

## Аналіз можливостей задоволення енергетичних потреб автономного споживача за рахунок відновлюваних джерел енергії

В статті проведено аналіз можливостей задоволення енергетичних потреб автономного споживача (на прикладі фермерського господарства) за рахунок використання відновлюваних джерел енергії, зокрема, сонячної та вітрової енергій.  
**енергопостачання, автономний споживач, відновлюване джерело енергії, сонячна батарея, вітроелектрична установка, двигун внутрішнього згорання**

**Вступ.** Зміни, що відбулися в сільськогосподарській сфері держави у відповідності з Розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції Державної цільової програми розвитку земельних відносин в Україні на період до 2020 року» (№743-р від 17 червня 2009 р.), призвели до подрібнення крупних господарств і все більшого зростання ролі невеликих фермерських господарств в економіці країни.

Кризові явища в національному енергетичному комплексі, монополізм енергокомпаній та розподіленість новостворених господарств на великих територіях спонукають нині мислячих людей до пошуку альтернативи традиційним шляхам енергозабезпечення сільського господарства. Оскільки такі господарства розподілені по території та віддалені від ліній електропередач централізованого енергопостачання, то їх можна назвати автономними споживачами (АС).

Для автономного енергопостачання (АЕП) використання відновлюваних джерел енергії є (ВДЕ) є порятунком в умовах енергетичної кризи.

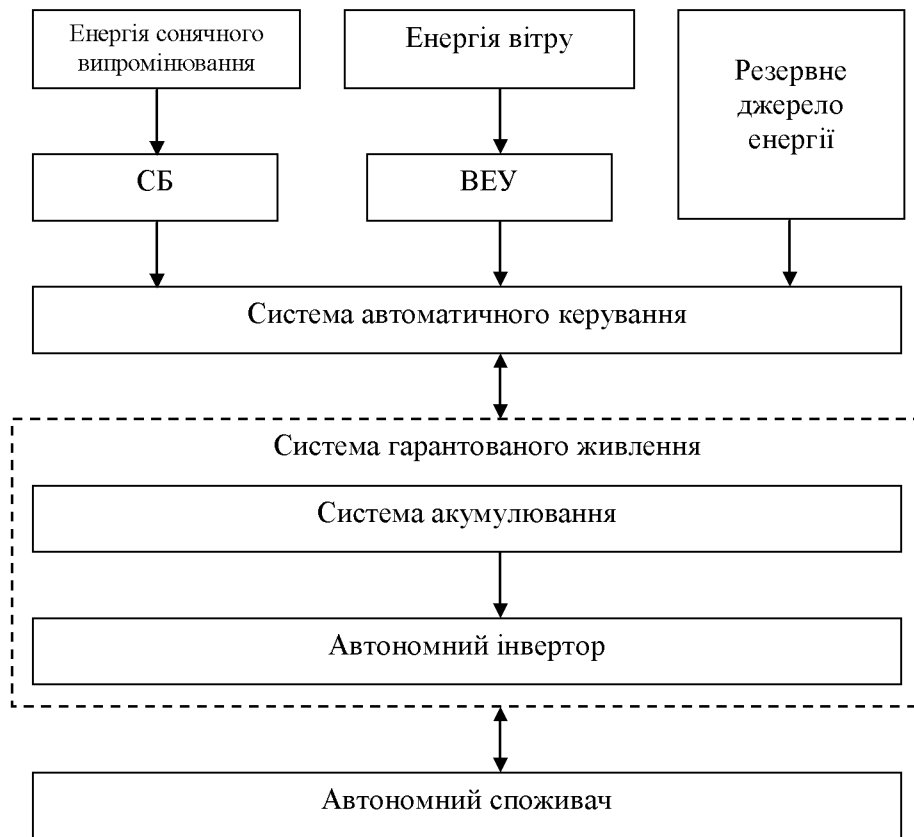
Світова практика показала, що найдоцільнішим способом енергозабезпечення розподілених невеликих господарств та окремих сільськогосподарських споживачів є створення власних джерел та систем енергопостачання. Коли йдеться про енергозабезпечення АС, енергосистеми часто називають системами автономного енергопостачання (САЕП).

**Метою** роботи є аналіз можливостей задоволення енергетичних потреб АС, шляхом теоретичного моделювання роботи САЕП та встановлення взаємозв'язку між енергопостачанням та енергоспоживанням АС.

**Основна частина.** Найрозповсюдженішими та доступними ВДЕ в будь-якій точці планети є сонячна та вітрова енергії, то в якості ВДЕ для АЕП було обрано саме їх. Оскільки дані джерела енергії мають стохастичний характер надходження, то для ефективного та надійного енергозабезпечення АС в САЕП повинне бути присутнє резервне джерело енергії. На рис. 1 наведено структуру САЕП на основі вітрових, сонячних установок та резервного джерела енергії.

До складу САЕП входять відповідні перетворюючі установки до яких надходять різні джерела енергії. Основними є сонячна та вітрова енергії, резервним джерелом

може бути як електростанція з двигуном внутрішнього згорання, так і традиційна енергосистема (лінії центральних електропередач).



*СБ – сонячна батарея; ВЕУ – вітроелектрична установка*

Рисунок 1 – Структура САЕП

Для аналізу можливостей задоволення енергетичних потреб АС та встановлення взаємозв'язку між енергопостачанням та енергоспоживанням АС необхідно володіти наступною інформацією про:

- енергетичні потреби АС;
- кліматичні та метеорологічні умови місцевості, де планується впроваджувати САЕП.

Наявність інформації про кліматичні та метеорологічні умови місцевості дає змогу визначити енергетичні потенціали джерел енергії та провести моделювання роботи енергетичних установок, що входять до складу САЕП.

Для прикладу подальші дослідження було проведено в умовах Кіровоградського регіону.

Пропонується наступна методика.

#### 1. Визначення енергетичних потреб АС

Згідно даних статистичного щорічника Кіровоградської області за 2008 рік [1], в Кіровоградській області станом на 1 січня 2009 року налічувалося понад 2500 селянських (фермерських) господарств. У якості макетного об'єкту автономного енергопостачання було обране типове фермерське господарство сімейного типу, в якому працює 3 людини і яке спеціалізується в сфері рослинництва.

У 1981 р. у інституті «Сельэнергопроект» на основі експериментальних досліджень та статистичної обробки великого дослідного матеріалу були визначені основні імовірнісні характеристики навантажень сільськогосподарських споживачів [2].

У відповідності з цією методикою були визначені характеристики навантажень такого господарства за сезонами року, які наведені в [3]. Денний максимум навантаження  $P_{max}$  для нашого макетного господарства приймаємо рівним 7 кВт.

### 2. *Визначення середньодобових енергетичних потенціалів джерел енергії*

Оскільки в попередньому пункті було визначено середньодобові енергетичні потреби АС, то і в даному випадку необхідно визначати середньодобові енергетичні потенціали джерел енергії. В нашому випадку нам потрібні відомості щодо енергетичних потенціалів сонячної та вітрової енергій в Кіровоградському регіоні.

Дані відомості можна знайти в довідникових джерелах, наприклад [4-6]. Однак зазвичай в таких джерелах наводяться енергетичні потенціали лише за сезонами року, а не середньодобові. Тому бажано провести експериментальні дослідження по визначенню середньодобових енергетичних потенціалів сонячної та вітрової енергій.

З липня 2008 р. на кафедрі автоматизації виробничих процесів Кіровоградського національного технічного університету було розпочато активні експериментальні дослідження з вимірювання інтенсивності сонячної радіації та швидкості вітру, з використанням цифрової погодної метеостанції «Vantage Pro2<sup>TM</sup>» (виробник Davis Instruments Corp., Каліфорнія, США), яка має в своєму складі датчик сонячної радіації «Davis SR Sensor».

Було використано дані за кожну годину доби, протягом року. В подальшому було побудовано графіки середньодобових залежностей інтенсивності сонячної радіації (рис. 2) та швидкості вітру (рис. 3) за сезонами року, в умовах Кіровоградського регіону.

### 3. *Визначення середньодобової потужності енергетичних установок*

В нашому випадку для дослідження роботи СБ було обрано КВ – 180 W / 24 V. На основі методики, наведеної в [7, 8] було визначено середньодобову потужність СБ за сезонами року в умовах Кіровоградського регіону.

В [9] наведено методику моделювання роботи горизонтально-осьової ВЕУ. За допомогою якої було визначено середньодобову потужність ВЕУ WG-10000 за сезонами року з урахуванням метеорологічних умов Кіровоградського регіону.

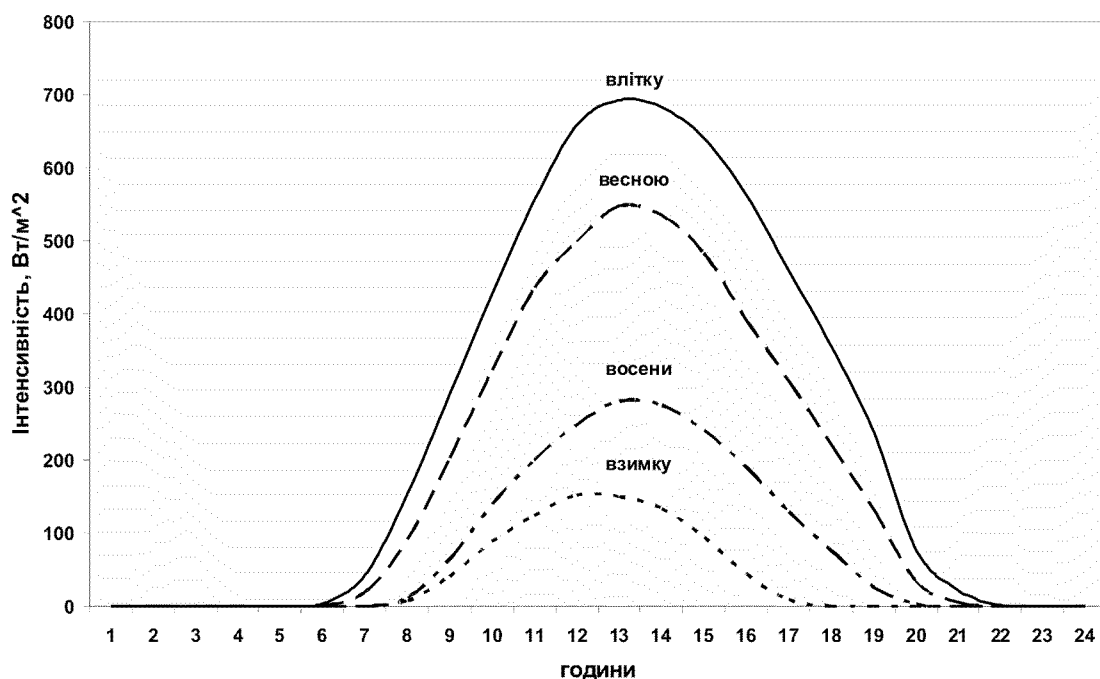


Рисунок 2 – Середньодобова інтенсивність сонячної радіації за сезонами року

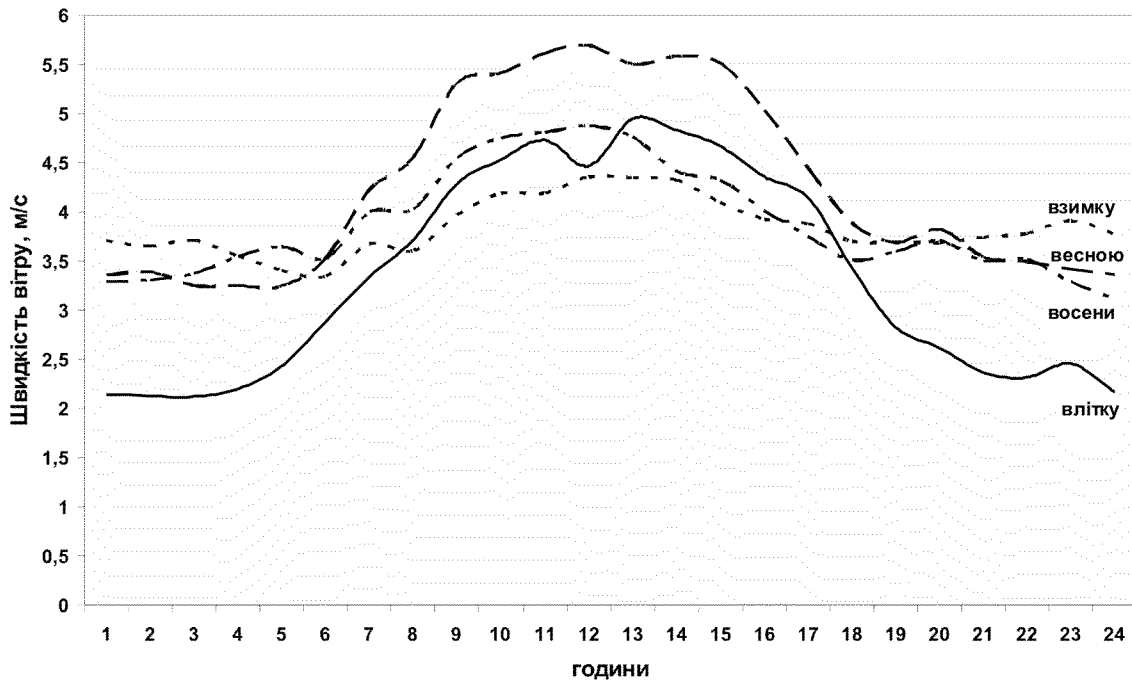


Рисунок 3 – Середньодобова швидкість вітру в за сезонами року

#### 4. Аналіз можливостей задоволення енергетичних потреб споживача.

Модельовання виконуємо теоретично, шляхом побудови графіків залежностей середньодобових енергетичних потреб споживача та потужностей установок, що входять до складу САЕП.

На рис. 4-7 наведено графіки енергопотреб фермерського господарства та сумарну кількість енергії, що генерують установки (СБ та ВЕУ), за сезонами року в умовах Кіровоградського регіону.

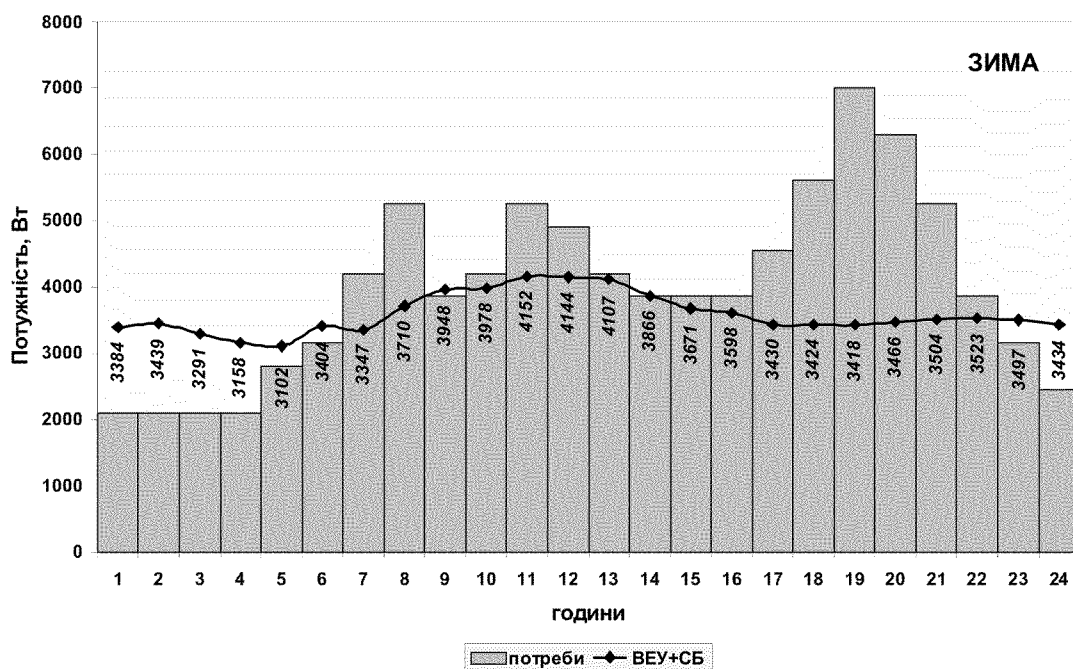


Рисунок 4 – Середньодобовий графік енергетичних потреб фермерського господарства та сумарної кількості енергії взимку

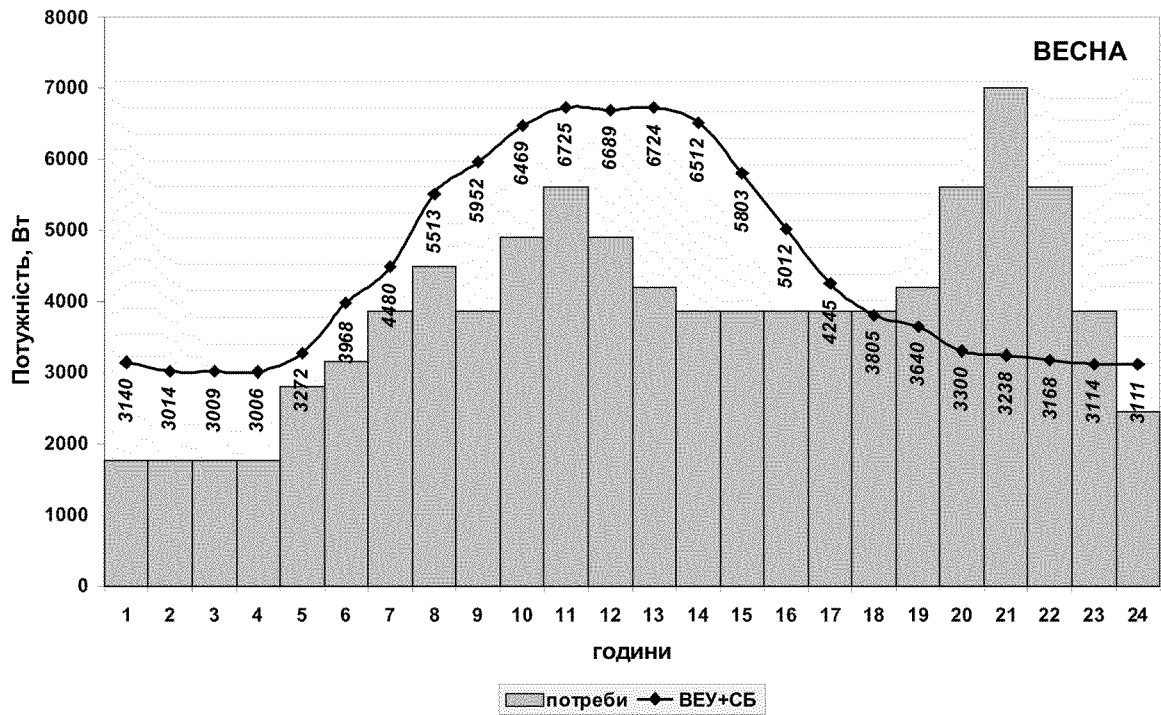


Рисунок 5 – Середньодобовий графік енергетичних потреб фермерського господарства та сумарної кількості енергії весною

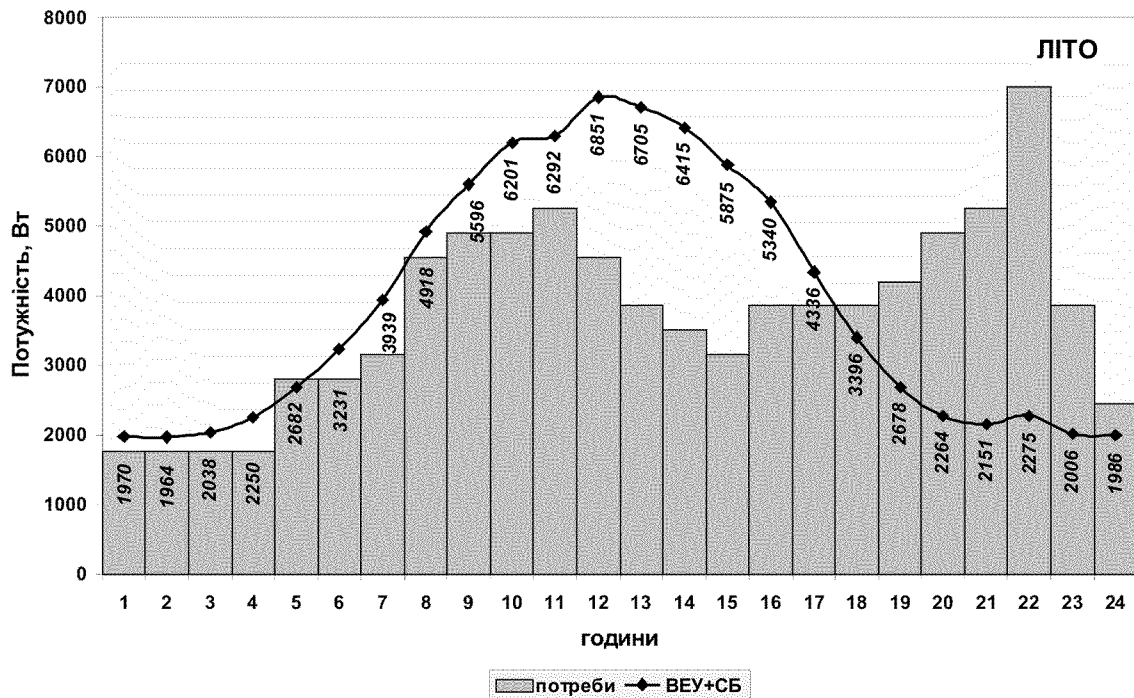


Рисунок 6 – Середньодобовий графік енергетичних потреб фермерського господарства та сумарної кількості енергії влітку

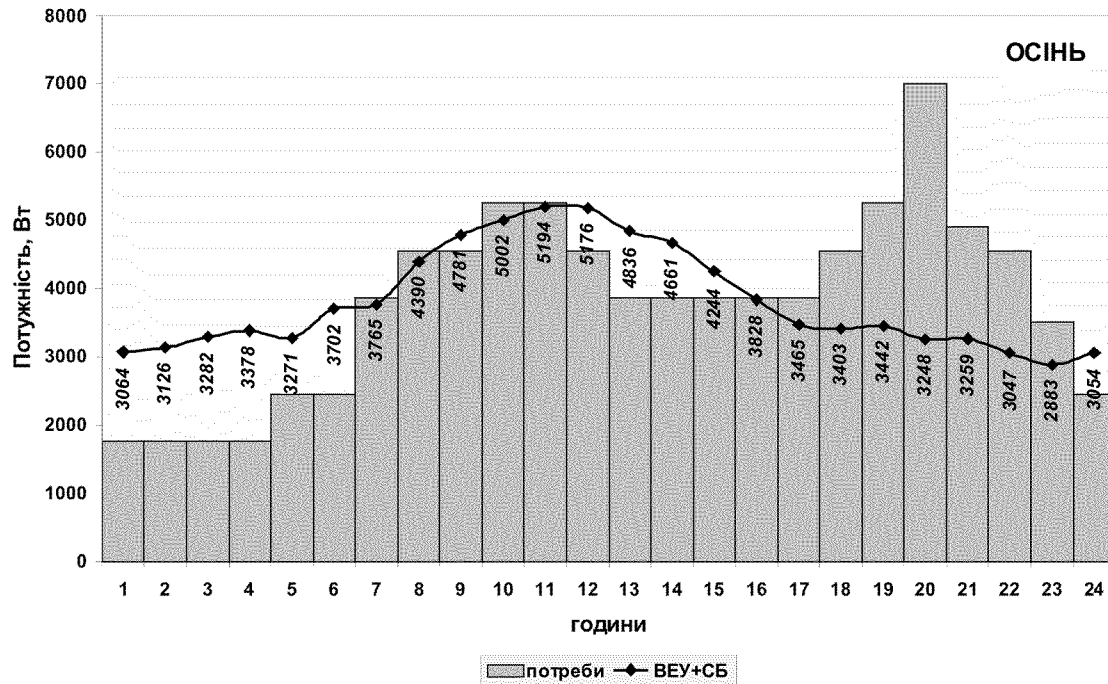


Рисунок 7 – Середньодобовий графік енергетичних потреб фермерського господарства та сумарної кількості енергії восени

Як видно з рис. 4-7 сонячна та вітрова енергії не можуть в даному регіоні повністю задовольнити потреби АС (особливо в пікові години). Існують так би мовити «провали» (місця на графіках, де основні джерела енергії не можуть задовольнити потреби АС), які повинне заповнити резервне джерело енергії.

Звичайно, можна сказати, що необхідно використати більш потужні установки (СБ та ВЕУ), але це призведе до більших матеріальних та територіальних витрат, які, як правило, АС не може собі дозволити.

**Висновки.** На основі статистичних даних з використанням теорії імовірності, було визначено середньодобове енергетичне навантаження фермерського господарства за сезонами року (в умовах Кіровоградського регіону).

Денний максимум навантаження становить 7 кВт. Сумарні енергетичні потреби фермерського господарства становлять: взимку – 95,9 кВт·год.; весною – 92,7 кВт·год.; влітку – 89,6 кВт·год.; восени – 91,4 кВт·год.

Аналіз можливостей задоволення енергетичних потреб АС (на прикладі фермерського господарства) показав, що в Кіровоградському регіоні енергетичні потреби фермерського господарства можуть бути повністю задоволені за рахунок енергій сонця та вітру: взимку – з 1 до 6 години та з 23 до 24 години; весною та влітку з 1 до 17 години; восени з 0 годин до 6 години та з 12 до 15 годин. В інші інтервали часу доцільно також використовувати резервне джерело енергії (наприклад, електростанція з двигуном внутрішнього згорання або лінії центральних електропередач).

Отримані залежності енергетичних навантажень та виробництва енергії дали можливість встановити взаємозв'язок між процесами енергопостачання та енергоспоживання у фермерському господарстві. Це дозволяє визначити діапазони зміни вхідних параметрів об'єкта керування та розробити САК САЕП фермерського господарства від автономних джерел енергії.

## Список літератури

1. Статистичний щорічник Кіровоградської області за 2008 рік. – К.: Вид-во ТОВ „Поліграф-Сервіс”, 2009. – 506 с.
2. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / Будзко И. А., Зуль Н. М. – М.: Агропромиздат, 1990. – 496 с.
3. Голик О. П. Автоматизоване керування процесом автономного енергопостачання на основі вітро-сонячних установок та резервної електростанції / О. П. Голик, Р. В. Жесан, І. А. Березюк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. Вип. 117 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2011. – С. 54-57.
4. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України / Кудря С.О., Яценко Л.В., Душина Г.П., Шинкаренко Л.Я., Довга В.Т., Васько П.Ф., Бриль А.О., Шурчков А.В., Забарний Г.М., Жовмір М.М., Віхарев Ю.А.. – 2-ге вид. – К.: НАНУ Ін-т електродинаміки ; Державний комітет України з енергозбереження, 2007. – 42 с.
5. Волеваха М. М. Енергетичні ресурси клімату України / Волеваха М. М., Гойса М. І. – К. : Наук. думка, 1967. – 132 с.
6. Клімат України / [під ред. Ліпінського В. М., Дячука В. А.]. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 344 с.
7. Бекиров Э.А.. Об эффективности использования фотоэлектрических преобразователей для автономного электроснабжения зданий / Э. А. Бекиров, И. В. Сопов, Р. Є. Межитов // Відновлювальна енергетика, 2006. - №2, - С. 33-36.
8. Голик О. П. Розрахунок основних параметрів фотоелектричної системи для автоматизації енергопостачання автономного споживача в умовах Кіровоградського регіону / О. П. Голик, Р. В. Жесан // Відновлювана енергетика XXI століття: матеріали ІХ міжнародної конф., 15-19 вересня 2008 р., АР Крим, с.м.т. Миколаївка. – Київ: ТОВ «ВІОЛ ПРИНТ», 2008. – С. 111-113.
9. Жесан Р. В. Визначення потужності вітроелектричної установки для автономного енергопостачання за результатами аналізу даних у Кіровоградському регіоні / Р. В. Жесан, О. П. Голик // Відновлювана енергетика. – 2009. – № 2(17). – С. 39-42.

*Е. Голик, Р. Жесан*

**Анализ возможностей удовлетворения энергетических потребностей автономного потребителя за счет возобновляемых источников энергии.**

В статье проведен анализ возможностей удовлетворения энергетических потребностей автономного потребителя (на примере фермерского хозяйства) за счет использования возобновляемых источников энергии, а именно, солнечной и ветровой энергий.

*O. Golik, R. Zhesan*

**Analysis of possibilities of satisfaction of power necessities of autonomous user due to renewable energy sources.**

In the article the analysis of possibilities of satisfaction of power necessities of autonomous user (on the example of farm) is conducted due to the use of renewable energy sources, namely, sun and wind energies.

Одержано 04.09.12