

А.Б. Тасмаганбетов<sup>1\*</sup>, Б.С. Есенгельдин<sup>2</sup>, М.А. Тлеубергенова<sup>3</sup>, С.Ж. Тасмаганбетова<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан;

<sup>2</sup>Павлодар педагогикалық университеті, Павлодар, Қазақстан

<sup>1</sup>aslandelo@mail.ru, <sup>2</sup>yessen\_baur@inbox.ru, <sup>3</sup>mtleubergenova@mail.ru, <sup>4</sup>samaldelo@mail.ru

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0636-7498>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4155-3616>,

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9360-0520>, <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-2971-8414>

<sup>1</sup>Scopus ID: 564470400, <sup>2</sup>Scopus ID: 55683958400, <sup>3</sup>Scopus ID: 57209270361 <sup>4</sup>Scopus ID: 57201497267

## Биоэнергетиканы дамытуды мемлекеттік қолдаудың халықаралық тәжірибесі

### Аңдатпа

**Мақсаты:** Мақалада экономикалық, әлеуметтік және экологиялық факторларды ескере отырып, биоэнергетиканы дамытудың халықаралық тәжірибесі зерттелген. Авторлар мақалада биомассаны пайдалану кезіндегі энергетикалық қауіпсіздікке, жұмыс жағдайлары мен шектеулердің өзгеруіне баса назар аударған.

**Әдісі:** Зерттеу барысында биоэнергетиканы енгізу бойынша мемлекеттік саясаттың тиімділігін анықтау үшін статистикалық және салыстырмалы талдау әдістері қолданылды. Осы әдістерді қолдану үшін әдеби шолу жүргізілді және Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігінің статистикалық деректері пайдаланылды.

**Қорытынды:** Мақалада биомасса және биоэнергетикаға арналған ғалымдардың ғылыми еңбектері, сондай-ақ биоэнергияны дамыту үшін қолданылатын мемлекеттік қолдау құралдары талданған. Авторлар экономикалық, экологиялық және әлеуметтік мақсаттарға қол жеткізуге ықпал ететін биоэнергетиканы дамытудың негізгі бағыттарын анықтаған.

**Тұжырымдама:** Халықаралық тәжірибеде биоэнергетиканың көптеген нұсқаларын енгізуге байланысты экологиялық пайда мен қазба отындарын мемлекеттік қолдауды ескере отырып, мемлекеттік қолдауды жүргізеді. Биоэнергетиканы мемлекеттік қолдау құралдарының екі негізгі нысаны бар: нақты технологиялар үшін жеңілдікті тарифтер және қаржылық сипаттағы жалпы ынталандырулар. Биоэнергетиканы дамыту саясатын іске асыру кезінде биомасса шикізатының қолжетімділігін және елдің энергетикалық секторының ерекшеліктерін ескеру қажет. Биоэнергетикалық технологиялардың қолжетімділігі негізгі фактор болып табылады, сондықтан желілерге қол жеткізуге және шикізатты стандарттауға назар аудару қажет.

**Кілт сөздер:** энергия, биоэнергетика, жаңартылатын энергия көздері, мемлекеттік қолдау, тариф, технология, биомасса.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта климаттың өзгеруін шешу қажеттілігіне байланысты халықты тұрақты энергиямен қамтамасыз ету алдағы жылдардағы басты міндеттердің бірі болып келеді. Биомасса болашақ энергияға деген сұранысты тұрақты түрде қамтамасыз етуге айтарлықтай үлес қоса алады. Жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК), оның ішінде биоэнергетика арқылы әлемдегі жылу, электр энергиясы мен көлік отын өндірісін кеңейтуге мүмкіндік бар. Биоэнергетиканы одан әрі енгізу ауылдық аумақтардың экономикалық және әлеуметтік даму мүмкіндіктерін қамтамасыз ете алады.

Алайда, биоэнергия өндірісін мемлекеттік қолдау қатынастары (ауыл шаруашылығы шикізатынан биоотын өндіру бөлігінде) агроқорғау құқығы тақырыбына жататыны және оны реттейтіні анық. Себебі: біріншіден, биоэнергетикалық қатынастардың объектілері ауылшаруашылық өнімдері болып табылатын биомасса және биоотын болып табылады; екіншіден, биоэнергетикалық қатынастардың субъектілері негізінен ауылшаруашылық өнімдерін өндірушілер немесе өңдеушілер болып табылады; үшіншіден, биоэнергетикалық қатынастардың мазмұны ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру мен өңдеуден тұрады. Яғни, биомассаны өндіру (қалыптастыру) және оны биоотынға өңдеу кезеңдеріндегі биоэнергетикалық қатынастар ауылшаруашылық қызметінің түрін құрайды, оны мемлекеттік қолдау агроқорғау заңнамасымен реттеледі. Мемлекеттік қолдау шеңберінде нақты өндірілген ауыл шаруашылығы өнімін өндіруші қайта өңдеуді қолдау сияқты шаралар іске асырылуы тиіс екені анықталды; ауыл шаруашылығы өнімдерін қайта өңдеу кооперативтерін құруды қолдау; биомассаны биоотынға қайта өңдеу үдерісіне негізделген биоэнергия өндірісін қолдау.

\* Хат-хабарларға арналған e-mail: [aslandelo@mail.ru](mailto:aslandelo@mail.ru)

Тақырыптың өзектілігі биоэнергетиканың халық шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету, сондай-ақ жалпы планетаның экологиясының жағдайын жақсарту бағыты ретіндегі маңыздылығында жатыр. Сондықтан биоэнергетиканың әлеуеті мен оны кеңірек енгізуге қатысты халықаралық тәжірибеге жүгінген жөн.

Мақаланың мақсаты экономикалық, әлеуметтік және экологиялық факторларды ескере отырып, биоэнергетиканы дамытудың халықаралық тәжірибесін зерделеу.

### **Әдебиеттерге шолу**

Соңғы жылдары қоғамның биоэнергияны қабылдауы мен енгізуі зерттеудің маңызды саласына айналды. Бұл биомасса мен биоэнергетикаға арналған бірнеше журналдардан, сондай-ақ әлеуметтік мәселелерге назар аударудың негізгі бағыттарының бірі болып бу газдарын төмендетуге бағытталған.

Бірқатар зерттеулер (Дж. Десикко және В. Шлезингер, 2018) биоэнергияның дамуын бу газдарын төмендетуге байланысты екендігіне күмән келтіреді, бұл өмірлік циклдегі шығарындылар төмен бағаланды және биоэнергиямен байланысты «көміртегі қарызы» көбінесе ауыстырылатын қазба отындарына қарағанда қысқа мерзімді шығарындылардың жоғарылауына әкеледі деген алаңдаушылық туғызды. Тағы бір жұмыс биоэнергетиканың өсуі азық-түлік өндірісін қысқартып, биоөртүрліліктің жоғалуын тездетуі мүмкін деген болжамды айтады (Т. Серчиндер және басқалар, 2018).

В. Капман және басқалар (2020) биомасса объектілері жергілікті қауымдастықтар үшін тікелей немесе жанама жағымсыз әлеуметтік салдарларды тудыратынын атап өткен. Биокорыту үдерісі, сондай-ақ шикізатты қамтамасыз ететін ауылшаруашылық және мал шаруашылығы қызметі шу мен иістің көзі болып табылады. Егер кәсіпорындар қоршаған ортаға әсерді азайту үшін тиімді шешімдер қабылдаған жөн, себебі энергия өндірілетін жердің қашықтығы жергілікті халықтың қатынауына алаңдаушылық тудыруы мүмкін.

Дж. Лутимакидің (2018) ойынша жаңа биоэнергетикалық қондырғылар жұмыс орындарын құруға мүмкіндік береді және жергілікті айналмалы экономиканы ынталандырады, сондықтан олар керемет экономикалық мүмкіндіктер жасайды. Ауданның экономикалық мәнмәтінін біле отырып, жергілікті елді мекендер үшін станцияларда өндірілетін жылыуды пайдалануды жоспарлауға болады.

Биоэнергия өндірісінің техникалық, экономикалық және экологиялық негіздеріне дәстүрлі назар аударудан басқа, қоғамның білімі мен қабылдауы және әлеуметтік салдары қазіргі экономикада биоэнергияның сәтті таралуының ажырамас бөлігі ретінде көптеген пікірталастардың басты бағыты болып табылады (Р. Миллер және В. Льюис, 1991; П. Дживеди және Дж. Алавалапати, 2009; П. Гальдер және басқалар, 2010; Х. Пачини және С. Сильверия, 2010).

П. Маккендриннің (2002) айтуынша, биоэнергия көлік отынын, жылуды, электр қуатын және өнімдерді өндіру үшін пайдалануға болатын биомасса деп аталатын жаңадан пайда болған органикалық материалдардан алынған жаңартылатын энергия түрі.

П. Борджессон және М. Берглунд (2007) өз еңбегінде қоршаған орта жағдайларын талдау кезінде антропогендік элементтерді ескеру қажеттігіне баса назар аударады: жерді пайдалану, белгілі бір ауданда өсірілетін дақылдар, мәдени-тарихи нысандар және гидрографиялық желі, табиғи кеңістіктер және климаттық жағдайлар сияқты табиғи ерекшеліктер.

Ал А. Макбрайд және басқалар (2011) энергия мен электр энергиясын өндіру үшін биомассаны пайдалану қазба отынына аз тәуелділіктің арқасында энергетикалық қауіпсіздікті арттыру, бу газдар шығарындыларын азайту және климатқа байланысты әсер ету және жаңа арқылы ауыл экономикасын жандандыру сияқты маңызды артықшылықтар әкелуі мүмкін.

Дж. Проволо және басқалар (2017) мысал ретінде биогаз өндіру және малдың ағынды суларын тазарту үшін қалалық қалдықтарды пайдалануды келтіруге болатынын зерттеген: биогаз қондырғыларында мал қалдықтарын жинау және қайта өңдеу арқылы азот шығарындыларын бақылауға болады.

Сонымен қатар Ф. Валенти және С. Портоның (2019) ойынша биоэнергетикалық жүйенің табыстылығы биоресурстардың болуына байланысты. Сонымен қатар, жанама өнімдер мен қалдықтарды пайдалану қосымша табыс көзі және қоршаған ортаға жағымды сыртқы әсер етуі мүмкін.

Дж. Феррари және басқалар (2020) жаңартылатын энергия көздерінің осы контекстінде биоэнергетика секторының айтарлықтай даму болашағын дәлелдеген, ол соңғы жылдары көптеген мүдделі тараптар мен зерттеушілер үшін қызықты секторға айналды. Олар биоэнергетиканы жаңартылатын энергия көздеріне негізделген энергия жүйесін дамытудың перспективасы мүмкіндігін ұсынғанымен,

оны пайдалану әлі де өндірістің техникалық, экономикалық, әлеуметтік және экологиялық аспектілерін мұқият қарастыруды қажет ететіндігін басты назарға қойды.

Сонымен қатар Ф. Шифер және басқалар (2022) ұсынғандай, энергетикалық жүйеге арналған көптеген қызметтер мен артықшылықтар энергия жүйесінен тыс энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ете отырып, өзгермелі пайдалану жағдайлары мен шектеулерде биомассаны тұрақты пайдалануды қамтамасыз ете алады. Ал А. Джейн және басқалар (2022) биоэнергия мен биоөнімдерді био қалдықтар ағынынан өндіру озық айналмалы экономиканы құру мүмкіндігінен назар аударды.

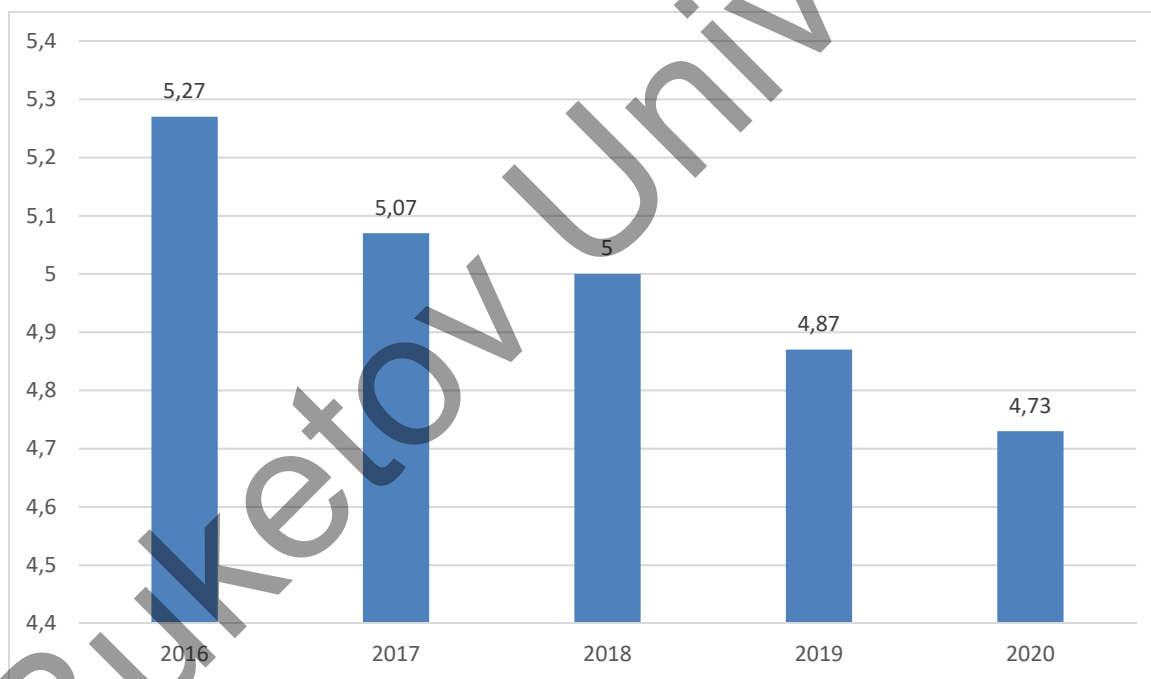
Көріп отырғанымыздай, биоэнергетиканы дамытуға байланысты ғылыми еңбектерде ресурстарға, технологияларға, тәжірибеге, нарықтарға және саясатқа қатысты мүмкіндіктер мен тәуекелдер талқыланды.

### ***Зерттеу әдістері***

Зерттеу барысында биоэнергетиканы енгізу бойынша мемлекеттік саясаттың тиімділігін анықтау үшін статистикалық және салыстырмалы талдау әдістері қолданылды. Осы әдістерді қолдану үшін әдеби шолу жүргізілді және Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігінің статистикалық деректері пайдаланылды.

### ***Нәтижелер және талқылау***

Жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) басқа түрлеріне қарағанда биоэнергетика көміртекті жағуға және шектеулі табиғи ресурстарды пайдалануға негізделген және салыстырмалы түрде қымбат құрылғыларды орнату шығындарымен байланысты. 2016-2020 жылдар аралығындағы әлемдік ЖЭК ішінде биоэнергия құрылғылары қуатының үлесінің төмендеуі байқалады. (1-сурет).

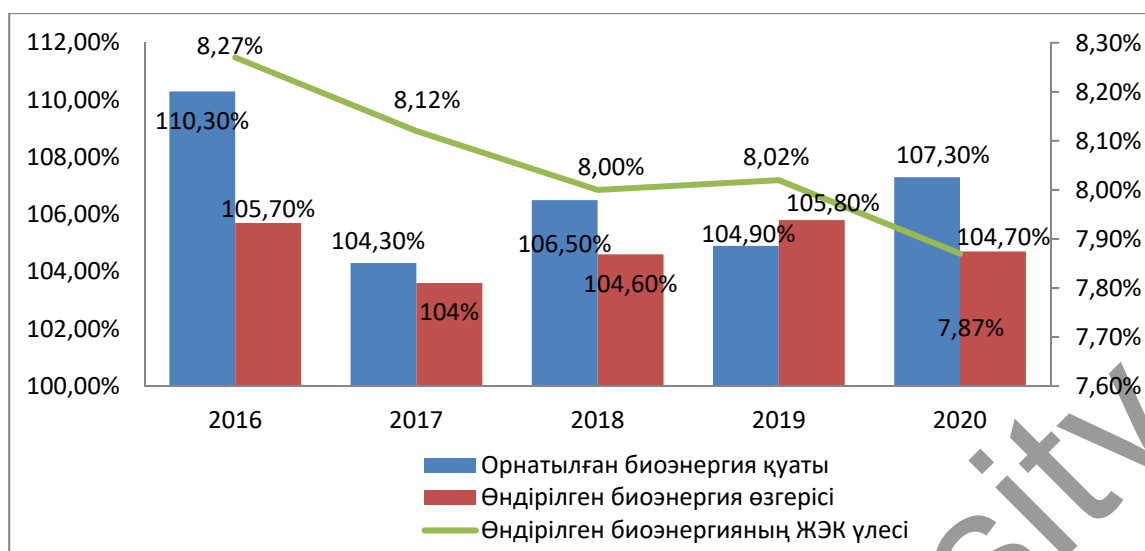


1-сурет. 2016-2020 жылдардағы орнатылған биоэнергия құрылғылар қуатының жалпы жаңартылған энергия көздеріндегі үлесі, %

Дерек көзі: Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігі (2022) деректері бойынша авторлар әзірлеген

Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігінің деректеріне сүйенсек, 2020 жылы 2016 жылмен салыстырғанда ЖЭК ішіндегі орнатылған биоэнергия қуатының үлесі 5,7%- дан 4,73 %-ға дейін азайған.

Дегенмен, орнатылған биоэнергия қуатының серпіні жыл сайын өсіп келеді. Мәселен, 2020 жылы 2019 жылмен салыстырғанда 107,3 %-ға өскен (2-сурет).



2-сурет. Әлемдік нарықтағы орнатылған және өндірілген биоэнергияның 2016-2022 жылдар аралығындағы өзгерісі

Дерек көзі: Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігі (2022) деректері бойынша авторлар әзірлеген

2016-2022 жылдар аралығындағы өндірілген биоэнергияның ЖЭК үлесі мемлекет тарапынан көрсетілетін көмектің арқасында 8% мөлшерінде болып отыр. Биоэнергияны өндіруге арналған мемлекеттік көмектің басты негіздемесі сыртқы энергия шығындары тиімді есептелгенге дейін ЖЭК артықшылықтарын өтеу арқылы қоршаған ортаны қорғау деңгейін арттыру болып табылады.

Шын мәнінде, мемлекеттік көмектің нұсқаулықтары қоршаған ортаны қорғау мақсатында ЖЭК басқа энергия көздерімен бәсекелестігін дамытуға бағытталған.

Л. Зюдеманьц (2020) ойынша электр энергиясын өндіру үшін қатты биомассаны пайдалану үшін жаңартылатын энергияны қолдаудың ең маңызды механизмдері жеңілдетілген тарифтер және үстеме ақылар болып табылады, ал тікелей субсидиялар биоотынды қолдаудың негізгі түрі. Соңғы жылдары қатты биомасса құралдарының жартысына жуығы өндіріс деңгейіне негізделген ЖЭК қолдау схемалары арқылы операциялық қолдауды қамтамасыз ететінін көрсетті.

Халықаралық энергетикалық агенттіктің мәліметтері (2021) бойынша биоэнергетиканы қолдаудың негізгі жүйелері жеңілдетілген тарифтік жүйелер және сатылатын жасыл сертификаттарға қатысты міндеттемелер болып келеді. Соңғы уақытта конкурстық негізде тендерлік жүйелермен жұмыс істеу үрдісі байқалады. Өндірістік шығындардан басқа, саяси әрекеттер электр энергиясын өндіру үшін биоэнергияны пайдаланудың көптеген артықшылықтарын, соның ішінде ауылдық жерлерді дамыту және қалдықтарды жою мүмкіндігін көрсетуі керек.

Халықаралық тәжірибеде биоэнергетиканы қолдаудың негізгі жүйелері жаңартылатын жылу энергиясы жобаларына субсидиялар беру арқылы жүзеге асты. Бірнеше елдер қазба отынына CO2 салығын енгізді, бұл салалар үшін қазба отынынан биоэнергетикаға көшуге маңызды ынталандыру болды.

Мемлекет тарапынан көрсетілген қаржылық қолдаулар әлемдік биоэнергетика нарығындағы орнатылған биоэнергия қуатының 106209 МВт-тан (2016 жылы) 132871 МВт-қа (2020 жылы) жеткізуге мүмкіндік берді (1-кесте).

1-кесте. Әлемдік биоэнергия нарығындағы топ бес мемлекеттерге орнатылған биоэнергетикалық құрылғылар қуаты МВт

№	Мемлекеттер	2016	2017	2018	2019	2020	Өзгеріс
-	<b>Барлығы әлем бойынша, оның ішінде</b>	<b>106209</b>	<b>110811</b>	<b>117994</b>	<b>123813</b>	<b>132871</b>	<b>+26662</b>
1	Қытай	9269	11234	13235	16537	23583	+14314
2	Бразилия	14187	14574	14819	15357	15650	+1463
3	АҚШ	13049	12985	12774	12267	12271	-778
4	Үндістан	8895	9417	10137	10226	10532	+1637
5	Германия	8660	8982	9662	9994	10344	+1684

Дерек көзі: Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігі (2022) деректері бойынша авторлар әзірлеген

Әлемдік биоэнергетика нарығында Қытай, Бразилия, Үндістан және Германия мемлекеттерінде орнатылған биоэнергия құрылғылар қуаты қарқынды өсіп келеді, ал АҚШ-та оның төмендеуі байқалады. АҚШ-та жылу өндірісінде қазба отындары, әсіресе табиғи газ басым. Жылыту үшін биомассаны пайдалану негізінен өнеркәсіпте жылудың 10% өндіретін жаңартылатын жылудың ең маңызды түрі болып табылады.

Халықаралық энергетикалық агенттіктің мәліметтері (2021) бойынша Қытайда биоэнергетиканы одан әрі енгізу үшін маңызды мүмкіндіктер бар, атап айтқанда көмірді қолданыстағы активтердегі қатты биомассамен алмастыру, көліктік биоотын өндірісін ұлғайту, сондай-ақ табиғи газды алмастыратын биогаз. ХХІ ғасырдың басынан бастап Бразилия үкіметі биоотын нарығын ынталандыру үшін мемлекеттік саясатқа жүгінді, мысалы, оның қатарына қазба отындары мен жаңартылатын энергия көздері арасындағы салықтарды саралау, бензиндегі сусыз этанол мен қазба дизельдегі биодизельді міндетті түрде араластыру және икемді отынмен жүретін көліктерді қосу жатады. Үндістандағы биоэнергетиканың басым түрі болып табылатын тұрғын үйді жылыту үшін биомассаны дәстүрлі пайдаланумен байланысты. Германиядағы жер көлемінің жартысына жуығы ауылшаруашылық жерлері, үштен бірі орман алқаптары. Германияда биоэнергетиканы дамыту үшін қолайлы географиялық және климаттық жағдайлар бар, сондықтан ауылшаруашылық және орман биомассасын, сондай-ақ органикалық қалдықтар ағындарын алу мүмкіндіктері жоғары.

Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігі (2022) деректері бойынша 2022 жылы өндірілген биоэнергия көлемі 2016 жылмен салыстырған 97334ГВт/сағатқа өскен (2-кесте).

2-кесте. Биоэнергияны өндірумен айналысатын әлемдегі топ бес мемлекеттерге өндірілген биоэнергия көлемі ГВт/сағ

№	Мемлекеттер	2016	2017	2018	2019	2020	Өзгеріс
-	<b>Барлығы әлем бойынша, оның ішінде</b>	<b>486441</b>	<b>504097</b>	<b>527071</b>	<b>557675</b>	<b>583775</b>	<b>+97334</b>
1	Қытай	49404	59992	67301	82250	98978	+49574
2	АҚШ	69017	68857	67885	63194	60269	-8748
3	Германия	50929	50916	50794	50127	50858	-71
4	Бразилия	51335	52912	54382	54921	58744	+7409
5	Ұлыбритания	30056	31882	34943	37303	40186	+10130

Дерек көзі: Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігі (2022) деректері бойынша авторлар әзірлеген

Кесте мәліметтері бойынша биоэнергияны өндірумен айналысатын әлемдегі топ мемлекеттердің ішінде АҚШ пен Германия елдерінде оның көлемі төмендеген. Күні бүгінге дейін АҚШ-та электр энергиясын өндірудің 60%-дан астамы қазба отынына және 20%-ы атом энергиясына негізделген. Көмір энергетикасы соңғы онжылдықта екі есеге жуық қысқарды, дегенмен, бұл табиғи газ қуатының ұлғаюымен байланысты. Германияда тұтынылатын биоэнергияның жартысына жуығы қатты биомассадан келеді. Соңғы онжылдықта тұрғын үйді жылыту үшін биомассаны пайдаланудың шоғырлануы байқалады.

Қытай соңғы бес жыл ішінде биоэнергия өндіруді екі есеге өсірген. Қытай биомасса ресурстарының айтарлықтай әлеуетіне ие. «Көміртегі шыңы және көміртегі бейтараптығы» стратегиясына сәйкес биоэнергетиканы белсенді пайдалану керек және барлық деңгейдегі департаменттер климаттың өзгеруіне қарсы мақсатқа жетуде оң рөл атқару үшін биоэнергияны басымдықпен пайдалану туралы консенсус құруы қажет.

Жаңартылатын энергия 2019 жылы Бразилияның жалпы энергиямен қамтамасыз етілуінің жартысына жуығын (46%) құрады. Жаңартылатын энергияның шамамен 70%-ы биомассаға тиесілі. Биоотын Бразилиядағы көлік отынының 25% құрайды, бұл әлемнің басқа елдерімен салыстырғанда өте жоғары және биоотынның үлесі өсуде. Биоэтанол ең маңызды болып табылады және биоотын, бензин мен этанолды біріктіріп пайдаланудың орташа энергиясы 49% құрайды. Биодизельдің рөлі артып келеді (жүк көтергіштігі жоғары автомобильдерде дизельді ауыстыру үшін) және 2019 жылы дизельді пайдалану энергиясының 9,6% құрады.

Ұлыбританияда қатты биомассаны пайдалану соңғы онжылдықта айтарлықтай өсті және қазіргі уақытта биоэнергиямен қамтамасыз етудің 60% құрайды, оның көп бөлігі электр энергиясын өндіруге жұмсалады.

Көріп отырғанымыздай, биоэнергетика жалпы энергетиканың үш негізгі секторында маңызды рөл атқарады: электр энергиясын, жылуды тұтыну және көліктегі энергияны тұтыну. Атап айтқанда,

жылумен жабдықтау және тасымалдау үшін биоотын жаңартылатын энергияның басым түрі болып табылады.

### **Қорытынды**

Халықаралық тәжірибеде биоэнергетиканың көптеген нұсқаларын енгізуге байланысты экологиялық пайда мен қазба отындарын мемлекеттік қолдауды ескере отырып, мемлекеттік қолдауды жүргізеді. Бұл саясат сонымен қатар биоэнергетиканың экономикалық, экологиялық және әлеуметтік мақсаттарға қол жеткізуін қамтамасыз етуі керек. Мақала бойынша келесі қорытындылар жасауға болады:

- биоэнергетиканы мемлекеттік қолдау құралдарының екі негізгі нысаны бар: нақты технологиялар үшін жеңілдікті тарифтер және қаржылық сипаттағы жалпы ынталандырулар. Биоэнергетиканың сәтті дамуы оны игеруге ынталандыруды қамтамасыз ететін нақты саясатқа ғана емес, сонымен қатар кеңірек құқықтық базаға және энергетика мен қоршаған ортаны жоспарлауға байланысты;

- биоэнергетиканы дамыту саясатын іске асыру кезінде биомасса шикізатының қолжетімділігін және елдің энергетикалық секторының ерекшеліктерін ескеру қажет. Биоэнергетика шикізаттың болуына байланысты, биоэнергетика саясатының стратегиясында биомассаны қамтамасыз ететін секторларға назар аудару керек. Ауылшаруашылық және орман шаруашылығы секторлары үшін бұл өнімділікті арттыру, ауылшаруашылық және орман алқаптарының қолжетімділігі, сондай-ақ бастапқы қалдықтарға қол жеткізу және оларды алу мүмкіндігі сияқты мәселелерді қарастыруды қамтиды;

- биоэнергетикалық технологиялардың қолжетімділігі негізгі фактор болып табылады, сондықтан желілерге қол жеткізуге және шикізатты стандарттауға назар аудару қажет. Биомассаның тұрақтылығына кепілдік беретін саясат пен стандарттар қазіргі уақытта қарқынды дамып келеді. Болашақта саясат пен стандарттарды әзірлеу кезінде тұрақты даму мәселесінің күрделілігіне байланысты жерді пайдалану, ауыл шаруашылығы мен орман шаруашылығы және әлеуметтік даму сияқты бағыттармен күрделі өзара әрекеттесуді ескеретін кешенді тәсілдерге назар аудару қажет болады.

### **Қосымша мәліметтер:**

Мақаланы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырып отыр (грант № AP13268757).

### **Әдебиеттер тізімі**

- Bioenergy Countries' Report (2021). *International Energy Agency*. Retrieved from CountriesReport2021\_final.pdf ica-bioenergy.com
- Borjesson, P. & Berglund, M. (2007). Environmental systems analysis of biogas systems-Part II: The environmental impact of replacing various reference systems. *Biomass Bioenergy*, 31, 326–344.
- De Cicco, J. M. & Schlesinger, W. H. (2018). Opinion: Reconsidering bioenergy given the urgency of climate protection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(39), 9642–9645.
- Dwivedi, P. & Alavalapati, J. R. R. (2009). “Stakeholders’ perceptions on forest biomass-based bioenergy development in the southern US,” *Energy Policy*, 37(5), 1999-2007. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.02.004.
- Ferrari, G., Ai, P., Alengebawy, A., Marinello, F. & Pezzuolo, A. (2021). An assessment of nitrogen loading and biogas production from Italian livestock: A multilevel and spatial analysis. *J. Clean. Prod.*, 317, 128388.
- Ferrari, G., Pezzuolo, A., Nizami, A.S., & Marinello, F. (2020). Bibliometric Analysis of Trends in Biomass for Bioenergy Research. *Energies*, 13, 3714.
- Halder, P., Pietarinen, J., Havu-Nuutinen, S. & Pelkonen, P. (2010). “Young citizens’ knowledge and perceptions of bioenergy and future policy implications”. *Energy Policy*, 38(6), 3058-3066. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.01.046
- IRENA (2022). Renewable Energy Statistics 2022, International Renewable Energy Agency. Retrieved from [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA\\_Renewable\\_energy\\_statistics\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2022.pdf).
- Jain, A., Sarsaiya, S., Awasthi, M.K., Singh, R., Rajput, R., Mishra, U.C., Chen, J. & Shi, J. (2022). Bioenergy and bio-products from bio-waste and its associated modern circular economy: Current research trends, challenges, and future outlooks. *Fuel*, 307, 121859.
- Kampman, B., Brückmann, R., Maroulis, G. & Meesters, K. Optimal Use of Biogas from Waste Streams: An Assessment of the Potential of Biogas from Digestion in the EU beyond 2020 Digestion in the EU beyond 2020 Optimal Use of Biogas from Waste Streams. 2017. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/315812498\\_Optimal\\_use\\_of\\_biogas\\_from\\_waste\\_streams\\_An\\_assessment\\_of\\_the\\_potential\\_of\\_biogas\\_from\\_digestion\\_in\\_the\\_EU\\_beyond\\_2020](https://www.researchgate.net/publication/315812498_Optimal_use_of_biogas_from_waste_streams_An_assessment_of_the_potential_of_biogas_from_digestion_in_the_EU_beyond_2020).
- Linde, Zuidema (2020). State aid for solid biomass: The case for improved scrutiny. Retrieved from <https://cadmus.eui.eu/handle/1814/68737>.

- Lyytimäki, J. (2018). Renewable energy in the news: Environmental, economic, policy and technology discussion of biogas. *Sustain. Prod. Consum.*, 15, 65–73.
- McBride, A. C., Dale, V. H., Baskaran, L. M., Downing, M. E., Eaton, L. M., Efroymson, R. A., Garten, C. T., Jr., Kline, K. L., Jager, H. I. et al. (2011). Indicators to support environmental sustainability of bioenergy systems. *Ecol. Indic.*, 11, 1277–1289.
- McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 2): Conversion technologies. *Bioresour. Technol.*, 83, 47–54.
- Miller, R. L. & Lewis, W. F. (1991). “A stakeholder approach to marketing management using the value exchange models”. *European Journal of Marketing*, 25(8), 55–68. DOI: 10.1108/03090569110003553.
- Pacini, H. & Silveira, S. (2010). “Consumer choice between ethanol and gasoline: Lessons from Brazil and Sweden”. *Energy Policy* 39(11), 6936–6942. DOI: 10.1016/j.enpol.2010.09.024.
- Provolo, G., Perazzolo, F., Mattachini, G., Finzi, A., Naldi, E. & Riva, E. (2017). Nitrogen removal from digested slurries using a simplified ammonia stripping technique. *WasteManag.*, 69, 154–161.
- Schipfer, F., Mäki, E., Schmieder, U., Lange, N., Schildhauer, T., Hennig, C. & Thrän, D. (2022). Status of and expectations for flexible bioenergy to support resource efficiency and to accelerate the energy transition. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 158, 112094.
- Searchinger, T. D., Wierseni, S., Beringer, T., & Dumas, P. (2018). Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change. *Nature*, 564(7735), 249. DOI: 10.1038/s41586-018-0757-z.
- Valenti, F. & Porto, S.M. (2019). Net electricity and heat generated by reusing Mediterranean agro-industrial by-products. *Energies*, 12, 470.

**А.Б. Тасмаганбетов, Б.С. Есенгельдин, М.А. Тлеубергенова, С.Ж. Тасмаганбетова**  
**Международная практика государственной поддержки развития биоэнергетики**

**Аннотация**

**Цель:** В статье исследована международная практика развития биоэнергетики с учетом экономических, социальных и экологических факторов. Авторы статьи основной акцент уделили энергетической безопасности в ходе использования биомассы при меняющихся условиях эксплуатации и ограничениях.

**Методы:** В ходе исследования применены методы статистического и сравнительного анализа для выявления эффективности государственной политики по внедрению биоэнергетики. Для применения этих методов проведен литературный обзор и использованы статистические данные Международного агентства по возобновляемым источникам энергии.

**Результаты:** В статье проанализированы научные труды ученых, посвященные биомассе и биоэнергетике, а также инструменты государственной поддержки, применяемые для развития биоэнергетики. Авторами определены основные направления развития биоэнергетики, которые способствуют достижению экономических, экологических и социальных целей.

**Выводы:** В международной практике внедрение многих вариантов биоэнергетики зависит от государственной поддержки с учетом связанных с этим экологических выгод и существующей государственной поддержки ископаемого топлива. Существуют две основные формы инструментов государственной поддержки биоэнергетики: льготные тарифы для конкретных технологий и общие стимулы финансового характера. При реализации политики развития биоэнергетики необходимо учитывать доступность сырья из биомассы и специфические особенности энергетического сектора страны. Основным фактором является доступность биоэнергетических технологий, поэтому необходимо уделять внимание доступу к сетям и стандартизации сырья.

**Ключевые слова:** энергия, биоэнергетика, возобновляемые источники энергии, государственная поддержка, тариф, технология, биомасса.

**A. Tasmaganbetov, B. Yessengeldin, M. Tleubergenova, S. Tasmaganbetova**

**International practice of state support of bioenergy development**

**Abstract**

**Object:** The article examines the international practice of bioenergy development taking into account economic, social and environmental factors. The authors of the article focus on energy security during the use of biomass under changing operating conditions and restrictions.

**Methods:** In the course of the study, statistical and comparative analysis methods were used to identify the effectiveness of the state policy on the introduction of bioenergy. To apply these methods, a literature review was conducted and statistical data from the International Renewable Energy Agency were used.

*Findings:* The article analyzes the scientific works of scientists devoted to biomass and bioenergy, as well as state support tools used for the development of bioenergy. The authors have identified the main directions of bioenergy development that contribute to the achievement of economic, environmental and social goals.

*Conclusions:* In international practice, the introduction of many bioenergy options depends on government support, taking into account the associated environmental benefits and existing government support for fossil fuels. There are two main forms of state support tools for bioenergy: preferential tariffs for specific technologies and general financial incentives. When implementing the bioenergy development policy, it is necessary to take into account the availability of raw materials from biomass and the specific features of the country's energy sector. The main factor is the availability of bioenergy technologies, so it is necessary to pay attention to access to networks and standardization of raw materials.

**Keywords:** energy, bioenergy, renewable energy sources, government support, tariff, technology, biomass.

Букетов University