

2. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении / И.Л. Повх.- Л: Машиностроение, 1974. – 480 с.
3. Титов Л.В. Исследование влияния выравнивания скоростей всасывания на эффективность противопоточного ротационного пылеуловителя транспортных систем кондиционирования воздуха: автореф. дис... канд. тех. наук / Л.В. Титов. - М., 1981. - 10 с.
4. Пат.№ 40794 Україна, МПК D01D54/14. Протипотоковий ротаційний тепловіддільник / Ю.П. Рогач, І.М. Мохнатко (Україна).- №2000031542; заявл. 20.03.2000; опубл. 15.08. 2001, Бюл №7.
5. ГОСТ «Машины сельськогосподарські самохідні. Робоче місце оператора. Технічні вимоги».
6. Діденко Н. К. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – К.: «Вища школа», 1977. – 392 с.
7. Руденко В. А., Саєнко А. В. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення машинно-тракторних агрегатів// Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. - № 11 (26). – С. 79 – 82.

**Василенко О.А., Гелих А.А. Средства нормализации микроклимата в кабинах тракторов для создания комфортных условий труда операторов в разное время года**

*Установлено влияние параметров микроклиматических условий в кабине оператора на состояние здоровья и производительность труда, проведен анализ действующих нормативных документов по этому вопросу и проведены экспериментальные исследования микроклимата в кабинах тракторов современных моделей в условиях агрофирмы «Виктория» с. Веры Белопольского района Сумской области. Сделанные выводы относительно эффективности использования испарительных кондиционеров в летний период и отопителей в осенний период, которые позволяют поддерживать температуру воздуха в кабинах тракторов на уровне действующих стандартов и способствуют сохранению нормального функционирования и теплового состояния организма оператора, а также создают условия для высокого уровня работоспособности и уменьшению профессиональных заболеваний.*

**Ключевые слова:** микроклимат (метеорологични условия), оптимальные условия, допустимые условия, испарительные кондиционеры, отопители, трактор, кабина, оператор.

**Vasilenko O., Gelikh A. Means for normalization of microclimate in tractor cabin to create comfortable conditions of operators in different seasons**

*The influence of parameters of micro-climatic conditions in the operator's cabin on the state of health and productivity, an analysis of the existing regulations on the subject and conducted experimental studies of microclimate in tractor cabs modern models in terms of agricultural company "Victoria" s. Faith Belopolsky district of Sumy region. Conclusions regarding the efficiency of evaporative air conditioners in the summer and heaters in the autumn, which allows for temperature in the tractor cabin at operating standards and contribute to the preservation of normal operation and thermal state of the body of the operator, and create conditions for a high level of efficiency and reduction occupational diseases.*

*For the prevention of workplace injuries and occupational diseases reduction in tractor cab on agricultural firm "Victoria" is necessary to monitor compliance with norms of microclimate according to GOST "self-propelled agricultural machines. Workplace operator. Specifications ". We found that the main technical means that can control the climate operators in the spring - autumn is evaporating air conditioning in summer and heaters in winter, installed on all analyzed our model tractors.*

**Keywords:** climate (meterolohichni conditions), optimal conditions acceptable conditions, evaporative air conditioners, heaters, tractor, cab operator.

Дата надходження до редакції: 04.03.2016

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Кузема О.С.

УДК 330.15

**МЕТОДИ ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНОГО БАЛАНСУ ТЕРИТОРІЙ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ВИРОБНИЦТВА**

**И. В. Верещака**, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

*В роботі запропонована математична модель раціонального водокористування в агропромисловому комплексі. Проводиться розрахунок показників господарської діяльності агропідприємств у межах сформованої структури сільськогосподарського виробництва водогосподарського комплексу. Здійснюється найбільш загальна оцінка об'єкта водокористування на основі методів оптимізації, коли цільовою функцією є максимальний дохід агропідприємств при виконанні оптимального плану виробництва конкретних видів продукції і послуг на розрахунковий період. Створена динамі-*

чну модель, яка, на відміну від класичної, полягає у можливому урахуванні збільшення обсягів сільськогосподарського виробництва одночасно із здійсненням природоохоронних заходів. В якості керуючого вектора приймається сумарний вектор швидкості капітальних вкладень, спрямованих на розвиток основних фондів виробничого і природоохоронного призначення.

**Ключові слова:** водогосподарчий комплекс, водні ресурси, диференціальна рента, оптимальна структура.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Слід зазначити, що сучасний стан ґрунтового покриву України має небезпечну тенденцію деградації схилених земель, на яких розвиваються ерозійні процеси. На змитих ґрунтах різко знижується урожайність сільськогосподарських культур і ефективність їх вирощування, нерідко спостерігається цілковитий змив верхнього шару ґрунту, втрачається властивість родючості, що завдає непоправної шкоди, створює або ускладнює екологічну проблему.

Таким чином, земля і вода в аграрному секторі перебувають двуєдиним засобом виробництва. Тому при створенні водогосподарського комплексу (ВГК) для обраного сільськогосподарського району, кожен водозабірний басейн необхідно розглядати як єдину систему, яка об'єднує річки, струмки, ставки, водосховища, болота, підземні води, зрошувальні та осушувальні системи в одне ціле. Всі складові такого комплексу знаходяться в сталому гідрологічному зрівноваженні. Змінювання гідрорегуляції одного з цих елементів може привести до суттєвих змін діяльності всієї системи.

Системний аналіз існуючих на цей час досліджень [1 – 6] ще раз доводить, що під час сільськогосподарської діяльності, окрім визначення стану земельних та водних ресурсів, які залучаються безпосередньо у виробництво, не менш важливими показниками такої діяльності є наявність чітко визначених даних, характеризуючих формування водного режиму і водозабезпеченості території (виснаження ресурсів підземних вод, пониження рівнів ґрунтових вод, зниження вологості кореневмісного шару, змінення гідроенергетичного потенціалу водного стоку, тощо).

Виявлений органічний взаємозв'язок водних ресурсів з природним середовищем вимагає відповідного функціонального сполучення господарських підрозділів, що об'єднує їх економічні інтереси при експлуатації земельних ресурсів водозбірного басейну (як чинника водоутворення) і використанні водних ресурсів. До деградації земельних ресурсів та водних об'єктів призводить саме недооцінка взаємозв'язку такого сполучення і виникнення звідси екологічної невідповідності способів господарського використання земельних і водних ресурсів.

**Мета статті.** Побудувати динамічну модель, яка, на відміну від статичної, полягає у можливому урахуванні збільшення обсягів сільськогосподарського виробництва одночасно із здійсненням природоохоронних заходів. В якості керуючого вектора приймається сумарний вектор швидкості

капітальних вкладень, спрямованих на розвиток основних фондів виробничого і природоохоронного (ресурсовідновлюючого) призначення.

**Постановка проблеми.** Визначення ефективної моделі використання водних ресурсів за сучасних і перспективних умов є актуальною проблемою впровадження концепції сталого розвитку водного господарства в Україні [7]. Для вибору оптимального режиму гідрорегуляції при плануванні сільськогосподарського виробництва необхідно передбачити обов'язкове виконання водоохоронних, протиерозійних, гідротехнічних, лісотехнічних, природно-біологічних заходів. Достовірна оцінка проведених водогосподарських заходів може здійснюватися тільки за умови введення плати за природні ресурси. Так, наприклад, пропонується кілька категорій оцінки води: ціна води у джерелі; ціна води у кінцевого споживача; рентна оцінка водного об'єкту; рентна оцінка імобільних фондів системи водопостачання; оцінка асиміляційного потенціалу водоймою; оцінка можливого використання альтернативних джерел водопостачання.

### **1. Використання природних ресурсів з обліком екологічних і соціальних обмежень при їхньому освоєнні.**

Створення найбільш раціональної системи водокористування, водоспоживання й землекористування з обліком екологічних і соціальних факторів на заданий розрахунковий період є основою будь-якого ВГК. Під час виконання такого завдання у якості цільової функції можна прийняти максимум економічного ефекту від використання природних ресурсів з обліком екологічних і соціальних обмежень при їхньому освоєнні.

Тепер неважко визначити загальний економічний ефект від комплексного проведення зазначених заходів щодо раціонального гідрорегулювання в сільсько-господарському виробництві, який буде складатися з двох частин – прямого і непрямого. Прямий економічний ефект утворюється в результаті запобігання збитку від забруднення водних джерел за винятком приведених витрат на водоохоронні заходи; непрямий – шляхом проведення не тільки водоохоронних, але й агротехнічних, протиерозійних, лісотехнічних і інших заходів, що дає додатковий приріст продукції і поліпшує деякі її виробничі показники.

Таким чином, збереження відтворювальної здатності земельного і водноресурсного потенціалу стає однією з умов будь-якого виробництва, особливо, сільськогосподарського. Економічні відносини на всіх стадіях відтворювального процесу мають виходити із збалансованих темпів

економічного розвитку. Це, по суті, є основний принцип щодо створення умов для збалансованого розвитку ВГК. Процес водокористування не обмежується лише вилученням води з водних джерел. До нього слід віднести весь комплекс відносин по господарському освоєнню земельних і водних ресурсів і перетворенню природних процесів, що обумовлюють водний режим території. Виконання таких задач повинне здійснюватись на основі проведення соціально-економічного аналізу та оцінки економіко-екологічних наслідків господарської діяльності. Слід відзначити, що економіко-екологічна експертиза повинна розглядатись значно ширше ніж аналіз проектних матеріалів.

Фактично на цей час комплексні дослідження, які поєднують економічний та екологічний аспекти проблеми сумісного використання земельних та водних ресурсів, майже відсутні.

Першим кроком, спрямованим на розв'язання наведених вище задач, є складання карт (картограм) придатності ділянок за типом ґрунтів, розробка науково обґрунтованих нормативів регламентів функціонування водогосподарських об'єктів і перспективних водних балансів територій, що включають якісні, кількісні і натуральні показники для різних видів використання в сільському господарстві і уявляються важливим для створення раціонального водного балансу територій. Такий системний підхід до цієї проблеми повинен забезпечуватись інформацією про фонди продуктивних земель, земель обмеженої продуктивності та непродуктивних земель, наприклад, сильноеродованих і розмитих. Ця карта та аналіз реального стану водогосподарських об'єктів повинні стати основними документами вирішення питань, які пов'язані із зміною функцій територій та їх раціональної організації.

Економічну оцінку раціонального водокористування в АПК пропонується здійснювати в два етапи. На першому етапі проводиться розрахунок показників господарської діяльності агропідприємств у межах сформованої структури сільськогосподарського виробництва ВГК, за допомогою формули (1) та нормативних обмежень (2):

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^m (P_i - U_i)}{W(S)}, \quad (1)$$

$$E_f = \frac{\sum_{i=1}^m (P_i - U_i)}{\sum_{i=1}^m (K_f^i + K_o^i)} \geq E_n, \quad (2)$$

де  $Q$  (грн/м<sup>3</sup>, грн/га) – оцінка об'єкта природокористування по доходах агропідприємств;  $W$  (м<sup>3</sup>) – середньорічний стік рік;  $S$  (га) – площа;  $\sum_{i=1}^m (P_i - U_i)$  (грн) – сумарний дохід за рік, крім поточних витрат  $U$  на природоохоронні заходи;  $m$  – кількість підприємств користувачів ВГК;

$\sum_{i=1}^m (K_f^i + K_o^i)$  (грн) – середньорічна вартість основних і оборотних коштів, включаючи витрати на природоохоронні заходи  $K_o$ ;  $E_f$  – фактичний коефіцієнт загальної ефективності по доходах;  $E_n$  – нормативний коефіцієнт загальної ефективності по доходах.

На другому етапі застосовуються формули (3) – (4), згідно яких розв'язується задача визначення оптимального режиму водоспоживання і гідрорегулювання з орієнтацією на сучасний рівень розвитку і перспективу, планування капітальних вкладень та подальший розвиток агро- та водогосподарських підприємств:

$$\sum_{i=1}^m Q_i \rightarrow \max \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m [U_i + N_i + F_i + \varphi_i] \leq L; \quad \sum_{i=1}^m W'_i \leq W - M + \Delta W;$$

$$\sum_{i=1}^m P_i < P; \quad U_i \geq 0; \quad N_i \geq 0; \quad W_i \geq 0; \quad P_i \geq 0,$$

$$i = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

У формулах (3) – (4) прийняті додаткові позначення:  $N_i$  – витрати  $i$ -го підприємства на переведення додаткових ресурсів з категорії потенційних у категорію діючих;  $W$  – граничний обсяг води, що забирається з водогосподарчої системи;  $M$  – втрати води при її подачі споживачу;  $\varphi_i$  – витрати  $i$ -го підприємства по скороченню втрат води до рівня  $M$ ;  $F_i$  – витрати забору, підготовці, подачі і відведенню води  $i$ -го підприємства;

$\Delta W_i$  – приріст діючих водних ресурсів при витратах  $N_i$ ;  $P$  – максимально можливий обсяг реалізованої продукції;  $L$  – граничні витрати агро- та водогосподарських підприємств.

Таким чином, на першому етапі оцінюються сформульовані умови перспективи майбутнього, визначається ступінь впливу того чи іншого підприємства на економіко-екологічну продуктивність об'єкта природокористування. Отримані результати є вихідною базою для наступних оцінок.

На другому етапі відбираються ведучі агропідприємства по отриманню доходів і з обліком їх найбільш ефективної роботи розробляються варіанти регулювання стоків рік, використання водних і земельних фондів як природних ресурсів. Ці дані є об'єктивною основою для встановлення оптимальної структури зв'язків водокористувачів і землекористувачів, для розробки правил використання водних і земельних ресурсів, тобто створення диференційної ренти I. Нарощування додаткових витрат матеріальних ресурсів на поліпшення якісного стану об'єктів водокористування, зниження втрат води дозволяє говорити за виникнення диференційної ренти II.

Найбільш загальну оцінку об'єкта водокористування на другому етапі можна здійснити на основі методів оптимізації, коли цільовою функцією є максимальний дохід агропідприємств при виконанні оптимального плану виробництва кон-

кретних видів продукції і послуг на розрахунковий період.

Розглянута модель дає можливість визначити граничні витрати на воду і рентну оцінку водних ресурсів для всіх учасників ВГК. Крім того, цю модель легко адаптувати під принцип водогосподарського районування, тобто принцип виділення незалежних один від одного в економічних відносинах ділянок ВГК.

Вибір оптимальної структури розміщення і організації сівозміни з урахуванням економіко-екологічної складової найкраще проводити за допомогою методів оптимізації. Як перше наближення використовується математичний апарат задачі лінійного програмування. Оцінка рівня тих або інших агротехнічних, гідромеліоративних, лісотехнічних заходів здійснюється за допомогою зменшення показників вартості виготовленої продукції. Математична модель задачі може бути надана у вигляді

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} X_{ij} \geq b_j, \quad \sum_{j=1}^m X_{ij} = g_i, \quad X_{ij} \geq 0, \quad i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{ij} X_{ij} = u_j, \quad j=1,2,3,\dots,m; \quad (7)$$

де формулою (5) визначається функція цілі  $F$  та формулами (6) - система обмежень. В цих обмеженнях прийняті позначення:  $X_{ij}$  - площа в га на  $i$ -му полі, яка обробляється за  $j$ -ю технологією;  $a_{ij}$  - врожайність культури в ц /га на  $i$ -му полі за обраним рівнем технології;  $b_j$  - заплановане виробництво розглянутої сільськогосподарської культури в центнерах;  $C_{ij}$  - повна собівартість виробництва культури на  $i$ -му полі при  $j$ -му рівні технології, грн/га;  $g_i$  - площа в га на  $i$ -ого поля. Додатково слід ввести обмеження на можливість площу зрошення для  $j$ -го варіанту технології (7), де  $\gamma_{ij}$  - норма споживання води ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) на  $i$ -му полі при  $j$ -му варіанті технології;  $u_j$  - кількість води ( $\text{м}^3$ ), яку можна використати за  $j$ -м варіантом технології.

Запропонований підхід застосовується, наприклад, для визначення оптимальної структури розміщення, організації та вирощування овочевих культур. Оцінка рівня гідромеліоративних заходів здійснюється за допомогою зменшення показників вартості виготовленої продукції. Відзначається, що при повному забезпеченні норми зрошення значно зменшується площа оброблюемого поля і значно зменшується собівартість вирощування овочів.

## 2. Динамічна регіональна модель природокористування.

Специфічна особливість господарських відносин в сфері охорони навколишнього природного середовища та раціонального природокористування полягає у непередбачуваності еколого-

економічних наслідків змін стану навколишнього природного середовища. До того ж ці наслідки дуже різноманітні за формами прояву, ступенем впливу своїм значенням для різних сфер людської діяльності та галузей економіки. Одним з найбільш чутливих до змін стану навколишнього природного середовища є сільське господарство. З урахуванням цього, для розв'язання цілої низки оптимізаційних задач в галузях сільського господарства, найбільш прийнятною є динамічна регіональна модель природокористування. До того ж, ця модель за допомогою використання статистичних методів обробки даних, зв'язує регіональні і локальні рівні оптимізації задач природокористування. Мається на увазі, перш за все можливість застосування однакових методів оцінки як для регіону в цілому, так і для побудови моделей окремих об'єктів природокористування. Отримані при цьому результати оцінок будуть порівнювані і їх можна використовувати у подальших розрахунках.

Першим кроком для здійснення оцінки є визначення критеріїв якості, оціночних показників, встановлення екологічних і економічних обмежень. Слідом за цим кроком виникає задача оптимізації управління. Визначальними показниками еколого-економічної оцінки ефективності природокористування в сільському господарстві являються географічні та природно-кліматичні умови, характеристики ґрунтів, особливості вирощування різних культур та їх сівозміни, енергонасиченість виробництва, структура ресурсного використання, природоохоронне забезпечення виробничих процесів, тощо.

На основі аналітичних показників (вміст гумусу, азоту, фосфору, калію та ін.) формується комп'ютерна база даних по кожному полю господарства, та база даних якісних показників використання водогосподарських об'єктів. Математичне моделювання дозволяє виконувати об'єктивну оцінку проведених розрахунків і прогнозування, надає широкі можливості для більш глибокого вивчення складних взаємозв'язків у механізмі народногосподарського ресурсокористування.

Особливість такої побудови динамічної моделі, на відміну від класичної, полягає у можливому урахуванні збільшення обсягів сільськогосподарського виробництва одночасно із здійсненням природоохоронних заходів. Обираючи в якості керуючого вектора сумарний вектор швидкості капітальних вкладень, спрямованих на розвиток основних фондів виробничого і природоохоронного (ресурсовідновлюючого) призначення, обчислюється вектор - функція (8), за допомогою якої можна досягти збільшення темпів росту сільськогосподарського виробництва при мінімальних екологічних витратах.

$$\int_{t_0}^t (\vec{V} - \vec{X}) dt \rightarrow \min. \quad (8)$$

Запропонований динамічний підхід [8] до вирішення задачі оптимізації ресурсовикористання в галузі АПК уявляється найбільш прийнятним і представлений у загальному вигляді. Проте можливі інші варіанти оптимізації – у часі, просторової, за якісними показниками виробництва продукції, за показниками соціально-економічної ефективності використання природних ресурсів.

**Висновки.** Запропонована математична модель раціонального водокористування в агропромислому комплексі. Проводиться розрахунок показників господарської діяльності агропідприємств у межах сформованої структури сільськогосподарського виробництва водогосподарського комплексу. Здійснюється найбільш загальна

оцінка об'єкта водокористування на основі методів оптимізації, коли цільовою функцією є максимальний дохід агропідприємств при виконанні оптимального плану виробництва конкретних видів продукції і послуг на розрахунковий період. Створена динамічна модель, яка, на відміну від класичної, полягає у можливому урахуванні збільшення обсягів сільськогосподарського виробництва одночасно із здійсненням природоохоронних заходів. В якості керуючого вектора приймається сумарний вектор швидкості капітальних вкладень, спрямованих на розвиток основних фондів виробничого і природоохоронного призначення.

#### **Список використаної літератури:**

1. Айдаров И.П. Цели и задачи комплексных мелиораций сельскохозяйственных земель. // Мелиорация и вод. хоз-во. – 2003. - № 5. – С. 11 – 13.
2. Вознюк С.Т. Регулювання водного режиму – запорука високих врожаїв. – Львів: Каменяр, 1987. – 36 с.
3. Волошков В.М., Колганов А.В., Турулев В.В. Регулирование водного режима орошаемых черноземов при близком залегании грунтовых вод. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. - № 6. – С.10 – 12.
4. Воробьев Б.В., Косолапов Л.А. Водотоки и водоемы: взаимосвязь экологии и экономики.- Л.: Гидрометеиздат, 1987.- 272 с.
5. Воропаев Г.В., Исмаилов Г.Х., Федоров В.М. Развитие водохозяйственных систем. Методы анализа и оценки эффективности их функционирования. – М.: Наука, 1989 – 295 с.
6. Лук'яненко А.С. Грунтозахисне землеробство: проблеми, досвід впровадження і ефективність / За ред. С.І. Дорогунцова. - К.: Наук. світ, 2000. - 126 с.
7. Солоха М. Концептуальні підходи до змін у регулюванні водно-ресурсного потенціалу України / М. Солоха // Вісник Національної академії державного управління при Президенті України. – 2006. – № 2. – С. 298-304.
8. Верещака І.В., Несветов О.О. Особливості оптимізації ресурсокористування в агропромисловому секторі // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Межрегиональные проблемы экологической безопасности”(15-16 мая 2002 г.). - Суми, СНАУ, 2002. – С.162 – 167.

#### **Верещака И.В. Методы оптимального регулирования водного баланса территорий в аграрном секторе производства**

*В работе предложена математическая модель рационального водопользования в агропромышленном комплексе, которая включает два этапа. Проводится расчет показателей хозяйственной деятельности агропредприятий в пределах сформированной структуры сельскохозяйственного производства водохозяйственного комплекса. Осуществляется наиболее общая оценка объекта водопользования на основе методов оптимизации, когда целевой функцией является максимальный доход агропредприятий при выполнении оптимального плана производства конкретных видов продукции и услуг на расчетный период. Предложена динамическая модель, которая, в отличие от классической, состоит в возможном учете увеличения объемов сельскохозяйственного производства одновременно с осуществлением природоохранных мероприятий. В качестве управляющего вектора принимается суммарный вектор скорости капитальных вложений, направленных на развитие основных фондов производственного и природоохранного назначения.*

**Ключевые слова:** водохозяйственный комплекс, водные ресурсы, дифференциальная рента, оптимальная структура.

#### **Vereshchaka I.V. Methods of optimal regulation of water balance in the agricultural sector**

*In work the mathematical model of rational water use in agro-industrial complex, which includes two stages. The calculation of indicators of economic activity of agricultural enterprises within the established structure of agricultural production water management complex. Is the most General value of water-based optimization methods when the objective function is to maximize the income of agricultural enterprises when executing an optimal plan of production of specific products and services in the billing period. The proposed dynamic model, which, unlike classical, is possible because of the increase of agricultural production by im-*

plementation of environmental measures. As a control vector, was adopted the total velocity vector of capital investments aimed at the development of fixed assets production and environmental protection.

Based on analytical indicators formed a computer database for each field of the economy, as well as the database of quality indicators of use of water objects. By methods of mathematical modeling it is possible to perform an objective assessment of the carried out calculations and make the forecast obtained data, in the near future. This allows a deeper examination of the complex relationships in the economic mechanism of natural resource consumption. Feature of building such a dynamic model, unlike its classical version, is not only to increase agricultural production, but also in the implementation of mandatory environmental protection measures. Choosing as the control vector total velocity vector of capital investments aimed at the development of fixed assets production and environmental protection, can be achieved increasing the rate of growth of agricultural production at minimum environmental costs.

**Keywords:** water management, water resources, differential rent, the optimal structure.

Дата надходження до редакції: 28.01.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Павлюченко А.М.

УДК 621.313

### **ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КРИТИЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ НА ВЕЛИЧИНУ КУТА МІЖ СТРУМОМ І НАПРУГОЮ НУЛЬОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ**

**В. М. Лисенко**, к.т.н., доцент

**О. Ю. Савойський**, асистент

Сумський національний аграрний університет

*В статті розглядається використання математичної моделі для дослідження впливу параметрів однофазного замикання на землю в електричних мережах з ізольованою нейтраллю і несиметрії навантажень споживачів на величину зсуву фаз між струмом та напругою нульової послідовності. Для дослідження процесів, що протікають в електричних мережах при зміні опору ізоляції та величини навантаження, пропонується використовувати математичні та імітаційні моделі.*

**Ключові слова:** електричні мережі, контроль ізоляції, однофазне замикання на землю, несиметрія навантажень.

**Постановка проблеми.** Для забезпечення безперебійного та якісного електропостачання та безпечної експлуатації низьковольтних ліній електропередачі насамперед необхідна інформація про стан їх ізоляції.

Правильне уявлення про стан опору ізоляції низьковольтних ліній електропередачі може бути отримане в тому випадку, якщо його значення виміряно в нормальних експлуатаційних умовах, тобто при робочій напрузі і при включених струмоприймачах.

Також необхідно відмітити про необхідність забезпечення безперервного контролю ізоляції тому, що як би не були проведені періодичні експлуатаційні вимірювання опору ізоляції та ремонт мережі, ізоляція на протязі проміжку часу між наступними експлуатаційними випробуваннями може бути в аварійному стані.

Стан ізоляції трифазних мереж з ізольованою нейтраллю прийнято оцінювати, здійснюючи безперервне вимірювання величину струму нульової провідності. Однак, така оцінка в багатьох випадках виявляється не достатньо точною в зв'язку з тим, що струми нульової послідовності з'являються не тільки при несиметричних замиканнях в мережі, але і у випадку, коли навантаження по фазам розподілене нерівномірно.

**Аналіз останніх досліджень та публіка-**

**цій.** Існуючі методи контролюю ізоляції базуються на проведенні періодичних планових випробувань підвищеною напругою [1]. Ці методи в умовах забезпечення безперервного та надійного електропостачання споживачів I категорії не завжди є прийнятними, оскільки вони приводять до перерв в електропостачанні споживачів, створення на час проведення вимірювань тимчасових систем електропостачання, що мають знижені показники надійності. Крім цього, дані методи збільшують можливість додаткових руйнувань ізоляції, що приводить обладнання до виходу з ладу.

В даний час поширені наступні методи контролю ізоляції [2-8]:

1) методи, основані на вимірюванні симетричних складових мережі;

2) методи, основані на використанні накладення оперативного струму на мережу, що контролюється;

3) методи, основані на використанні вимірювання струмів контрольованої мережі.

Існуючі методи не задовольняють вимогам по забезпеченню надійності та достовірного контролю ізоляції низьковольтних фідерів з наступних причин:

- значний вплив ємності мережі на результати контролю;