної структури посівних площ фермерського господарства.

Ключові слова: *сонячна радіація, температура, опади, біомаса, приріст, ґрунт, моделювання, продуктивність, посівна площа, корм.*

Вступ. Аграрні реформи в Україні стимулювали формування та становлення ринкових відносин, багатокладність аграрного сектора економіки. У фермерських господарствах зростає виробництво сільськогосподарської продукції, збільшується внесок продукції цих господарств в продовольчу безпеку держави.

Однією з основних умов високої ефективності фермерських господарств є визначення оптимальної для конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства структури посівних площ, пошук оптимальної площі сільськогосподарських угідь фермерського господарства, яке забезпечувало б успішність обраної спеціалізації фермерського господарства. Цілком природно, що при цьому запорукою високої культури землеробства є оцінка ґрунтово-кліматичних умов, в яких функціонує конкретне фермерське господарство з цілком визначеною структурою землекористування та найбільш повне використання агрокліматичних умов при вирощуванні певного набору сільськогосподарських культур.

Методи дослідження. В основу дослідження покладено апарат математичного моделювання продукційного процесу рослин [1] для оцінки агрокліматичних умов формування урожайності сільськогосподарських культур та апарат лінійного програмування [2] для визначення оптимальної для конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства структури посівних площ і оптимальної площі сільськогосподарських угідь фермерського господарства.

Результати досліджень. Поставлене завдання вирішується в два етапи – шляхом синтезу двох підходів. На першому етапі розробляється методика оцінки рівнів урожайності сільськогосподарських культур в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах фермерського господарства на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [3], на другому, – виконується розробка сімплекс–моделі розрахунку оптимальної структури посівних площ сільськогосподарських культур фермерського господарства з певною структурою землекористування (співвідношення ріллі, сінокосів, пасовищ) на заданому за агрокліматичними умовами рівні урожайності і агротехніки.

Оцінка рівнів урожайності.

Визначення величини рівнів урожайності сільськогосподарських культур здійснюється за допомогою базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [3], в основі якої лежить моделювання чотирьох агроекологічних категорій урожайності: потенційної (ПУ), метеорологічно-можливої (ММУ), дійсно-можливої (ДМУ) і у виробництві (УВ)

Збільшення потенційної урожайності загальної біомаси за декаду визначається в залежності від інтенсивності фотосинтетично-активної радіації (ФАР) і біологічних

особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta ПУ^g}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^g \frac{\eta \cdot Q_{\text{фap}}^g \cdot k_{\text{eks}}^g \cdot d\nu^g}{q} \quad \text{при } g \in G, \quad (1)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²·дек.;

α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

η – ККД посівів, відн. од.;

$Q_{\text{фap}}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см²·д;

k_{eks}^Q – коефіцієнт для перерахування середньої за декаду сумарної сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної експозиції і крутості;

q – калорійність, кал/г;

$d\nu$ – кількість днів у декаді;

g – часовий крок моделі, дек;

G – множина декад вегетації культури.

Приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси є приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом волого-температурного режиму

$$\frac{\Delta ММУ^g}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^g}{\Delta t} \cdot FTW_2^g \quad \text{при } g \in G, \quad (2)$$

де $\frac{\Delta ММУ}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²·дек;

FTW_2 – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta ДМУ^g}{\Delta t} = \frac{\Delta ММУ^g}{\Delta t} B_{\text{пл}} F_{\text{Gum}} \quad \text{при } g \in G, \quad (3)$$

де $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²·дек;

$B_{\text{пл}}$ – бал ґрунтового бонітету, відн. од.

Одержання рівня господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta УВ^g}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^g}{\Delta t} k_{\text{земл}} FWM_{\text{ef}}^g \quad \text{при } g \in G, \quad (4)$$

де $\frac{\Delta УВ}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м²·дек;

$k_{\text{земл}}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.;

FWM_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в

залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Різні агроекологічні категорії урожаю зерна при його стандартній (14 %) вологості визначаються за виразом

$$ПУ_{зерна} = ПУ \cdot K_{зерна}^{ПУ} 1,14 \cdot 0,1, \quad (5)$$

де $ПУ_{зерна}$ – потенційний урожай зерна, ц/га;

$K_{зерна}^{ПУ}$ – частка зерна в загальній масі потенційного урожаю, яка визначається в залежності від розмірів урожаю загальної біомаси, відн. од.

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно-можливий $ММУ_{зерна}$, дійсно-можливий $ДМУ_{зерна}$ і урожай у виробництві $УВ_{зерна}$ зерна.

За формулами (1)–(5), в яких враховуються біологічні особливості кожної сільськогосподарської культури, визначаються рівні урожайності всіх сільськогосподарських культур, які складають структуру посівних площ фермерського господарства.

Модель розрахунку оптимальної структури посівних площ.

Основним завданням, яке повинно вирішуватись за допомогою моделі є визначення оптимальної структури посівних площ та оптимальних розмірів фермерських господарств для трьох можливих напрямків спеціалізації фермерських господарств: 1) м'ясо-молочного; 2) з виробництва свинини; 3) з виробництва зерна.

Під визначенням оптимальних розмірів фермерського господарства розуміється пошук оптимальної площі сільськогосподарських угідь фермерського господарства й оптимальної структури посівних площ, які забезпечували б кормами раціональне поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ) і давали максимальний вихід молока і м'яса ВРХ, максимальний вихід свинини та максимальний валовий збір зерна. Розрахунок проводиться для конкретних ґрунтово-кліматичних умов конкретного господарства з цілком визначеною структурою землекористування (співвідношення ріллі, сінокосів, пасовищ) на заданому за агрокліматичними умовами рівні урожайності і агротехніки.

У процесі виконання дослідження передбачається вирішення наступних задач:

- 1) визначення оптимального розміру фермерського господарства на задану кількість трудових ресурсів;
- 2) визначення оптимальної структури посівних площ зернофуражних і кормових культур, що забезпечує оптимальний обсяг виробництва кормів і раціональне поголів'я тварин при заданій кількості трудових ресурсів;
- 3) врахування при організації виробництва кормів можливості використання природних сінокосів і пасовищ;
- 4) забезпечення збалансованості раціонів годівлі тварин по групах кормів, кормових одиницях і перетравному протеїну;
- 5) забезпечення одержання зеленого конвеєра і задоволення потреби тварин у зелених кормах по місяцях пасовищного періоду;
- 6) оцінка ґрунтозахисної здатності сівозмін;
- 7) оцінка балансу відновлення гумусу.

Як основна умова – обмеження – розглядається задана кількість трудових ресурсів на рік. Передбачається, що у фермерському господарстві є цілком визначена кількість працездатних працівників і один працівник за рік може відробити не менше 2838 чол.-год. Розглядається також і можливість залучення додаткової робочої сили в напружені періоди, обумовлені в залежності від спеціалізації фермерського господарства. Залучений додатково працівник за місяць може відробити не менше 300

годин.

Розглянемо основні групи змінних моделі.

Джерелами надходження кормів у господарстві є польове кормовиробництво, природні і культурні кормові угіддя, побічна продукція галузей рослинництва. Ці джерела і визначають основні групи змінних.

По рослинництву: площі посівів зернових продовольчих культур товарного призначення, площі посіву зернофуражних і кормових культур (ячменю, вівса, кормових коренеплодів і т.д.), при цьому деякі культури можуть бути представлені декількома змінними в залежності від термінів використання продукції (однорічні трави на зелений корм першого і другого термінів посіву), напрямків використання (багаторічні трави на сіно, на зелений корм) та інших ознак; площі природних і культурних угідь з урахуванням використання кінцевої продукції (природні сінокоси на сіно, на випас).

По поповненню кормових ресурсів: за рахунок використання побічної продукції галузей рослинництва (солома ячмінна на корм, кукурудза на силос, і т.д.).

По потребі в кормах: поголів'я тварин – кожен вид може вводиться в модель укрупненими групами (молочна череда, молодняк великої рогатої худоби) з одиницею виміру “середньорічна голова”; оптимізація кормових раціонів або приріст (добавка) кормів для кожної групи тварин понад мінімальну потребу – кількість змінних цієї групи залежить від кількості видів і груп тварин, для яких передбачається визначення оптимальних кормових раціонів, та від кількості груп кормів (концентровані, грубі, соковиті, зелені).

Допоміжні накопичувальні змінні, які дозволяють у процесі вирішення визначати площу ріллі, обсяг трудових ресурсів, необхідних для виробництва кормів відповідно до потреби, обумовленої розмірами раціонального поголів'я тварин.

Запишемо основні співвідношення моделі.

Знайти

$$X = \{x_j, x_w, x_s, x_{hw}, x_i, x_p, x_q\} \geq 0. \quad (6)$$

Обмеження:

По поголів'ю тварин

$$x_j \leq B_j \quad \text{при} \quad j \in D, \quad (7)$$

тобто поголів'я якогось виду або статевовікової групи тварин за умовою завдання x_j повинно бути менше або дорівнювати заданому поголів'ю B_j ;

D – безліч видів або статевовікових груп тварин.

По виробництву і використанню кормів. Виготовлені корми повинні балансуватися з потребою в них тваринництва по кормових одиницях і перетравному протеїну, а також повинно видержуватись співвідношення по групах кормів (концентровані, грубі і т. д) відповідно до фізіологічних потреб тварин і економічних можливостей господарства.

По поживних речовинах, ц

$$\sum_{w \in W} v_{lw} x_w + \sum_{s \in S} v_{ls} x_s \geq \sum_{j \in D} a_{lj} x_j \quad \text{при} \quad l \in L, \quad (8)$$

де l – індекс виду поживних речовин;

L – безліч видів поживних речовин;

v_{lw} – вихід поживних речовин l -го виду в розрахунку на одиницю w -го виду

рослинництва (на 1 га w -ої культури);

v_{ls} – вміст поживних речовин l -го виду в одиниці s -го корму;

a_{lj} – річна нормативна потреба у l -ому виді поживних речовин з розрахунку на одну середньорічну голову j -го виду (статевовікової групи) тварин (птиці);

W – безліч видів рослинництва;

D – безліч видів діяльності тваринництва.

По окремих групах кормів, ц·корм. од.

$$\sum_{w \in W} v_{hw} x_w + \sum_{s \in S} v_{hs} x_s \geq \sum_{j \in D} (a'_{hj} x_j + x_{hj}) \quad \text{при } h \in H, \quad (9)$$

де v_{hw} – вихід кормових одиниць по кормах h -ої групи в розрахунку на одиницю w -го виду діяльності рослинництва;

v_{hs} – вміст кормових одиниць в одиниці s -го корму h -ої групи;

a'_{hj} – мінімальна норма витрати кормів h -ої групи на одну середньорічну голову j -го виду тварин;

$a'_{hj} x_j$ – мінімальна потреба в кормах h -ої групи всього поголів'я j -го виду тварин;

x_{hj} – добавка кормів h -ої групи до мінімальної потреби в них j -го виду тварин;

$a'_{hj} x_j + x_{hj}$ – загальна потреба в кормах h -ої групи всього поголів'я j -го виду тварин,

а $\sum (a'_{hj} x_j + x_{hj})$ – усіх видів тварин.

На цьому математична формалізація кормового балансу не закінчується. Варто ввести обмеження по добавках кормів, щоб вони не вийшли за межі, які суперечать зоотехнічним вимогам годівлі тварин, а також виробничим можливостям господарства. Для цього встановлюють не тільки мінімальні a'_{hj} , але і максимальні a''_{hj} норми витрати кормів у розрахунку на одну середньорічну голову. При цьому припустима добавка корму h -ої групи Δa_{hj} понад мінімальну норму не повинна перевищувати різниці ($a''_{hj} - a'_{hj}$)

$$\Delta a_{hj} = a''_{hj} - a'_{hj}. \quad (10)$$

По оптимальній добавці кормів h -ої групи для всього поголів'я j -го виду тварин, ц·корм. од

$$\begin{array}{ccc} x_{hj} & \leq & \Delta a_{hj} x_j \quad \text{при } h \in H, \quad j \in D. \quad (11) \\ \text{оптимальна} & & \text{припустима} \\ \text{добавка} & & \text{добавка} \end{array}$$

Припустима добавка корму h -ої групи в розрахунку на одну середньорічну голову може визначатися іншим способом: через максимально q''_{hj} і мінімально q'_{hj} припустимі величини вмісту корму h -ої групи у річному раціоні j -го виду тварин, виражені в частках, і річну потребу в кормових одиницях однієї середньорічної голови a_{lj} , тобто

$$\Delta a_{hj} = (q''_{hj} - q'_{hj}) a_{lj}, \quad \text{або} \quad \Delta a_{hj} = \Delta q_{hj} a_{lj}, \quad (12)$$

де Δq_{hj} – припустима добавка корму h -ої групи, виражена в частках, тому що $\Delta q_{hj} = q''_{hj} - q'_{hj}$, а добуток $\Delta q_{hj} a_{lj}$ – припустима добавка, виражена у кормових одиницях.

По сумарній добавці: добавка кормів усіх груп для j -го виду тварин $\sum x_{hj}$ повинна дорівнювати нормативній добавці $\Delta a_{lj} x_j$, ц·корм. од

$$\sum_h x_{hj} = \Delta a_{lj} x_j \quad \text{при } j \in D, \quad (13)$$

або

$$\sum_h x_{hj} - \Delta a_{lj} x_j = 0 \quad \text{при } j \in D, \quad (14)$$

де Δa_{lj} – нормативна добавка в розрахунку на одну середньорічну голову. Вона визначається як різниця між загальною річною потребою в кормових одиницях a_{lj} і сумою мінімальних потреб $\sum a'_{hj}$, тому що $a_{lj} = \sum a'_{hj} + \Delta a_{lj}$.

Нормативну добавку на середньорічну голову можна визначати й іншим способом

$$\Delta a_{lj} = (1 - \sum q'_{hj}) a_{lj}, \quad (15)$$

де $\sum q'_{hj}$ – сума мінімальних меж вмісту кормів у річному раціоні тварин, виражена в частках.

По питомій вазі кормів у відповідній групі. Для прикладу запишемо обмеження по питомій вазі соломи в грубих кормах у раціоні корів

$$\sum_{s \in S_2} v_{hs} s_s \leq q_s \cdot (a'_{hj} x_j + x_{hj}), \quad (16)$$

обсяг соломи на корм, ц корм.од. *питома вага соломи* *потреба корів у грубих кормах ц корм.од.*

де S_2 – підмножина видів побічної продукції, яка використовується на корм.

Моделювання зеленого конвеєра. Зелені корми є найбільш дешевими, тому доцільно використовувати їх протягом усього пасовищного періоду. Для рівномірного забезпечення тварин цими кормами розробляють зелений конвеєр, у якому передбачають потреби тварин по місяцях і джерела задоволення потреби. З цією метою визначають набір сільськогосподарських культур, угідь, які дають зелену масу в достатній кількості протягом усього періоду.

У загальному вигляді умову можна записати так

$$\sum r_{hw}^{(t)} x_w \geq \sum q_h^{(t)} (a'_{hj} x_j + x_{hj}) \quad t \in T, \quad (17)$$

де $q_h^{(t)}$ – частка потреби в зелених кормах у t місяці пасовищного періоду;

T – безліч місяців пасовищного періоду;

$r_{hw}^{(t)}$ – вихід зеленого (пасовищного) корму з 1 га w -ої культури (w -го виду угідь) у t місяці пасовищного періоду, ц корм. од.

$r_{hw}^{(t)} = v_{hw}$, тобто вихід однолітніх трав та зеленого корму з 1 га дорівнює загальному виходу зеленої маси з 1 га. Умови для багаторічних трав і пасовищ

$$r_{hw}^{(t)} = \gamma_h^{(t)} v_{hw}, \quad (18)$$

де $\gamma_h^{(t)}$ – частка виходу зеленого корму в t місяці пасовищного періоду.

Оскільки $q_h^{(t)}$ є часткою потреби в зелених кормах у t місяці пасовищного періоду, а a'_{hj} – мінімальна норма витрати зелених кормів на одну середньорічну голову, то добуток $q_h^{(t)} a'_{hj}$ буде означати мінімальну норму витрати зелених кормів у одному місяці. Позначимо її α_{hj} . Отже, $\alpha_{hj} = q_h^{(t)} a'_{hj}$.

Поповнення кормових ресурсів за рахунок використання на корм побічної продукції рослинництва, ц. Побічна продукція галузей рослинництва визначається як:

$$x_s \leq v_{sw} x_w \quad \text{при} \quad s \in S_2, \quad (19)$$

де x_s – кількість використовуваної на корм побічної продукції галузей рослинництва s -го виду;

v_{sw} – вихід побічної продукції s -го виду (соломи, бадилля) з 1 га w -ої культури;

$v_{sw} x_w$ – загальний вихід побічної продукції s -го виду.

Цим співвідношенням досягається виконання умови, щоб кількість соломи чи бадилля, яке може бути використане на корм, не перевищувало її виходу.

Додаткові вимоги до розмірів рослинницьких галузей. Вони визначаються по питомій вазі посівів гороху, площі, зайнятої паром, посівів частини озимих та ярих зернових після багаторічних трав

$$\sum_{w \in W} x_w \leq A_w, \quad (20)$$

де A_w – площа відповідної культури, га;

W – множина видів рослинництва.

Визначення потреби у виробничих ресурсах для кормового виробництва (рілля, праця):

рілля, га

$$\sum_{w \in W_1} a_{iw} x_w = x_i \quad \text{при} \quad a_{iw} = 1, \quad (21)$$

де W_1 – підмножина видів рослинництва у польовому кормовиробництві;
трудові ресурси, чол.-год.

$$\sum_{w \in W} a_{iw} x_w = x_i \quad \text{при} \quad i \in I, \quad (22)$$

де I – множина елементів трудових ресурсів;

a_{iw} – витрати i -го ресурсу на одиницю w -го виду рослинництва;

x_i – допоміжна змінна, яка означає шуканий обсяг i -го ресурсу.

Оцінка ґрунтозахисної здатності сівозмін

$$U_{\text{сівозм.}} = \frac{\sum_{w \in W} p_w A_w}{\sum_{w \in W} A_w}, \quad (23)$$

де $U_{\text{сівозм.}}$ – ґрунтозахисна здатність сівозміни, відн. од.

p_w – ґрунтозахисна здатність w -ої культури або поля сівозміни, відн. од.;

A_w – площа w -ої культури або поля сівозміни, га;

W – підмножина полів сівозміни.

Оцінка балансу відновлення гумусу Z_{Gum}

$$Z_{Gum} = \frac{\sum_{w \in W} Y_w k_w q_w A_w - \sum_{w \in W} Y_w m_w A_w + \sum_{j \in D} Q_j k_j}{\sum_{w \in W} A_w}, \quad (24)$$

де Y_w – урожайність w -ої культури сівозміни;

k_w – коефіцієнт відношення основної продукції до кількості пожнивних і корневих залишків;

q_w – коефіцієнт гуміфікації рослинних залишків;

A_w – площа w -ої культури, га;

m_w – норма мінералізації гумусу під w -ою культурою;

Q_j – вихід гною j -ої статево-вікової групи тварин;

k_j – коефіцієнт гуміфікації гною.

Цільова функція

$$f(x) = P_j \rightarrow \max \quad (25)$$

або

$$f(x) = P_w \rightarrow \max, \quad (26)$$

де P_j – продуктивність j -го виду або статево-вікової групи тварин;

P_w – продуктивність w -ої сільськогосподарської культури сівозміни.

Як змінні нами розглядаються:

1) Площі посіву зернофуражних і кормових культур, га: ячмінь; овес; горох; картопля; кормові коренеплоди; однолітні трави на сіно; однолітні трави на зелений корм; багаторічні трави на сіно; багаторічні трави на зелений корм; озиме жито і кукурудза на зелений корм.

2) Площі посіву с.-г. культур товарного призначення, га: озима пшениця; озиме жито; соняшник, кукурудза; картопля.

3) Площа чорного пару, га.

4) Площі культурних і природних угідь, га: культурні пасовища; природні сінокосяки; природні пасовища.

5) Поповнення кормових ресурсів, ц: солома ячмінна на корм; солома вівсяна на корм.

6) Поголів'я тварин, голів: молочна череда; молодняк великої рогатої худоби; свині; коні.

7) Додаток кормів для молочної череди, ц-корм. од.: концентрованих; грубих; соковитих; зелених.

8) Додаток кормів для молодняка ВРХ, ц-корм. од.: концентрованих; грубих; соковитих; зелених.

9) Земельні (рілля) і трудові ресурси, необхідні для кормовиробництва, рослинництва і тваринництва:

– загальна площа під зернофуражними і кормовими культурами, с.-г. культурами товарного призначення, га;

– загальна потреба в трудових ресурсах, чол.-год.;

– залучення додаткової робочої сили, чол.-год.;

– виробництво валової продукції, ц;

– озимої пшениці;

- озимого жита;
- кукурудзи;
- картоплі;
- молока;
- м'яса ВРХ;
- свинини.

Висновки. Таким чином, на основі синтезу апарату моделювання продукційного процесу рослин та апарату лінійного програмування розроблено метод оцінки агрокліматичних умов функціонування фермерських господарств та ефективності цього функціонування в залежності від напрямку спеціалізації господарства.

Оптимальне рішення задачі дозволяє на заданому за агрокліматичними умовами рівні урожайності і агротехніки визначити розмір і структуру посівних площ зернофуражних і кормових культур; обсяг кормових добавок; обсяг побічної продукції галузей рослинництва, яка використовується на корм; напрямок використання природних і поліпшених кормових угідь; кормовий баланс, у якому потреба в кормах і їхнє виробництво збалансовані в кормових одиницях, перетравному протеїні та інших показниках; раціональне поголів'я тварин; структуру витрати кормів; баланс зелених кормів по місяцях пасовищного періоду; потребу в земельних ресурсах для вирощування кормів в розрахунку на задані трудові ресурси; ґрунтозахисну здатність сівозмін і баланс гумусу. Оптимальне рішення дозволяє одержувати всю необхідну інформацію для оцінки ефективності оптимального варіанта спеціалізації фермерського господарства.

Список літератури

1. *Полевой А.Н.* Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
2. *Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В.* Имитационное моделирование экономических процессов. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 365 с.
3. *Полевой А.Н.* Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. //Метеорологія, кліматологія та гідрологія.– 2004.– Вип. 48.– С. 195-205.

Метод оценки агроклиматических условий и эффективности функционирования фермерских хозяйств. Полевой А.Н.

Рассматривается оценка агроклиматических условий формирования уровней урожайности сельскохозяйственных культур и модель определения оптимальной структуры посевных площадей фермерского хозяйства.

Ключевые слова: солнечная радиация, температура, осадки, прирост, почва, моделирование, продуктивность, посевная площадь, корм.

Method of an estimation of agroclimatic conditions and efficiency of functioning of farms. Polevoy A.

The estimation of agroclimatic conditions of formation of levels of productivity of agricultural crops and model of definition of optimum structure of areas under crops of a farm is considered.

Keywords: solar radiation, temperature, precipitation, a gain, ground, modeling, efficiency, an area under crops, forages.