

Системный анализ

Предложена агрегированная математическая модель сельскохозяйственного производства на уровне страны, которая позволяет проводить анализ различных сценариев производства продукции растениеводства и животноводства с точки зрения продовольственной безопасности. Отталкиваясь от общей потребности страны в продуктах питания, модель определяет оптимальные соотношения растениеводческой и животноводческой отраслей в условиях риска реализации неблагоприятных погодных и рыночных условий.

© В.А. Пепеляев,
Н.А. Голодникова, 2011

УДК 338.43

В.А. ПЕПЕЛЯЕВ, Н.А. ГОЛОДНИКОВА

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ**

Введение. По определению Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) продовольственная безопасность – это состояние, когда каждый человек имеет доступ к пищевым продуктам в объемах и ассортименте, соответствующих установленным рациональным нормам потребления пищевых продуктов, необходимых для активного и здорового образа жизни.

В соответствии с методологией ФАО, питательная ценность потребляемых пищевых продуктов оценивается по таким показателям, как энергетическая ценность, количество белков и жиров. Необходимым условием обеспечения продовольственной безопасности страны является наращивание объемов производства продуктов питания. При этом структура сельскохозяйственного производства должна ориентироваться не только на получение максимальных прибылей, но и на обеспечение населения продуктами питания в объемах, которые соответствуют принятым нормам потребления килокалорий, белков и жиров. В статье предложена статическая агрегированная модель, позволяющая анализировать сценарии возможных результатов сельскохозяйственного производства на уровне страны. Под сценарием подразумевается набор значений параметров (урожайность, цена, рентабельность производства), входящих в модель, которые реализуются в пределах одного года. Естественным источником случайных сценариев являются статистические данные за прошлые годы.

Постановка задачи. Растениеводческая отрасль моделируется следующим образом. Введем обозначения:

I_1 – множество сельскохозяйственных культур;

x_i – размер посевных площадей под культурой $i \in I_1$;

S – общая посевная площадь на уровне страны;

lx_i, ux_i – нижняя и верхняя границы размеров посевных площадей x_i .

Согласно этим определениям введем следующие ограничения на использование посевных площадей:

- сумма посевных площадей, которые отведены под все сельскохозяйственные культуры, не может превышать общую посевную площадь

$$\sum_{i \in I_1} x_i \leq S,$$

- размеры посевных площадей, отведенные под культуру i , должны быть не меньше, чем нижняя граница lx_i , и не больше, чем верхняя граница ux_i

$$lx_i \leq x_i \leq ux_i, i \in I_1.$$

Параметры, характеризующие культуру i (урожайность, цена, рентабельность производства), являются случайными величинами, которые моделируются с использованием набора сценариев.

Введем следующие обозначения:

$\{1, 2, \dots, J\}$ – множество случайных сценариев;

j – индекс случайного сценария;

u_{ji} – урожайность культуры $i (i \in I_1)$ по сценарию j ;

$u_{ji}x_i$ – валовой сбор урожая культуры $i (i \in I_1)$ по сценарию j ;

y_{ji}^s – часть урожая культуры $i (i \in I_1)$, которая по сценарию j используется для продовольственного потребления. Если культура $i (i \in I_1)$ не используется для продовольственного потребления (зеленая масса кукурузы, люцерны и т. п.), то вводятся следующие ограничения:

$$y_{ji}^s = 0, j = 1, 2, \dots, J;$$

y_{ji}^{korm} – часть урожая культуры $i (i \in I_1)$, которая по сценарию j используется для откорма скота и птицы. Если культура $i (i \in I_1)$ не используется для откорма скота и птицы, то вводятся такие ограничения:

$$y_{ji}^{korm} = 0, j = 1, 2, \dots, J;$$

y_{ji}^{exp} – часть урожая $i (i \in I_1)$, которая по сценарию j экспортируется;

$\lambda_i x_i$ – часть урожая культуры $i (i \in I_1)$, которая используется как посевной материал (λ_i – норма посева культуры $i (i \in I_1)$);

$\theta_i u_{ji} x_i$ – потери урожая культуры $i (i \in I_1)$ по сценарию j (θ_i – коэффициент потерь урожая культуры $i (i \in I_1)$).

Запишем следующее ограничение на распределение урожая:

$$u_{ji}x_i = y_{ji}^s + y_{ji}^{korm} + y_{ji}^{exp} + \lambda_i x_i + \theta_i u_{ji} x_i, j = 1, \dots, J.$$

Структура посевных площадей в значительной степени зависит от поголовья скота и птицы и их потребности в кормах.

Потребность в кормах определяется двумя способами*. Согласно первому способу потребность в кормах определяют по нормативам затрат кормовых единиц (корм. ед.) на производство единицы продукции, дифференцированных в зависимости от продуктивности скота или птицы.

В модели используется второй способ, основанный на информации о структуре стада и нормативах годовой потребности кормов на одну голову. Под структурой стада подразумевают соотношение отдельных возрастных и половых групп скота в стаде данного вида животных. От установленной структуры стада зависят темпы воспроизводства поголовья, а также объемы животноводческой продукции.

Используя информацию о структуре стада и нормы кормления каждой возрастной и половой группы скота, рассчитывается средневзвешенная потребность в кормовых единицах и перевариваемом протеине на одну голову стада. Численность стада зависит от кормовой базы, объемы которой разные при различных сценариях погодных условий. В неурожайные годы поголовье животных уменьшается, а при благоприятных погодных условиях – увеличивается.

Животноводческая отрасль моделируется следующим образом. Введем следующие обозначения:

K – множество видов сельскохозяйственных животных и птицы с учетом направления и производительности (например, крупный рогатый скот мясомолочного направления с производительностью 4000 кг надоя молока в год и 600 г среднесуточного прироста молодняка; свиньи сального направления с производительностью 400 г среднесуточного прироста и т. п.);

k – индекс животных или птицы $k \in K$;

z_{jk} – среднегодовая численность поголовья вида k по сценарию j ;

z_k – планируемая среднегодовая численность животных или птицы вида k ;

a_k^{ko} – годовая средневзвешенная потребность в кормовых единицах на одну голову животных или птицы вида k ;

a_k^{prot} – годовая средневзвешенная потребность в перевариваемом протеине на одну голову животных или птицы вида k ;

I_2 – множество продукции животноводства;

b_i^{ko} – количество кормовых единиц в единице культуры $i (i \in I_1)$;

b_i^{prot} – количество перевариваемого протеина в единице культуры $i (i \in I_1)$;

* Нелен В.М. Планування на аграрному підприємстві. – К.: КНЕУ, 2004. – 495 с.

ρ_{ik} – расходы кормовых единиц на производство единицы продукции $i, i \in I_2$ при откорме животных или птицы вида k ;

v_{ji} – объем продукции животноводства $i, i \in I_2$ по сценарию j ;

v_{ji}^s – часть произведенной продукции животноводства $i, i \in I_2$, которая по сценарию j используется для продовольственного потребления;

v_{ji}^{exp} – часть произведенной продукции животноводства $i, i \in I_2$, которая по сценарию j экспортируется.

Запишем балансовые ограничения:

- на годовой объем кормовых единиц

$$\sum_{i \in I_1} b_i^{ko} y_{ji}^{korm} = \sum_{k \in K} a_k^{ko} z_{jk}, \quad j = 1, 2, \dots, J;$$

- на годовой объем перевариваемого протеина

$$\sum_{i \in I_1} b_i^{prot} y_{ji}^{korm} = \sum_{k \in K} a_k^{prot} z_{jk}, \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

Введем ограничения на изменение поголовья при разных сценариях:

$$\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J z_{jk} \geq z_k.$$

Это ограничение гарантирует, что уменьшение поголовья в сценариях, соответствующих неблагоприятным погодным условиям, будет компенсироваться его увеличением в сценариях, соответствующих благоприятным погодным условиям.

Годовые объемы производства продукции животноводства по сценарию j вычисляются следующим образом:

$$v_{ji} = \sum_{k \in K} (a_k^{ko} / \rho_{ik}) z_{jk}, \quad i \in I_2, \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

Запишем следующее ограничение на распределение продукции животноводства:

$$v_{ji} = v_{ji}^s + v_{ji}^{exp}, \quad j = 1, \dots, J; \quad i \in I_2.$$

Для моделирования физической обеспеченности населения Украины в килокалориях, белках и жирах введем следующие обозначения:

D_{ccal} – минимальные годовые потребности населения в килокалориях;

D_{prot} – минимальные годовые потребности населения в белках;

D_{fat} – минимальные годовые потребности населения в жирах;

d_i^{ccal} – количество килокалорий в единице продукции $i \in I_1 \cup I_2$;

d_i^{prot} – количество белков в единице продукции $i \in I_1 \cup I_2$;

d_i^{fat} – количество жиров в единице продукции $i \in I_1 \cup I_2$;

y_{ji}^{imp} – объем импорта продукции растениеводства $i (i \in I_1)$ по сценарию j ;

v_{ji}^{imp} – объем импорта продукции животноводства $i (i \in I_2)$ по сценарию j ;

π_{prot} – коэффициент соотношения между потреблением белков растительного и животного происхождения;

π_{fat} – коэффициент соотношения между потреблением жиров растительного и животного происхождения;

η_{ji}^1 – годовые объемы продукции растениеводства i ($i \in I_1$), поступающие на потребительский рынок из госрезерва (если $\eta_{ji}^1 > 0$), или – в госрезерв (если $\eta_{ji}^1 < 0$) по сценарию j ;

η_{ji}^2 – годовые объемы продукции животноводства i ($i \in I_2$), поступающие на потребительский рынок из госрезерва (если $\eta_{ji}^2 > 0$), или – в госрезерв (если $\eta_{ji}^2 < 0$) по сценарию j ;

Φ_i^1 – имеющиеся запасы продукции растениеводства i ($i \in I_1$), находящиеся в госрезерве на начало года;

Φ_i^2 – имеющиеся запасы продукции животноводства i ($i \in I_2$), находящиеся в госрезерве на начало г.

Минимальная потребность населения Украины в продуктах питания может считаться физически обеспеченной, если выполняются следующие ограничения: на ежегодную потребность в килокалориях

$$\sum_{i \in I_1} d_i^{ccal} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) + \sum_{i \in I_2} d_i^{ccal} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2) \geq D_{ccal}, \quad j = 1, 2, \dots, J;$$

на ежегодную потребность в белках

$$\sum_{i \in I_1} d_i^{prot} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) + \sum_{i \in I_2} d_i^{prot} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2) \geq D_{prot}, \quad j = 1, 2, \dots, J;$$

на ежегодную потребность в жирах

$$\sum_{i \in I_1} d_i^{fat} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) + \sum_{i \in I_2} d_i^{fat} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2) \geq D_{fat}, \quad j = 1, 2, \dots, J;$$

на рациональное соотношение между потреблением белков растительного и животного происхождения

$$\pi_{prot} \sum_{i \in I_1} d_i^{prot} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) = \sum_{i \in I_2} d_i^{prot} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2), \quad j = 1, 2, \dots, J;$$

на рациональное соотношение между потреблением жиров растительного и животного происхождения

$$\pi_{fat} \sum_{i \in I_1} d_i^{fat} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) = \sum_{i \in I_2} d_i^{fat} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2), \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

Введем ограничения на колебания запасов резервного фонда:

$$\sum_{j=1}^J \eta_{ji}^1 \leq 0, \quad i \in I_1; \quad \sum_{j=1}^J \eta_{ji}^2 \leq 0, \quad i \in I_2.$$

Эти ограничения гарантируют, что сокращение запасов госрезерва в сценариях, соответствующих неблагоприятным погодным условиям, будет компенсироваться их увеличением в сценариях, соответствующих благоприятным погодным условиям.

Существует риск того, что для некоторых сценариев, соответствующих неблагоприятным погодным условиям, потребности в запасах из госрезерва могут превышать их текущий уровень. В качестве меры такого риска будем использовать вероятность наступления таких ситуаций.

Пусть η_i^1 и η_i^2 – случайные величины, которые могут принимать значения $\eta_{1i}^1, \eta_{2i}^1, \dots, \eta_{ji}^1$, $i \in I_1$, и $\eta_{1i}^2, \eta_{2i}^2, \dots, \eta_{ji}^2$, $i \in I_2$ соответственно. Тогда для фиксированного $i \in I_1$ вероятность того, что случайная величина η_i^1 будет превышать имеющийся уровень запасов Φ_i^1 , вычисляется по формуле

$$\Pr\{\eta_i^1 > \Phi_i^1\} = n_{\Phi_i^1} / J,$$

где $n_{\Phi_i^1}$ – количество сценариев j , для которых $\eta_{ji}^1 > \Phi_{ji}^1$.

Аналогично вычисляется вероятность $\Pr\{\eta_i^2 > \Phi_i^2\}$ для фиксированного $i \in I_2$. Пусть α_1 и α_2 – верхние границы для этих вероятностей. Запишем ограничения на риск того, что для некоторых сценариев, которые соответствуют неблагоприятным погодным условиям, потребности в запасах из госрезерва будут превышать текущий уровень запасов, следующим образом:

$$\Pr\{\eta_i^1 > \Phi_i^1\} \leq \alpha_1, \quad i \in I_1; \quad \Pr\{\eta_i^2 > \Phi_i^2\} \leq \alpha_2, \quad i \in I_2.$$

В модели предполагается, что нехватка продуктов питания на потребительском рынке может компенсироваться не только за счет государственного резерва, но и за счет импорта дефицитных продуктов питания. Этот импорт должен быть обеспечен валютными поступлениями от экспорта недефицитной продукции аграрного сектора, а в случае ее недостатка, – за счет валютных резервов НБУ. Существует риск того, что в сценариях, соответствующих неблагоприятным погодным или глобальным экономическим условиям, уровень экспорта продовольственных продуктов упадет до минимума, а цены на импортные продукты питания подскочат до заоблачных высот. При таком развитии событий никаких валютных резервов НБУ не хватит для обеспечения импорта продовольственных товаров. Для оценки такого риска будем использовать вероятность наступления таких ситуаций.

Введем следующие обозначения:

c_{ji}^{exp} – экспортная цена продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ по сценарию j ;

c_{ji}^{imp} – цена импортной продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ по сценарию j ;

$\xi_j = \sum_{i \in I_1} c_{ji}^{imp} y_{ji}^{imp} + \sum_{i \in I_2} c_{ji}^{imp} v_{ji}^{imp} - \sum_{i \in I_1} c_{ji}^{exp} y_{ji}^{exp} - \sum_{i \in I_2} c_{ji}^{exp} v_{ji}^{exp}$ – превышение импорта

над экспортом по сценарию j ;

E – максимально возможный уровень валютных резервов НБУ, который можно использовать для импорта продуктов питания;

ξ – случайная величина, которая может принимать значения ξ_1, \dots, ξ_J .

Вероятность того, что импорт над экспортом будет превышать максимально возможный уровень валютных резервов НБУ

$$\Pr\{\xi > E\} = n_E / J,$$

где n_E – количество сценариев j , для которых $\xi_j > E$. Пусть β – верхняя граница для этой вероятности.

Запишем ограничения на риск того, что валютных резервов НБУ не хватит для финансирования импорта дефицитных продуктов питания:

$$\Pr\{\xi > E\} \leq \beta.$$

При вычислении прибыли от реализации продукции растениеводства будем учитывать только продукцию, которая идет на потребительский рынок и на экспорт. Часть продукции, которая идет на откорм животных и птицы, учитывается при вычислении прибыли от реализации продукции животноводства. Введем следующие обозначения:

c_{ji} – цена реализации продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ по сценарию j ;

\tilde{c}_{ji} – себестоимость единицы продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ по сценарию j ;

r_{ji} – рентабельность производства продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ по сценарию j ;

$prof_{ji}^s$ – прибыль от реализации единицы продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ на внутреннем рынке страны по сценарию j ;

$prof_{ji}^{exp}$ – прибыль от экспорта единицы продукции $i (i \in I_1 \cup I_2)$ по сценарию j ;

r_j – рентабельность сельскохозяйственного производства по сценарию j :

$$r_j = \frac{\sum_{i \in I_1} (prof_{ji}^s y_{ji}^s + prof_{ji}^e y_{ji}^e) + \sum_{i \in I_2} (prof_{ji}^s v_{ji}^s + prof_{ji}^e v_{ji}^e)}{\sum_{i \in I_1} (\tilde{c}_{ji}^s y_{ji}^s + \tilde{c}_{ji}^e y_{ji}^e) + \sum_{i \in I_2} (\tilde{c}_{ji}^s v_{ji}^s + \tilde{c}_{ji}^e v_{ji}^e)};$$

R – допустимая рентабельность сельскохозяйственного производства;

ζ – случайная величина, которая может принимать значения r_1, r_2, \dots, r_J .

Вероятность того, что рентабельность сельскохозяйственного производства будет ниже, чем R , вычисляется по формуле

$$\Pr\{\zeta < R\} = n_R / J,$$

где n_R – количество сценариев j , для которых $r_j < R$.

Сформулируем теперь модель в виде следующей задачи стохастического программирования. Найти оптимальные структуру посевных площадей $(x_i, i \in I_1)$ и структуру стада животных и птицы $(z_k, k \in K)$, при которых мини-

мизируется риск того, что рентабельность сельскохозяйственного производства будет ниже, чем минимально допустимая рентабельность R :

$$\Pr\{\zeta < R\} \rightarrow \min,$$

при ограничениях на:
сумму посевных площадей

$$\sum_{i \in I_1} x_i \leq S,$$

распределение урожая

$$u_{ji} x_i = y_{ji}^s + y_{ji}^{korm} + y_{ji}^{exp} + \lambda_i x_i + \theta_i u_{ji} x_i, \\ j = 1, \dots, J; i \in I_1,$$

годовой объем кормовых единиц

$$\sum_{i \in I_1} b_i^{ko} y_{ji}^{korm} = \sum_{k \in K} a_k^{ko} z_{jk}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

годовой объем перевариваемого протеина

$$\sum_{i \in I_1} b_i^{prot} y_{ji}^{korm} = \sum_{k \in K} a_k^{prot} z_{jk}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

колебания численности поголовья животных и птицы при разных сценариях

$$\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J z_{jk} \geq z_k,$$

годовые объемы производства продукции животноводства

$$v_{ji} = \sum_{k \in K} \frac{a_k^{ko}}{\rho_{ik}} z_{jk}, \quad i \in I_2, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

распределение продукции животноводства

$$v_{ji} = v_{ji}^s + v_{ji}^e, \quad j = 1, \dots, J; i \in I_2,$$

ежегодную потребность в килокалориях

$$\sum_{i \in I_1} d_i^{ccal} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) + \sum_{i \in I_2} d_i^{ccal} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2) \geq D_{ccal}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

ежегодную потребность в белках

$$\sum_{i \in I_1} d_i^{prot} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) + \sum_{i \in I_2} d_i^{prot} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2) \geq D_{prot}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

ежегодную потребность в жирах

$$\sum_{i \in I_1} d_i^{fat} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) + \sum_{i \in I_2} d_i^{fat} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2) \geq D_{fat}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

рациональное соотношение между потреблением белков растительного и животного происхождения

$$\pi_{prot} \sum_{i \in I_1} d_i^{prot} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) = \sum_{i \in I_2} d_i^{prot} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2), \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

рациональное соотношение между потреблением жиров растительного и животного происхождения

$$\pi_{fat} \sum_{i \in I_1} d_i^{fat} (y_{ji}^s + y_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^1) = \sum_{i \in I_2} d_i^{fat} (v_{ji}^s + v_{ji}^{imp} + \eta_{ji}^2), \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

колебания запасов резервного фонда

$$\sum_{j=1}^J \eta_{ji}^1 \leq 0, \quad i \in I_1, \quad \sum_{j=1}^J \eta_{ji}^2 \leq 0, \quad i \in I_2,$$

риск того, что потребности в запасах из госрезерва будут превышать текущий уровень запасов

$$\Pr\{\eta_i^1 > \Phi_i^1\} \leq \alpha_1, \quad i \in I_1, \quad \Pr\{\eta_i^2 > \Phi_i^2\} \leq \alpha_2, \quad i \in I_2,$$

риск того, что валютных резервов НБУ не хватит для финансирования импорта дефицитных продуктов питания

$$\Pr\{\xi > E\} \leq \beta,$$

переменные задачи

$$lx_i \leq x_i \leq ux_i, \quad i \in I_1,$$

$$y_{ji}^s \geq 0, \quad y_{ji}^{exp} \geq 0, \quad y_{ji}^{imp} \geq 0, \quad y_{ji}^{korm} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J; \quad i \in I_1,$$

$$z_{jk} \geq 0, \quad z_k \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J; \quad k = 1, 2, \dots, K,$$

$$v_{ji}^s \geq 0, \quad v_{ji}^{exp} \geq 0, \quad v_{ji}^{imp} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J; \quad i \in I_2,$$

если культура $i (i \in I_1)$ не используется для продовольственного потребления, то

$$y_{ji}^s = 0, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

если культура $i (i \in I_1)$ не используется для откорма животных и птицы, то

$$y_{ji}^{korm} = 0, \quad j = 1, 2, \dots, J.$$

Заключение. В данной работе предложена статическая агрегированная модель, позволяющая анализировать сценарии возможных результатов сельскохозяйственного производства на уровне страны. Модель в дальнейшем будет использоваться для анализа сценариев обеспечения продовольственной безопасности Украины.

В.А. Пепеляев, Н.О. Голоднікова

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Запропонована агрегована математична модель сільськогосподарського виробництва на рівні країни, що дозволяє проводити аналіз різних сценаріїв виробництва продукції рослинництва та тваринництва з точки зору продовольчої безпеки, враховуючи загальну потребу країни у продовольчих продуктах, модель визначає оптимальні співвідношення рослинницької і тваринницької галузей в умовах ризику реалізації несприятливих погодних і ринкових умов.

V.A. Pepelyaev, N.A. Golodnikova

OPTIMIZATION OF STRUCTURE OF AGRICULTURAL PRODUCTION
FOR FOOD SECURITY OF UKRAINE

We propose an aggregated mathematical model of agricultural production at the country level, which allows one to analyze various scenarios of crop and livestock production in terms of food security. Starting from the overall country's needs in food, the model determines the optimal ratio of crop and livestock sectors under the risk of adverse weather and market conditions.

Получено 23.11.2010

Об авторах:

Пепеляев Владимир Анатольевич,

доктор физико-математических наук,

заведующий отделом Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины,

Голоднікова Нина Александровна,

аспирантка Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины.