

E.N.Əhmədzadə
i.f.d., elmlər doktoru proqramı üzrə doktorant,
Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin
Aqrar Tədqiqatlar Mərkəzi
ORCID 0009 0006 4818 0137
emin.ehmedzade@gmail.com

Məqalə redaksiyaya daxil olub 23.01.2026

The article was received by editorial board on 23.01.2026

Статья принята к печати 23.01.2026

KƏND TƏSƏRRÜFATI MƏHSULLARININ DƏYƏR ZƏNCİRLƏRİNİN ENERJİ SƏMƏRƏLİLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİNƏ MODEL YANAŞMASI

Xülasə

Tədqiqatın məqsədi kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi məsələsinin həllində model yanaşmasının tətbiqi imkanlarının aşkar edilməsidir. Aqrar sahədə enerji səmərəliliyinin mahiyyəti açıqlanmış, haqqında danışılan səmərəliliyin modelləşdirilməsinin əsas mərhələləri müəyyən edilmişdir. Müasir kənd təsərrüfatında məhsulların istehsal zəncirlərində enerjiden istifadəyə model yanaşmasının mərhələləri konkretləşdirilmişdir. Sahə məhsullarının dəyər zəncirlərində enerjiden istifadənin iqtisadi və ekoloji səmərəliliyinin vahid rəqəmlərdə araşdırılması zərurəti əsaslandırılmışdır. Kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinə model yanaşmasının tətbiqində meydana çıxan metodiki, informasiya və digər xarakterli çətinliklər xarakterizə olunmuşdur. Aqrar iqtisadiyyatın təhlili və proqnozlaşdırılmasında model yanaşmasının spesifik xüsusiyyətləri göstərilmişdir. Model yanaşmasında norma və normativlərdən istifadə vəziyyəti araşdırılmışdır. Sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin təhlili və proqnozlaşdırılması məqsədi ilə imitasiya modelləşdirilməsinin həyata keçirilməsi üçün əlverişli ardıcılıq təklif edilmişdir.

***Açar sözlər:** enerji səmərəliliyi, model yanaşması, dəyər zənciri, kənd təsərrüfatı, imitasiya.*

GİRİŞ

Kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin tədqiqi məqsədi ilə həyat dövrünün tədqiqi, avadanlıqların monitorinqi, resurslardan istifadənin planlaması və digər vasitələrdən istifadə olunur. Sadalanan üsul və vasitələrdən fərqli olaraq aqrar sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin tədqiqində model yanaşmasından istifadə imkanları kifayət qədər araşdırılmamışdır. Halbuki modelləşdirmə və optimallaşdırma baxımından ciddi potensiala malik model yanaşması sayəsində dəyər və istehsal zəncirlərində enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi imkanları heç də az deyildir. Belə ki, model yanaşması əsas təsiredici amilləri nəzərə almaqla qərarların hazırlanmasında çoxvariantlılığı təmin etməyə, optimal qərar qəbuluna şərait yaradır. Bu və digər səbəblərdən kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin təhlili və proqnozlaşdırılmasında model yanaşmasının tətbiqi məsələləri kifayət qədər aktualdır.

Aqrar sahədə enerji səmərəliliyi və onun modelləşdirilməsi mərhələləri

Aqrar sahədə istehsal fəaliyyətinin səmərəliliyi torpaq, su, əmək və digər resurslardan istifadə vəziyyəti ilə bilavasitə əlaqədardır. Kənd təsərrüfatında istifadə edilən resurslar qismində enerji daşıyıcılarından istifadə üzrə xarakteristikalar, həm iqtisadi, həm də ekoloji baxımdan xüsusi diqqətə layiqdir. Enerji resurslarının dəyəri, onların istehlak məkanına çatdırılması və bilavasitə istifadəsini

təmin edən infrastruktur komponentlərinin və istismar ediləcək qurğuların işlək vəziyyətə gətirilməsi kimi məsələlərin həllinə vəsait məsrəfləri enerji səmərəliliyinin iqtisadi aspektdə təhlili və qiymətləndirilməsini tələb edir. Kənd təsərrüfatında enerji daşıyıcılarından istifadənin səmərəliliyinin təhlili prosesində sahəyə göstərilən müvafiq dövlət dəstəyi tədbirləri, enerjiden istifadə üzrə müxtəlif güzəşt və imtiyazlar nəzərə alınmalıdır [1].

Model yanaşmasının diqqətə layiq digər cəhəti, kənd təsərrüfatının başlıca sahələrində, yəni bitkiçilikdə və heyvandarlıqda istehsalın intensivləşməsi və məhsul istehsalının artırılması enerji istehlakının artmasını şərtləndirilməsinin nəzərə alınmasıdır. Haqqında danışılan müsbət dinamikanın iqtisadi və ekoloji nəticələri ilə enerji sərfi arasında qarşılıqlı əlaqə araşdırılmalıdır. İqtisadi aspekt dedikdə, konkret halda, enerji səmərəliliyinin ilk növbədə kənd təsərrüfatı istehsalının rəqabətədavamlılığına və məhsulların rəqabət qabiliyyətinə təsirinin səciyyələndirilməsi nəzərdə tutulmalıdır. Bununla belə unutmamaq olmur ki, kənd təsərrüfatı və ərzaq məhsullarının rəqabət qabiliyyəti, həlledici dərəcədə torpaq, su, mineral gübrələr təminat vəziyyətindən, istehsal texnologiyalarından, dövlət himayəsi sisteminin xarakteristikalarından asılıdır.

Sahədə enerji istehlakının dinamikasının ətraf mühitə təsiri problemləri, son dövrlərdə tədqiqatçıların xüsusi diqqət mərkəzindədir. Kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalının ekstensiv və intensiv amillərin təsiri altında inkişafı, enerji istehlakını artırmaqla istixana qazları emissiyalarının artmasına səbəb olur [2]. Başqa sözlə, bitkiçiliyin və heyvandarlığın inkişafı, istehsalın genişlənməsi ətraf mühitə neqativ təsirləri artırır. Odur ki, model yanaşması sahədə enerji səmərəliliyinin iqtisadi artımın ekoloji məhdudiyət şərtləri nəzərə alınmaqla xarakterizə olunmalıdır.

Deyilənlərin ilkin yanaşmada xülasəsi, aqrar sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi zərurətinin dayanıqlı inkişaf tələblərindən irəli gəldiyini söyləməyə müəyyən əsas verir. Yeri gəlmişkən, qeyd edək ki, müvafiq mənbələrdə göstəriləndi kimi [3] dayanıqlı inkişaf konsepsiyasının, xüsusilə aqrar sahədə reallaşdırılması qlobal miqyasda həll edilməli məsələdir. Odur ki, kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin dayanıqlılığının təmin edilməsi baxımından enerji amilinin rolunun hərtərəfli qiymətləndirilməsi üçün problemə qlobal miqyasda yanaşma perspektivli yanaşma hesab olunur [4]. Bu və digər səbəblərdən planetin təbii resurslarından səmərəli istifadə olunması məqsədi ilə inkişaf edən və etmiş ölkələrin səylərinin birləşdirilməsi zərurəti artıq diskussiya obyektinə deyildir. İstixana qazlarının azaldılmasında ölkələrin vəzifələri, onların inkişaf səviyyəsindən asılı olaraq fərqləndirilir. Hesab edilir ki, inkişaf etmiş ölkələrin iqlim maliyyələşdirilməsində daha fəal iştirakı bu prosesin nəticəyönlümlüyünü dəstəkləyə bilər. İnkişaf etmiş ölkələrin bu öhdəlikləri onların kənd təsərrüfatının, kifayət qədər uzun müddət ərzində daha intensiv xarakterli olması, ətraf mühitə daha çox təsir etməsi ilə əlaqələndirilir.

Model yanaşması səbəb və nəticə əlaqələrinin tədqiqi məqsədilə ilə müxtəlif riyazi və digər modellərin sistem halında tətbiqini nəzərdə tutur. İqtisadi araşdırmalarda model yanaşması (modelləşdirmə) mürəkkəb iqtisadi hadisələrin hazırda şərtləndirdiyi və gələcəkdə formalaşdırıla biləcəyi əsas meyillərin aşkar edilməsi məqsədi ilə, əlaqələrin və parametrlərin təhlilində və proqnozlaşdırılmasında istifadə olunur [5]. Haqqında danışılan yanaşmanın təkamülü, təcrübədən göründüyü kimi, bir sıra hallarda onun tətbiq arealının genişlənməsini az-çox dərəcədə şərtləndirmişdir. Belə ki, bir sıra mənbələrdə göstəriləndi kimi model yanaşmasının ilk tətbiq cəhdlərindən tutmuş geniş manipulyasiya imkanlarına malik, müxtəlif proqram məhsullarından istifadə etməklə üçölçülü (3D) kompüter modelləşdirilməsinə qədər təkamül prosesləri, reallığın adekvat təsvirinin mükəmməlləşməsi və tətbiq dairəsinin genişlənməsi ilə müşayiət olunmuşdur.

Aqrar sahə məhsullarının dəyər zəncirlərində enerjiden istifadə vəziyyətinin təhlili və proqnozlaşdırılmasına model yanaşmasının təcrübə əhəmiyyətinin, onun əsas prinsiplərə uyğunluğundan bilavasitə asılı olduğu hesab edilir. Həmin prinsiplərə isə, ilk növbədə sistemlilik, formallaşma, sadələşdirmə, hipotetiklik, məqsədyönlülük, korrektlik və reallığı obyektiv əks etdirmə kimi prinsiplər aid edilir. Çoxsaylı maşın eksperimentləri sayəsində. Müvafiq mənbələrdən göründüyü kimi [7] belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərində resurslardan istifadə

vəziyyətinin qiymətləndirilməsində model yanaşmasının səmərəliliyi, ilk növbədə yuxarıda sadalanan prinsiplərə kompleks surətdə uyğunluğun nəticəsində əldə edilə bilər.

Kənd təsərrüfatında model yanaşması imkanları, hər şeydən əvvəl sahə və fəaliyyət inteqrasiyası xüsusiyyətlərini, o cümlədən aqrar fəaliyyətə dövlət dəstəyinin zəruriliyi səviyyəsi nəzərə alınmaqla dəyərləndirilməlidir. Başqa sözlə, ölkədə (regionda, ərazidə) kənd təsərrüfatının mövcud sistemi səciyyələndirilməli, model yanaşması üçün zəruri olan rəqəm xarakteristikaları müəyyən edilməlidir. Aqrar fəaliyyət sahələrində resurslarla təminat və onlardan istifadə vəziyyəti araşdırılarkən, dövlətin sahəyə müdaxilə tədbirlərinin prioritetləri, xarakteri və nəticələri nəzərə alınmalıdır.

Kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsal zəncirlərində enerjiden istifadə vəziyyətinin təhlili və proqnozlaşdırılmasına model yanaşması, ən ümumi halda aşağıdakı ardıcılıqla reallaşdırılır (cədvəl 1):

Cədvəl 1

Kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsal zəncirlərində enerjiden istifadəyə model yanaşmasının mərhələləri

Mərhələnin adı	Funksiyası
İstehsal zəncirinin strukturunun müəyyən edilməsi	Bütün halqaların və hər halqada enerji axınının müəyyən edilməsi
Verilənlərin yığılması və emalı	Məhsul istehsalı və enerji sərfi haqqında retrospektiv verilənlərin yığılması, normalaşdırılması, meyillərin aşkar edilməsi
Modelin tipinin seçilməsi	Məhsul istehsalının və enerji sərfinin təhlili və proqnozlaşdırılması üçün statistik, struktur və çoxsəviyyəli modellərin müqayisəli qiymətləndirilməsi
Modelin işlənilib hazırlanması və yoxlanması	Məhsul istehsalı və enerji sərfi amilləri əlaqələndirən riyazi asılılığın müəyyən edilməsi. Retrospektiv verilənlər əsasında modelin parametrlərinin müəyyənləşdirilməsi
Proqnozlaşdırma	Məhsul istehsalı və enerji məsrəflərinin müxtəlif ssenarilər üzrə proqnoz qiymətlərinin hesablanması
Təhlil, yoxlama və təsdiqləmə	Proqnozların dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi, səhvlərin mənbələrinin müəyyən edilməsi.
Korrektə və dəqiqləşdirmə	Dəqiqliyin təhlili əsasında modeldə və ya verilənlərdə korrektələrin edilməsi. Modeldə yeni amillərin nəzərə alınması
Proqnozlardan istifadə	Enerji səmərəliliyi və onun yüksəldilməsi üzrə qərar qəbulu

Mənbə: Müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir. İlk mənbə [8].

Aqrar sahə məhsullarının istehsal zəncirlərində enerji səmərəliliyinin təhlili, ümumilikdə enerji amilinin rolunun, bu və ya dərəcədə kəmiyyətə qiymətləndirilməsini, dəfələrlə korrektəsi nəzərdə tutulan mərhələlərin reallaşdırılmasını tələb edir.

Dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinə model yanaşması

Rəqəmsal transaformasiyalar dövründə iqtisadi proseslərdə riyazi modelləşdirmənin yerinə və roluna dair tədqiqatlarda [9] haqlı olaraq qeyd edilir ki, məhz haqqında bəhs edilən modelləşdirmə rəqəmsal vasitələrin inkişafının həlledici amili kimi çıxış edir.

Kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi imkanlarının aşkar olunması və həmin imkanların reallaşdırılmasının vasitə və istiqamətlərinin müəyyən edilməsi üçün istifadə edilən üsul və yanaşmalar arasında model yanaşması özünəməxsus rola malikdir. Aqrar-ərzaq sektorunda enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi imkanlarının araşdırıldığı mənbələrdə model yanaşmasının tətbiqinin məhsuldar yanaşma olması barədə dəlillər təqdim olunur [10].

Aqrar sahədə məhsulların dəyər zəncirlərində istehsal halqalarının (mərhələlərinin) enerji səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi prosesi metodiki və informasiya çətinlikləri ilə qarşılaşır. Həmin

çətinliklərin aradan qaldırılmasında model yanaşmasından istifadə təcrübəsi diqqətəlayiqdir. Belə ki, məhz riyazi modellər üçün yığılan verilənlər məhsulların dəyər zəncirlərində ayrı-ayrı aralıq mərhələlərinin enerji səmərəliliyini kəmiyyətcə qiymətləndirməyə, bu və ya digər dərəcədə imkan verir.

Aqrar sahədə enerji səmərəliliyinin təhlili və qiymətləndirilməsinə model yanaşması istehsal subyektləri, ərazi və sahə üzrə istehsal və xidmət fəaliyyətinin hərtərəfli səciyyələndirilməsi və proqnozlaşdırılması, habelə idarəedici qərarların dayanıqlı inkişaf meyarlarına üzrə yaxşılaşdırılması məqsədi ilə həyata keçirilə bilər. Model yanaşması enerjiyə qənaət və artan işgüzar fəallıq şəraitində enerji istehlakının optimallaşdırılması məsələlərinə vahid rakursda münasibət bildirməyə imkan verir. Haqqında danışılan optimallıq, artıq qeyd olunduğu kimi ətraf mühitə neqativ təsirlərin minimumlaşdırılması tələblərini də əhatə edir.

Kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə model yanaşması, kompleks xarakterli olmaqla təchizatla bağlı loqistik əməliyyatlar da daxil olmaqla - istehsala hazırlıq, bilavasitə istehsal, emal və daşıma mərhələlərində enerjidən istifadə səmərəliliyini yüksəltməyə yönəlik qərarların əsaslandırılmasına xidmət edir. Görmək çətin deyildir ki, bu halda model yanaşmasının verilənlər bazasına tələbləri xüsusilə aktuallaşır. Model yanaşması sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyi səviyyəsinin təhlili və qiymətləndirilməsinin verilənlər bazasının formalaşmasında, yuxarıda qeyd olunan bütün mərhələlərdə enerji auditinin məlumatları ilə yanaşı, digər vasitələrdən də istifadə olunmasını tələb edir. Məsələ ondadır ki, enerji səmərəliliyi üzrə tədqiqatlar, xüsusilə kənd təsərrüfatında aparılan araşdırmalar üçün ilkin informasiya təminatı, arzu ediləndən xeyli aşağı səviyyədədir. Belə vəziyyəti şərtləndirən mühüm səbəblərdən biri bölgələr üzrə əsaslandırılmış və təfərrüatlı texnoloji xəritələrin olmamasıdır. Digər səbəb kimi, aqrar fəaliyyətlər üzrə ayrı-ayrı əməliyyatlarda enerji sərfi uçotunun həyata keçirilməməsidir.

İnkişaf etmiş ölkələrin təcrübəsinin müxtəlif aspektlərdə təhlil olunduğu mənbələrdə [11] aqroemal sahələrində enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi istiqamətlərinin müəyyən edilməsi baxımından modelləşdirmənin perspektivli olduğu əsaslandırılır.

Natamam informasiyalar əsasında enerjidən istifadə səmərəliliyinin təhlili rəqləri nəzərə almağa imkan vermir. Model yanaşmasının da tətbiq edildiyi kompleks təhlil prosesində alqoritmin müəyyən intervallarda imitasiyası sayəsində reallığa yaxınlaşma, əldə olunan nəticələrin təcrübədə yoxlanması, ekspertlər cəlb etməklə daha faydalı seçimlərin edilməsi və digər eksperimental yanaşmalarla ilkin informasiyanın tamamlanması [12] istiqamətində atılan addımlar diqqətə layiq hesab edilir.

Aqrar sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin təhlili və proqnozlaşdırılması məqsədi ilə model yanaşmasının tətbiqi mütəmadi yenilənən verilənlərin mövcudluğu halında arzu olunan nəticələri verə bilər. Praktikada isə, adətən modelləşdirmə həmin verilənlərin formalaşmasının müxtəlif mərhələlərində həyata keçirilir.

Verilənlər bazasının formalaşmasının özünəməxsusluğu ilə yanaşı aqrar iqtisadiyyatın təhlili və proqnozlaşdırılmasında model yanaşmasının digər spesifik xüsusiyyətləri də vardır. Onlara, ilk növbədə aşağıdakıları aid edə bilərik:

- nəzəri müddəaları təkrar yoxlamaqla təfərrüatlı qərarların hazırlanması və qəbul edilməsi;
- mürəkkəb iqtisadi, ekoloji və texnoloji münasibətlərdə əlaqələri mümkün həddə qədər formallaşdırmaqla (ikinci dərəcəli komponentlərin sərf-nəzər edilməsi sayəsində sadələşdirməklə) meyillərin daha mühüm olanını müəyyən etmək imkanı;
- çoxmeyarlı yanaşma sayəsində aqrar istehsalının enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi istiqamətində alternativ enerji mənbələrindən istifadə barədə əsaslı qərarların qəbulu;
- təhlildə və proqnozlaşdırmada əsas əlaqələrə və onları xarakterizə edən göstəricilərə önəm verilməsi.

Real vəziyyəti obyektiv əks etdirən verilənlərin bu və ya digər səbəbdən əldə edilməsi çətinlikləri norma və normativlərdən istifadə etmək məcburiyyəti yaradır. Aqrar fəaliyyətin bir çox sahələrində heç də bütün normativlərin olmaması, normaların yenilənməsi texnoloji dəyişikliklərdən geri qaldığı üçün kifayət qədər etimad doğurmaması model yanaşmasında norma və normativlərə əsaslanan

hesablamların təkrar-təkrar yoxlanması zərurətini ortaya qoyur. Bununla belə, iqtisadi-riyazi modelləşdirmədə verilənlərin əvəzinə normalardan istifadənin nə dərəcədə yolverilən olması, məsələsi də ayrıca olaraq araşdırılmalıdır.

İlkin yanaşmada demək olar ki, iqtisadi-riyazi modelləşdirmədə normalar verilənləri tamamlaya bilər, lakin əvəz edə bilməz. Bir çox hipotezləri yoxlamaq baxımından normalardan istifadə məqbuldur. İqtisadi-riyazi modelləşdirmədə verilənlər əvəzinə normalardan istifadəyə üstünlük verilməsi məcburiyyəti iqtisadi proseslərdə gözlənilən meyillər əvəzinə arzu edilən meyilləri üzə çıxara bilər. Digər tərəfdən normalar kənd təsərrüfatında enerji səmərəliliyinin səciyyələndirilməsində norma və normativlərdən istifadə, həmin normalara daha detallı münasibət göstərilməsini tələb edir. Aqrar istehsalda enerjidən istifadənin normalaşdırılması üzrə əsas proseslərə model yanaşması üzrə son tədqiqatlar diqqəti xüsusilə cəlb edir [13]. Həmin tədqiqatlarda kənd təsərrüfatında enerji istehlakının və istixana qazları emissiyasının dinamikası qarşılıqlı əlaqədə araşdırılır.

Sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin imitasiya modelləşdirilməsi

Model yanaşmasında imitasiya eksperimentləri özünəməxsus mövqeyə malikdir. Mürəkkəb sistemlərin tədqiqində geniş istifadə olunan imitasiya modelləşdirilməsi real iqtisadi subyektlərin fəaliyyətinin təhlili və proqnozlaşdırılması məqsədi ilə virtual eksperimentlər aparmağa imkan verir. Hazırda fəal istifadə olunan rəqəmsal əkizlərin yaradılmasında imitasiya modellərindən istifadə üzrə qiymətli təcrübə əldə edilmişdir [14]. Həmin təcrübə kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin tədqiqində rəqəmsal platformaların imkanlarının reallaşdırılması arealını genişləndirir.

Aqrar sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə model yanaşması, suvarma fəaliyyəti üzrə imitasiya modelləşdirilməsi təmsalində aşağıdakı ardıcılıqla reallaşdırıla bilər:

- sahədə enerji istehlakının səmərəliliyinin yüksəldilməsi üzrə addımların rentabelliğini səciyyələndirməyə imkan verən göstəricilərin (fəaliyyətin xalis cari dəyəri; xalis diskontlaşdırılmış gəlir; müxtəlif xarakterli risklər; inflyasiya səviyyəsi və s.) müəyyən olunmalıdır;

- enerjidən istifadəni səciyyələndirən göstəricilər detallaşdırma dərəcəsinə görə model yanaşması tələblərinə uyğunlaşdırılmalı, daha təfərrüatlı verilənlər formalaşdırılmalıdır. Suvarma fəaliyyəti təmsalində həmin göstəricilərin - torpaq sahələrinin, suvarma qurğularının, vegetasiya dövrlərinin, ətraf mühitə təsirin və bu kimi digər göstəricilərin kəmiyyət ifadələri konkretləşdirilməlidir;

- verilənlər bazasında aşağıdakı göstəricilər əhatə olunmalıdır: əkin sahələrinin, suvarma üçün tətbiq edilən üsulların, texniki qurğu və avadanlıqların, proseslərin idarəetmə qaydalarının xarakteristikaları və s.;

- imitasiya eksperimentlərində aşağıdakı parametrlərin dəyişmə intervalları müəyyən olunmalı və imitasiya olunmalıdır: texnoloji əməliyyatların sayı; hər bir texnologiya və əməliyyat üzrə enerji sərfi, əməliyyatlar üzrə istixana qazlarının emissiyaları və sair haqqında danışılan parametrlərin normalarla müqayisəsi aparılmalıdır;

- suvarma məqsədi ilə müxtəlif su mənbələrindən istifadəyə enerji sərfi və s.

Kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsal zəncirlərində enerji səmərəliliyini şərtləndirən amillərin mümkün dəyişmə intervallarında fərqli ssenarilər üzrə imitasiyası sayəsində, haqqında danışılan səmərəliliyin daha yüksək olduğu variant müəyyən edilir.

NƏTİCƏ

Tədqiqatın yekununda aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

- aqrar sahə məhsullarının istehsal zəncirlərində enerjidən istifadənin təhlili və proqnozlaşdırılmasına model yanaşmasının mərhələləri və onların məntiqi ardıcılığı müəyyən edilmişdir;

- kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə model yanaşmasının spesifik xüsusiyyətləri kimi, ilk növbədə nəzəri müddəalara əsaslanan eksperimentlər bazasında detallı qərarların qəbul edilməsi, əlaqələrin mümkün həddə qədər sadələşdirilməsi ilə daha

mühüm meyillərin aşkar edilməsi, çoxmeyarlı yanaşma sayəsində aqrar sahədə alternativ enerji mənbələrindən istifadə barədə əsaslı qərarların qəbulu qeyd edilməlidir;

- digər üsullarla yanaşı kənd təsərrüfatı məhsullarının dəyər zəncirlərində enerji amilinin rolunun qiymətləndirilməsi üçün normaların müəyyən edilməsində model yanaşmasının tətbiqi məqsədəuyğundur. Aqrar sahə məhsullarının dəyər zəncirlərinin enerji səmərəliliyinin imitasiya modelləşdirilməsinin əsas addımlarının ardıcılığı əsaslandırılmışdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat:

1. Kułyk, Piotr & Sługocki, Waldemar. (2025). The Impact of the Common Agricultural Policy on Energy Efficiency in Agriculture: Between Farmer Support and Sustainable Development in the Visegrad Group. *Energies*. 18. 5578. 10.3390/en18215578
2. Flammini, Alessandro & Pan, Xueyao & Tubiello, Francesco & Qiu, Sally & Souza, Leonardo & Quadrelli, Roberta & Bracco, Stefania & Benoit, Philippe & Sims, Ralph. (2021). Emissions of greenhouse gases from energy use in agriculture. *Earth System Science Data*. 10.5194/essd-2021-262
3. Siebrecht, Norman. (2020). Sustainable Agriculture and Its Implementation Gap-Overcoming Obstacles to Implementation. *Sustainability*. 12. 3853. 10.3390/su12093853
4. Yao, Xing & Shah, Wasi & Yasmeen, Rizwana & Zhang, Yongzhong & Kamal, Muhammad & Khan, Anwar. (2020). The impact of trade on energy efficiency in the global value chain: A Simultaneous Equation Approach. *Science of The Total Environment*. 765. 10.1016/j.scitotenv.2020.142759
5. Lind, Hans. (2024). Theories and Models in Economics: An Empirical Approach to Methodology. 10.4337/9781035332953
6. Jin, Kaizhao. (2021). Application of Computer Three-dimensional Modeling in Engineering Engineering. *Journal of Physics: Conference Series*. 1852. 022068. 10.1088/1742-6596/1852/2/022068
7. В.Л. Снежко, М.Н. Ахилбеков. (2024). Эффективность использования ресурсов в сельскохозяйственном секторе экономики: региональный аспект // ЕГИ. №5 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-resursov-v-selskohozyaystvennom-sektore-ekonomiki-regionalnyu-aspekt>
8. Kempen, Markus & Kraenzlein, Tim. (2008). Energy Use in Agriculture: A Modeling Approach to Evaluate Energy Reduction Policies. *European Association of Agricultural Economists, 107th Seminar, January 30-February 1, 2008, Sevilla, Spain*
9. Романков С. В. АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ // Вестник науки. 2022. №9 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-ispolzovaniya-matematicheskikh-modeley-v-ekonomicheskikh-zadachah>
10. OECD (2017), Improving Energy Efficiency in the Agro-food Chain, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264278530-en>
11. Fuentes-Pila, Joaquin & Garcia, Jose & Murcho, Dina & Baptista, F. & Silva, Luis & Marques Da Silva, José & Latini, Arianna & Campiotti, Carlo & Giagnacovo, C. & Perrin, Loïc & Lucas, F. & Putier, Fabrice. (2015). Best Practices for Improving Energy Efficiency (in agro-industries)
12. Božić, Velibor. (2023). Methods for decision-making under conditions of uncertainty and risk. 10.13140/RG.2.2.34734.79685]; [17. Blancard, Stephane & Martin, Elsa. (2014). Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information. *Energy Policy*. 66. 10.1016/j.enpol.2013.10.071
13. Hu, Jingzhe & Wang, Xu & Tan, Shengmin. (2025). Energy Management Model in Controlled Environment Agriculture: A Review. *Energies*. 18. 4544. 10.3390/en18174544

14. Шелковый Д.В., Черников А.А. Имитационное моделирование функционирования сегмента сети связи с коммутацией пакетов // Вопросы радиоэлектроники. 2019. № 12. С. 75–82. DOI 10.21778/2218-5453-2019-12-75-82 УДК 004.724

E.N.Ahmadzadeh

*PhD, PhD student in the Doctor of Sciences program,
Agrarian Research Center of the Ministry of Agriculture
of the Republic of Azerbaijan
ORCID 0009 0006 4818 0137*

Model approach to improving the energy efficiency of agricultural value chains

Abstract

The purpose of the study is to identify the possibilities of applying the model approach in solving the problem of improving the energy efficiency of agricultural value chains. The essence of energy efficiency in the agricultural sector is explained, the main stages of modeling the efficiency discussed are determined. The stages of the model approach to energy use in production chains of products in modern agriculture are specified. The need to study the economic and environmental efficiency of energy use in the value chains of agricultural products from a single perspective is justified. Methodological, informational and other difficulties that arise in the application of the model approach to the energy efficiency of agricultural value chains are characterized. The specific features of the model approach in the analysis and forecasting of the agricultural economy are shown. The state of use of norms and standards in the model approach is investigated. A convenient sequence for implementing simulation modeling for the purpose of analyzing and forecasting the energy efficiency of the value chains of agricultural products is proposed.

Keywords: *energy efficiency, model approach, value chain, agriculture, imitation.*