

Шағын электр жөндеу кәсіпорындарында электр жөндеу шығындарын азайту

^{1*}САДЫКОВА Лязат Анатольевна, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, archisad@mail.ru,

¹УТЕМИСОВА Нуржүз Елеусизовна, магистр, аға оқытушы, nyrchi@mail.ru,

²ЕРМОЛЬЧИК Яна Игорьевна, магистр, аға оқытушы, yanateacher@mail.ru,

³ТРУШКИН Владимир Александрович, т.ғ.к., кафедра меңгерушісі, v.a.trushkin@mail.ru,

¹Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Н. Назарбаев даңғылы, 208,

²Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан көшесі, 51,

³Н.И. Вавилов атындағы Саратов мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей, Саратов, Театралдық алаңы, 1,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта электр техникалық қызметтердің электр жабдықтарын күрделі жөндеу бойынша жұмыс көлемі ұлғайып келеді. Күрделі жөндеудің бағалары, тарифтері мен ұйымдастырушылық қағидаттары, сонымен қатар шаруашылық жүргізу жағдайлары да түбегейлі өзгерді. Сондықтан электр жөндеу кәсіпорындарын (ЭЖК) жобалау үшін өткен ұсыныстар мен есептеу әдістерін тиімді пайдалану мүмкін емес. ЭЖК оңтайлы мөлшерлерін негіздеу және жөндеу процесінде, еңбек пен материалдық шығындарды оңтайлы үйлестіру есебінен ауыл шаруашылығында пайдаланылатын электр қозғалтқыштарын күрделі жөндеуге жұмсалатын шығындарды азайту қажет. Электр жабдықтарын күрделі жөндеудің ең аз құнын анықтауға мүмкіндік беретін электр жөндеу кәсіпорындарының ішкі параметрлерін оңтайландырудың математикалық моделі ұсынылған. Мақалада мәселелердің шешімдері сипатталған: күрделі жөндеудің құнын анықтайтын негізгі параметрлері анықталды; ЭЖК-ның оңтайлы радиусын есептеу әдістемесі жасалынды; электр жабдықтарын күрделі жөндеуге еңбек пен техникалық шығындардың оңтайлы үйлесімі негізделді; бастапқы ақпараттың белгісіздігін ескере отырып, ЭЖК-ның оңтайлы параметрлері анықталып; ұсынылған шешімдердің экономикалық тиімділігін бағаланды.

Кілт сөздер: электр жөндеу кәсіпорындары, күрделі жөндеу, оңтайландыру, матрица, оңтайлылық критерийі, сезімталдық коэффициенті, есептеу, параметрлер, критериялды талдау, техникалық ресурстар, мақсатты функция.

Кіріспе. Ауылшаруашылық кәсіпорындарында электр жабдықтарын күрделі жөндеуге деген қызығушылық күрт артады. Бұл, біріншіден, жаңа электр жабдықтары бағасының жоғары өсуіне (мысалы, электр қозғалтқыштарының бағасы 20-30 есе өсті), екіншіден, жабдықты ауданға жеткізуді қиындататын көлік қызметтеріне тарифтердің күрт өсуіне, үшіншіден, электр жабдықтарын резервтеуді ұйымдастырудың күрделілігіне байланысты.

Осылайша, ауыл шаруашылығын электрлендіру проблемаларының ішінде электр жабдықтарын күрделі жөндеу мәселесі бірінші орынға шықты. Ол күрделі жөндеуге қажеттіліктің артуы мен оны орындау мүмкіндігінің болмауы арасындағы қайшылықпен сипатталады. Бұл мүмкіндіктерді ашу үшін электр жөндеу кәсіпорындарының оңтайлы параметрлерін анықтау қажет [1].

Оңтайлылық критерийіне әсер ететін факторлар

Электр жабдықтарын күрделі жөндеудің минималды құнын анықтауға мүмкіндік беретін электр жөндеу кәсіпорындарының ішкі параметрлерін оңтайландырудың математикалық моделі ұсынылған.

Оңтайлылық критерийіне әсер ететін барлық факторлар екі топқа бөлінеді: сыртқы және ішкі. Сыртқы факторларға электр жөндеу кәсіпорының оңтайлы жылдық өндірістік бағдарламасын, қызмет көрсету радиусын, жөндеу қорының тығыздығын, көлік шығындары мен залалын анықтайтындар жатады. Ішкі тобына: орындаушылар саны, негізгі қорлардың құны, технологиялық құрастыру, техникалық жөндеу құралдары, жұмысшылардың энергетикалық тұрғыдан толық қамтамасыз етілуі. Ішкі факторлардың ішінде N_p орындаушыларының саны және олардың K_b техникалық жабдықталуы басқарылады. Олардың ұтымды қатынасы жөндеу құнын азайтуға мүмкіндік береді [2,3].

Қазіргі жағдайда электр жөндеу кәсіпорындарының мақсаты белгілі бір уақыт аралығында ең көп кіріс алу, яғни дисконтталған табыс. Математикалық модельдеуде критерий ретінде кірісті бірегей сипаттайтын жөндеу құнын пайдалану ыңғайлы.

Шаруашылық жүргізу жағдайлары түбегейлі өзгерді, күрделі жөндеудің бағалары, тарифтері мен ұйымдастырушылық қағидаттары өзгерді. Сондықтан электр жөндеу кәсіпорындарын жобалау үшін өткен ұсыныстар мен есептеу әдістерін тиімді пайдалану мүмкін емес.

Көптеген міндеттердің ішінде белгісіздік жағдайындағы міндеттер ерекше орын алады. Қатаң айтқанда, қазіргі жағдайдағы барлық техникалық және экономикалық міндеттер белгісіздік жағдайындағы міндеттер болып табылады.

Зерттеу әдістері. Электр жөндеу кәсіпорындарының оңтайлы мөлшерін негіздеу және жөндеу процесінде еңбек пен материалдық шығындардың оңтайлы үйлесуі арқылы ауыл шаруашылығында қолданылатын электр қозғалтқыштарын күрделі жөндеу шығындарын азайту.

Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттерді шешу қажет: күрделі жөндеудің өзіндік құнын айқындайтын ЭЖК басты параметрлерін айқындау; ЭЖК оңтайлы радиусын есептеу әдістемесін әзірлеу; электр жабдығын күрделі жөндеуге арналған Еңбек және техникалық шығындардың оңтайлы үйлесімін негіздеу; бастапқы ақпараттың белгісіздігін ескере отырып, ЭЖК оңтайлы параметрлерін айқындау; зерттеу нәтижелерін тексеру үшін ғылыми-өндірістік эксперимент жүргізу; ұсынылған шешімдердің экономикалық тиімділігін бағалау.

Ең тиімді критерийіне әсер ететін барлық факторлар екі топқа бөлінеді: сыртқы және ішкі. Сыртқы факторларға электр жөндеу кәсіпорының оңтайлы жылдық өндірістік бағдарламасын, қызмет көрсету радиусын, жөндеу қорының тығыздығын, көлік шығындары мен залалын анықтайтындар жатады. Ішкі санына: орындаушылар саны, негізгі қорлардың құны, технологиялық құрастыру, техникалық жөндеу құралдары, жұмысшылардың энергетикалық қарусыздануы. Ішкі факторлардың ішінде NP орындаушыларының саны және олардың Кб техникалық жабдықталуы басқарылады. Олардың ұтымды қатынасы жөндеу құнын азайтуға мүмкіндік береді [4].

Нәтижелер мен талқылаулар. Белгісіздіктерді есепке алу үшін бірнеше әдістер ұсынылған. Ең қарапайым, әдемі және талғампаз бұл В.А.Веников жасаған критериялды талдау. Ол оңтайлы пропорционалдылықты, техникалық-экономикалық тұрақтылықты және оңтайландыру нәтижелерінің сезімталдығын зерттеуге негізделген.

Оңтайлы пропорционалдылық мақсатты функцияның құрамдас бөліктері арасындағы оңтайлы қатынасты көрсетеді. Мұндай жалпыланған көрсеткіш, әдетте, бастапқы деректердің қатесіне байланысты емес және оңтайлы нәтиже-

лерді жүзеге асырудың өзіндік тәсілдерін табуға мүмкіндік береді [5].

Тұрақтылық басқарылатын фактордың оңтайлы мәннен ауытқуы кезінде оңтайлы аймақтағы мақсатты функцияның ауытқу дәрежесін сипаттайды. Бұл жағдайда электр жөндеу кәсіпорындарының (R_o) қызмет көрсету радиусы өзгерген кезде ең төменгі есептік шығындардың ($З_p$) өзгеруін көрсетеді. Егер R_o -дан радиустың үлкен ауытқулары $З_p$ -нің шамалы өсуіне әкелсе, онда R_o -ның кіші ауытқулары шығындардың үлкен өсуіне әкелетін кезде мақсатты функция экономикалық тұрғыдан тұрақты болып саналады, ал функция экономикалық тұрғыдан тұрақсыз. Зерттеу нәтижелері электр жөндеу кәсіпорындар параметрлерінің оңтайлы мәндерінің аралықтарында болуына мүмкіндік береді [6, 7].

Сезімталдық бастапқы деректер қатесінің оңтайландыру дәлдігіне әсерін сипаттайды. Бұл оңтайландырудың берілген дәлдігін қамтамасыз ету үшін бастапқы деректерді жинау қажет дәлдік дәрежесін анықтауға мүмкіндік береді.

Оңтайлы пропорционалдылықты анықтау кезінде шығындардың оңтайлы мәнінің үлесінде мақсатты функцияның әр компонентін анықтайтын ұқсастық критерийлері ұғымдары қолданылады.

Белгісіздік жағдайында мәселелерді шешу үшін келесі шарттарды орындау қажет:

- канондық түрге келтіру;
- ұқсастық өлшемдерін анықтау;
- оңтайландырылған параметрлерді анықтау;
- жөндеудің өзіндік құнының оңтайлы мәнін анықтау.

Оңтайландыру әр компоненттің үлесін se оңтайлы құнында бағалайтын ұқсастық критерийлерін енгізуден басталады C_o .

$$\pi_p = \frac{C_p}{C_o}, \pi_m = \frac{C_m}{C_o}, \pi_o = \frac{C_o}{C_o},$$

мұнда C_p, C_m, C_o – жөндеудің шартты бірліктеріндегі жөндеудің өзіндік құнын құрайтын мәндер (жалақы, материалдар және техникалық базаның құнынан аударымдар).

Критерийлерді есептеу үшін бастапқы теңдеудің сезімталдығын (дәреже көрсеткіштерін) есептеу матрицасы келесі схема бойынша жасалады: бағандар оңтайландырылған факторларды, ал жолдар теңдеулер терминдерін ескереді.

Мұнда r_p, r_m, r_o, v_o, v_m – сезімталдық коэффициенті (жалақы, жабдық және материалдар бойынша), n, k – еңбек және техникалық ресурстарды қамтамасыз ету индекстері.

Мұнда және одан әрі $r_m = 0$ қабылданады, өйткені орындаушылар санының өзгеруі материалдарды тұтынуға аздап әсер етеді.

Матрицаның детерминантын табыңыз:

$$\Delta = r_p v_m - r_o v_p + r_o v_m + r_p v. \quad (1)$$

Кері матрицаны табамыз:

Сезімталдықты есептеу матрицасы			
Атауы	Еңбек ресурстарының индексі (n*)	Техникалық ресурстар индексі (k*)	Оңтайлы құны (с)
Жалақы	+gr	-вр	-1
Материалдар	0	-вм	-1
Құрал-жабдықтар	-го	+во	-1

$$\|\Delta\| = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{21} & \Delta_{31} \\ \Delta_{12} & \Delta_{22} & \Delta_{32} \\ \Delta_{13} & \Delta_{23} & \Delta_{33} \end{vmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} B_M + B_O & -B_P + B_P & -B_M \\ r_O & -r_P + r_O & r_P \\ -r_O B_M + r_P & B_P - B_P r_O & -r_P B_M \end{vmatrix}.$$

Кері белгімен алынған соңғы жолдың элементтері ұқсастықтың қажетті өлшемдері болып табылады:

$$\pi_1 = \frac{r_O B_M}{\Delta}; \pi_M = \frac{(r_P B_O - r_O B_P)}{\Delta}; \pi_O = \frac{r_P B_M}{\Delta}. \quad (2)$$

Еңбек және техникалық ресурстардың оңтайлы мәндері:

$$N_{O_0} = \left(\left(\frac{\pi_P}{C_{PH}} \right)^{B_M + B_O} \left(\frac{\pi_M}{C_{MH}} \right)^{-B_P - B_O} \left(\frac{\pi_O}{C_{OH}} \right)^{B_P - B_M} \right)^{\frac{1}{\Delta}}, \quad (3)$$

$$K_{O_0} = \left(\left(\frac{C_{PH}}{\pi_P} \right)^{-r_P} \left(\frac{\pi_M}{C_{MH}} \right)^{-r_P - r_O} \left(\frac{C_{OH} \pi_O}{\pi_O} \right)^{r_P} \right)^{\frac{1}{\Delta}},$$

мұнда C_{PH}, C_{MH}, C_{OH} – жөндеудің өзіндік құнын құрайтын нормативтік мәндер (шартты бірліктер).

Басқару факторларының осындай мәндері кезінде өзіндік құнның ауыспалы бөлігі мынадай ең төменгі мәндерге ие болады:

$$C_0 = \left(\frac{C_{PH}}{\pi_P} \right)^{\pi_P} \left(\frac{C_{MH}}{\pi_M} \right)^{\pi_M} \left(\frac{C_{OH}}{\pi_O} \right)^{\pi_O}. \quad (4)$$

Алынған теңдеу ЭЖК-ны оңтайлы ұйымдастыру ережелерін анықтайды, ал олар үшін белгілі бастапқы мәліметтермен оңтайлы параметрлерді есептеуге болады.

Оңтайлы тәуелділіктерді талдау ЭЖК параметрлері мен бастапқы деректер арасындағы күрделі байланыстарды көрсетеді. Сезімталдық коэффициенттері үлкен мәнге ие. Олар бастапқы деректердің абсолютті мәндеріне тәуелді емес шығындардың оңтайлы пропорционалдылығын анықтайды.

Еңбек және материалдық ресурстармен қамтамасыз етудің оңтайлы мәндері сезімталдық коэффициенттеріне ғана емес, сонымен қатар шығындардың барлық компоненттерінің нормативтік мәндеріне де байланысты. Теңдеулердің құрылымы ресурстардың оңтайлы бөлінуі олардың өзара өтетін әсерін көрсетеді: техникалық ресурстардың сезімталдық коэффициенті неғұрлым жоғары болса, еңбек ресурстарының индексі соғұрлым жоғары болуы керек және керісінше. ЭЖК-ны оңтайлы құрудың басқа ерекшеліктерін

қосымша зерттеулер анықтай алады [8, 9].

Шығындарды есептеу кезінде қателік көзі баға мен жалақының тұрақсыздығы болып табылады. Бұл тұрақсыздықты ескеру үшін біз критериалды талдау әдісіне сәйкес пропорционалдылықты, тұрақтылықты және сезімталдықты талдаймыз.

Ұқсастық критерийлерін кеңейтілген түрде қайта жазамыз:

$$\left. \begin{aligned} \pi_P &= \frac{r_O B_M}{r_P B_M - r_O B_P + r_O B_M + r_P B_O} \\ \pi_M &= \frac{r_P B_O - r_O B_O}{r_P B_M - r_O B_P + r_O B_M + r_P B_O} \\ \pi_O &= \frac{r_P B_M}{r_P B_M - r_O B_P + r_O B_M + r_P B_O} \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Сезімталдық коэффициенттерінің мәндері статистикалық және эксперименттік мәліметтер бойынша одан әрі анықталатын болса да, қазір өлшемдердің әртүрлі факторларға тәуелділігін бағалауға болады. Ол үшін $r_P \approx B_M \approx 1,0$ анықтамасы бойынша, яғни жалақы мен жабдықтың шығындарының құрамдас бөліктері еңбек және техникалық ресурстардың индекстеріне тәуелді екенін ескеру қажет, $B_M \approx 0,5$; $r_P \approx B_P$ аралығында өзгереді. $r_P \approx B_P \approx 0,8$ мәнін қабылдаймыз.

Осы мәндер бойынша 1-суретте көрсетілген қисықтар салынған.

Бұл суреттен r_O және B_P өзгерістерінің кең ауқымында шығындар құрылымын жеткілікті тұрақты деп санауға болатындығын көруге болады – барлық компоненттер шамамен тең болуы керек. Еңбек ресурстары жабдықты неғұрлым тиімді ауыстырса (яғни, r_O -ны көбейту кезінде), жабдықтың құны соғұрлым көп болуы керек. Шағын r_O ($r_O < 0,3$) кезінде жабдықты еңбек ресурстарымен ауыстырудың бәсекелес әсері жоғалады. Тапсырма оңтайландыруды тоқтатады. Есептеу нормативтік әдістермен орындалуы тиіс [10].

Егер жөндеу өндірісін механикаландыру және электрлендіру жұмысшылардың санын едәуір босатса, онда шығындар құрылымында жалақы мен жабдыққа шығындар артуы керек.

$r_O = 0,8$ және $B_P = 1,0$ болған кезде $\pi_P \approx 0,36$; $\pi_M \approx 0,18$; $\pi_O \approx 0,45$ болуы керек.

Мақсатты функцияның тұрақтылығын зерттеу үшін теңдеудегі барлық тұрақты c_i –ді π өлшемдеріне, ал айнымалыларды салыстырмалы шамаларға ауыстыру қажет.

$$C^* = \pi_P (n^*)^{B_P} (k^*)^{B_P} + \pi_M (k^*)^{-B_M} \pi_O (n^*)^{r_O} (k^*)^{B_O}, \quad (6)$$

мұнда
$$n^* = \frac{n_o}{n_{o_0}}, k^* = \frac{k_o}{k_{o_0}}.$$

Сезімталдық коэффициенттерінің бұрын қабылданған мәндерін алайық $r_p = 1,0$; $v_p = 0,8$; $v_m = 0,5$; $r_o = 0,8$; $v_o = 1,0$, онда $\pi_p = 0,3$; $\pi_m = 0,28$; $\pi_o = 0,4$.

Нақтылаймыз $n^* = 1$ және өзгеруге төзімділікті зерттейміз k^* , содан кейін керісінше: $k^* = 1$; $c^* = f(n)$

$$C^*(k^*) = 0,3(k^*)^{-0,8} + 0,28(k^*)^{0,5} + 0,4(k^*)^1, \quad (7)$$

$$C^*(n^*) = 0,3(n^*)^1 + 0,28 + 0,4(n^*)^{-0,8}. \quad (8)$$

2-суретте осы теңдеулерден алынған жөндеу құны технологиялық жабдықтаудан гөрі жұмысшылар санының өзгеруіне экономикалық тұрғыдан төзімді екендігі байқалады.

Осылайша, орындаушылар санының оңтайлы 2 есе артуымен, өзіндік құнның ауыспалы бөлігінің салыстырмалы ұлғаюы 13%-ды құрайды, ал техникалық жарақтандыру үшін бұл өсім 38%-ды құрайды.

5% аймақ үшін тиімділікке тең параметрлердің рұқсат етілген ауытқулары $n^* = 0,66-1,5$, $k^* = 0,75-1,3$ құрайды. Бұл ЭЖК жобалау кезінде технологиялық жабдықты таңдау жұмысшылар

санын таңдаудан гөрі мұқият негіздеуді қажет етеді дегенді білдіреді.

Осыдан жөндеу кезінде қолданылатын техникалық құралдарды жетілдіру қажеттілігі туралы қорытынды шығады, өйткені олар айтарлықтай нәтиже алуға мүмкіндік береді [11, 12].

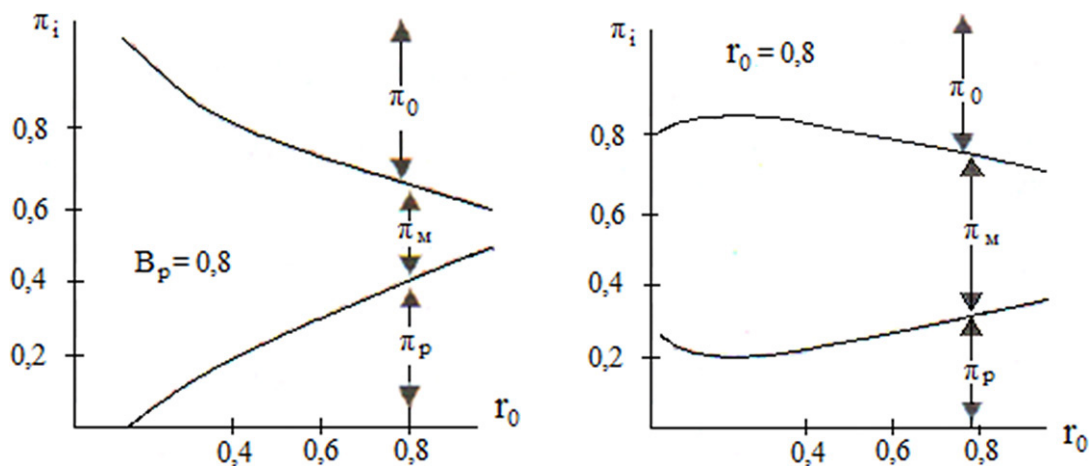
Сезімталдықты зерттеу үшін сезімталдық коэффициенттері мен π -өлшемдердің бұрын қабылданған мәнін сақтау. Содан кейін 3 және 4 теңдеулерден еңбек және техникалық ресурстардың оңтайлы мәндерін, өзіндік құнын аламыз:

$$n^* = \left(\frac{0,32}{C_{p+n}} \right)^{1,5} \left(\frac{0,28}{C_{m+n}} \right)^{-1,8} \left(\frac{0,40}{C_{o+n}} \right)^{0,3},$$

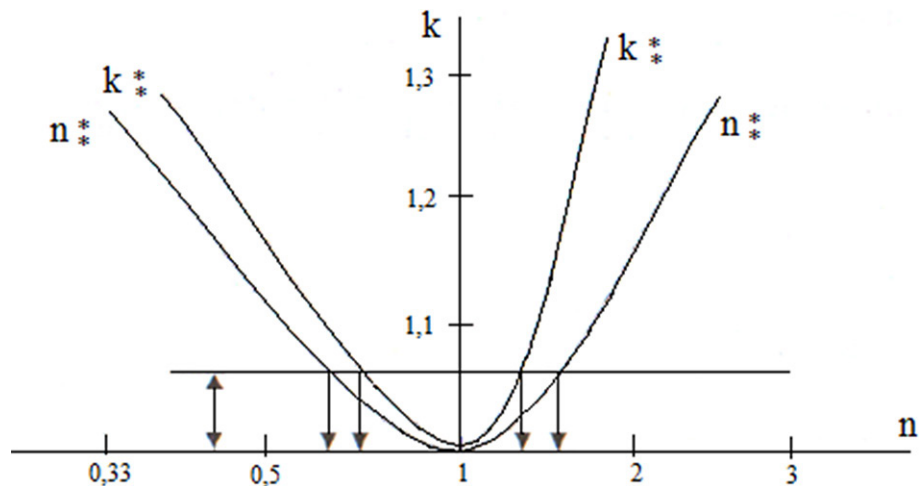
$$C^* = \left(\frac{C_{p+n}}{0,32} \right)^{-0,32} \left(\frac{C_{m+n}}{0,28} \right)^{-0,28} \left(\frac{C_{o+n}}{0,40} \right)^{0,4},$$

$$K^* = \left(\frac{C_{p+n}}{0,32} \right)^{-0,8} \left(\frac{C_{m+n}}{0,28} \right)^{-1,8} \left(\frac{C_{o+n}}{0,40} \right)^{1,0}.$$

Шағын электр жөндеу цехтарының оңтайлы параметрлерді есептеу жабдықты дұрыс таңдаудың маңызды экономикалық рөлін көрсетті. Техникалық ресурстармен оңтайлы қамтамасыз



1-сурет – π өлшемдердің сезімталдық коэффициенттеріне тәуелділігі



2-сурет – Жөндеу шығындарының тұрақтылық қисығы

етудің рұқсат етілген ауытқулары еңбек ресурстарымен қамтамасыз етуге қарағанда әлдеқайда аз [13].

Қорытынды: Ауылшаруашылық кәсіпорындарын электрлендірудің өсуі электр жабдықтарын күрделі жөндеудің өзектілігін жандандырды, өйткені агроөнеркәсіптік кешенде жаңа жабдықты жеткізуге қажетті қаржылық ресурстар жоқ. Орталықтандырылған жөндеудің шектеулі мүмкіндіктері, үлкен көлік шығындары және жабдықты жеткізудегі тоқтап қалу ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының электр қызметтерін шағын өндірістік бағдарламалары бар (шағын-ЭЖК) электр жөндеу цехтарын құруға мәжбүр етеді. Дәстүрлі нормативтік әдістемелер бойынша шағын электр жөндеу цехтарын жобалау оң нәтиже бермейді. Олардың параметрлерін оңтайландырудың өзекті ғылыми-техникалық міндеті туындады. Параметрлерді оңтайландырудың әдістемелік негізі олардың арасында «сыртқы» (қызмет көрсету аймағының радиусы және жылдық өндірістік бағдарлама) және «ішкі» (еңбек және техникалық ресурстармен қамтамасыз ету) болып табылады. «Сыртқы» параметрлердің оңтайлылығының өл-

шемі жөндеудің өзіндік құнын, көлік шығындарын және жөндеу кезінде тоқтап қалудан болатын залалды, ал «ішкі» – жөндеу құнының ауыспалы бөлігін қамтитын үлестік есептік шығындар болып табылады. Қызмет көрсету радиусының нормативтік өзіндік құнмен, технологиялық залалды қоса алғанда, көлік шығындарымен және жөндеу қорын орналастыру тығыздығымен сандық байланысы алынды. Анықталмаған факторларды есепке алу электр жөндеу цехтарын есептеу кезінде нормативтік өзіндік құнға бастапқы деректердің қателігі +10%-дан аспауы тиіс екенін көрсетті. Шағын электр жөндеу цехтарының өзіндік құнының «ішкі» параметрлерімен байланысын орнататын электр қозғалтқыштарын күрделі жөндеудің мақсатты функциясы ұсынылған. «Ішкі» параметрлердің оңтайлы мәндерін есептеу үшін теңдеулер алынды.

Электр жөндеу кәсіпорындарының статистикалық мәліметтеріне және өндірістік тексеру нәтижелеріне сүйене отырып, шағын электр жөндеу цехтарын оңтайландыру жөндеу құнын төмендетуге және жылдық экономикалық нәтиже алуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. М.: Высшая школа, 1984. С. 23-29.
2. Ерошенко, Г.П. Проблема живучести электрифицированных процессов в сельском хозяйстве / Г.П. Ерошенко, С.М. Бакиров // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 7.
3. Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования сельскохозяйственных предприятий: Учебник Мин. обр. / Г.П. Ерошенко, Н.П. Кондратьева. – М., Колос. – 2014. – 336 с.
4. Назарычев А.Н., Андреев Д.А. Методы и математические модели комплексной оценки технического состояния электрооборудования / Иваново, Иван. гос. энерг. ун-т, 2005. – С. 224.
5. Советов Б.Я. Моделирование систем: Практикум / Б.Я. Советов, С.Я. Яковлев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2012. – 295 с.
6. Волков А.А., Седов А.В. Математическое моделирование процессов автоматизации проектирования инженерных систем зданий и сооружений // Вестник МГСУ. – 2011. – №5. – С. 335-339.
7. Дмитриев Д.М., Третьякова Н.В. // Математическое моделирование как способ оптимизации использования ресурсного потенциала сельхозпредприятия // Сборник статей по материалам 74-й научно-практической конференции. Краснодар, 2019. – С. 405-408.
8. Жаксылыков Е.К. Анализ современных методов и программных средств автоматизированного анализа объекта проектирования // Молодой ученый. – 2016. – № 25 (129). – С. 30-32.
9. Петракова Н.В., Тенютин М.Ю. Моделирование работы сети электроснабжения // Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК: Сборник материалов международной научно-практической конференции / Под общ. ред. Маркарянц Л.М. – Брянск, 2011. – С. 129-134.
10. Кондратенко Л.Н., Шубенина Е.И. Экономико-математические методы вычислений в задачах сельского хозяйства // Приднепровский научный вестник. – 2019. Т. 8. № 2. – С. 7-10.
11. Павлова Е.С. Математическое моделирование технических объектов // Карельский научный журнал, 2014. – № 4. – С. 176.
12. Петракова Н.В. Основы математического моделирования. Модели. Методы. Примеры. – Брянск, 2011. – 162 с.
13. Электронные библиотечные системы «Лань» – <http://e.lanbook.com/>.

Метод снижения затрат на ремонт электрооборудования на мини-электроремонтных предприятиях¹*САДЫКОВА Лязат Анатольевна, к.т.н., ассоциированный профессор, archisad@mail.ru,¹УТЕМИСОВА Нуржуз Елеусизовна, магистр, старший преподаватель, nyrchi@mail.ru,²ЕРМОЛЬЧИК Яна Игорьевна, магистр, старший преподаватель, yanateacher@mail.ru,³ТРУШКИН Владимир Александрович, к.т.н., зав. кафедрой, v.a.trushkin@mail.ru,¹Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Казахстан, Уральск, пр. Н. Назарбаева, 208,²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51,³Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия, Саратов, Театральная площадь, 1,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В настоящее время увеличились объёмы работ по капитальному ремонту электрооборудования электротехническими службами. Принципиально изменились условия хозяйствования, изменились цены, тарифы и организационные принципы капитального ремонта. Поэтому прошлые рекомендации и методы расчёта нельзя эффективно использовать для проектирования электроремонтных предприятий (ЭРП). Необходимо снижение затрат на капитальный ремонт электродвигателей, используемых в сельском хозяйстве, за счёт обоснования оптимальных размеров ЭРП и оптимального сочетания трудовых и материальных затрат в процессе ремонта. Предложена математическая модель оптимизации внутренних параметров электроремонтных предприятий, позволяющая определить условия наименьшей себестоимости капитального ремонта электрооборудования. В статье описаны решения задач: выделили главные параметры ЭРП, определяющие себестоимость капитального ремонта; разработали методику расчёта оптимального радиуса ЭРП; обосновали оптимальное сочетание трудовых и технических затрат на капитальный ремонт электрооборудования; определили оптимальные параметры ЭРП с учётом неопределённости исходной информации; оценили экономическую эффективность предлагаемых решений.

Ключевые слова: электроремонтные предприятия, капитальный ремонт, оптимизация, матрица, критерий оптимальности, коэффициент чувствительности, расчет, параметры, критериальный анализ, технические ресурсы, целевая функция.

A Method of Reducing Repair Costs Electrical Equipment in Mini Electrical Repair Shops Enterprises¹*SADYKOVA Lyazat, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, archisad@mail.ru,¹UTEMISOVA Nurzhuz, master, Senior Lecturer, nyrchi@mail.ru,²ERMOLCHIK Yana, master, Senior Lecturer, yanateacher@mail.ru,³TRUSHKIN Vladimir, Cand. of Tech. Sci., Head of Department, v.a.trushkin@mail.ru,¹West Kazakhstan University of Innovation and Technology, Kazakhstan, Oral, N. Nazarbayev Avenue, 208,²Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Kazakhstan, Oral, Zhangir Khan Street, 51,³Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia, Saratov, Theater Square, 1,

*corresponding author.

Abstract. Currently, the volume of work on the overhaul of electrical equipment by electrical services has increased. The economic conditions have changed fundamentally, prices, tariffs and organizational principles of capital repairs have changed. Therefore, past recommendations and calculation methods cannot be effectively used for the design of electrical repair enterprises (ERP). It is necessary to reduce the cost of major repairs of electric motors used in agriculture by justifying the optimal size of ERP and the optimal combination of labor and material costs in the repair process. A mathematical model of optimization of internal parameters of electrical repair enterprises is proposed, which allows determining the conditions of the lowest cost of capital repairs of electrical equipment. The article describes the solutions to the problems: identified the main parameters of the ERP that determine the cost of capital repairs; developed a methodology for calculating the optimal radius of the ERP; justified the optimal combination of labor and technical costs for the overhaul of electrical equipment; determined the optimal parameters of the ERP, taking into account the uncertainty of the initial information; evaluated the economic efficiency of the proposed solutions.

Keywords: electrical repair enterprises, major repairs, optimization, matrix, optimality criterion, sensitivity coefficient, calculation, parameters, criteria analysis, technical resources, objective function.

REFERENCES

1. Venikov V.A. Teorija podobija i modelirovanija. Moscow: Vysshaja shkola, 1996. pp. 23-29.
2. Eroshenko, G.P. Problema zhivuchesti jelektrificirovannyh processov v sel'skom hozjajstve / G.P. Eroshenko, S.M. Bakirov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2017. – No. 7.
3. Eroshenko G.P. Jekspluatacija jelektooborudovanija sel'skoho hozjajstvennyh predpriyatij: Uchebnik. Min. obr. / G.P. Eroshenko, N.P. Kondrat'eva. – Moscow, Kolos. – 2014. – 336 p.
4. Nazarychev A.N., Andreev D.A. Metody i matematicheskie modeli kompleksnoj ocenki tehničeskogo sostojanija jelektooborudovanija / Ivanovo, Ivan. gos. jenerg. un-t, 2005. – p. 224.
5. Sovetov B.Ja. Modelirovanie system: Praktikum / B.Ja. Sovetov, S.Ja. Jakovlev. – 4 izd., pererab. i dop. – Moscow: Jurait, 2012. – 295 p.
6. Volkov A.A., Sedov A.V. Matematicheskoe modelirovanie processov avtomatizacii proektirovanija inženernyh sistem zdaniy i sooruzhenij // Vestnik MGSU. – 2011. – No. 5. – pp. 335-339.
7. Dmitriev D.M., Tret'jakova N.V. // Matematicheskoe modelirovanie kak sposob optimizacii ispol'zovanija resursnogo potenciala sel'hozpredpriyatija // Sbornik statej po materialam 74-j nauchno-praktičeskoj konferencii. Krasnodar, 2019. – pp. 405-408.
8. Zhaksylykov E.K. Analiz sovremennyh metodov i programnyh sredstv avtomatizirovannogo analiza ob#ekta proektirovanija // Molodoj uchenyj. – 2016. – No. 25 (129). – pp. 30-32.
9. Petrakova N.V., Tenjutin M.Ju. Modelirovanie raboty seti jelektronsnabzhenija // Problemy jenergoobespečenija, informatizacii i avtomatizacii, bezopasnosti i prirodopol'zovanija v APK: Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii / Pod obshh. red. Markarjanc L.M. – Brjansk, 2011. – pp. 129-134.
10. Kondratenko L.N., Shubenina E.I. Jekonomiko-matematicheskie metody vychislenij v zadachah sel'skogo hozjajstva // Pridneprovskij nauchnyj vestnik. – 2019. T. 8. No. 2. – pp. 7-10.
11. Pavlova E.S. Matematicheskoe modelirovanie tehničeskikh ob#ektov // Karel'skij nauchnyj zhurnal, 2014. – No. 4. – p. 176.
12. Petrakova N.V. Osnovy matematičeskogo modelirovanija. Modeli. Metody. Primery. – Brjansk, 2011. – 162 p.
13. Elektronnye bibliotēchnye systemy Lan – <http://e.lanbook.com/>.