

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/PXLE1275>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/YIYP8343>

***Ә. О. Юсупова¹, А. О. Потапенко², Д. М. Рахимбердинова³, Е. Н. Колесников⁴**

^{1,2,3,4}Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5516-3024>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9523-5333>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2985-9498>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2334-5146>

*e-mail: aselasp@mail.ru

ӨЛШЕУ ТҮРЛЕНДІРГІШІНІҢ ЭЛЕКТР СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН МОДЕЛЬДЕУ

Қазіргі заманғы айналмалы электр машиналары электр энергетикасында энергия түрлерін түрлендірудің негізгі жетектері ретінде кеңінен қолданылады. Ұсынылған жұмыста электр машиналары роторының эксцентриситетін диагностикалау үшін жалпақ электродтары бар өлшеу түрлендіргішінің сыйымдылығын модельдеу және анықтау жүргізілді. Өндірісте диагностика үшін өлшеу түрлендіргіштері кеңінен қолданылады, олардың арасында сыйымдылықты өлшеу түрлендіргіштері маңызды орын алады. Түрлендіргіштердің кез-келген түрін пайдалану қуат схемасына қосылуды қамтамасыз етеді. Мақалада егжей-тегжейлі талдау және өлшеу түрлендіргіштерінің сыйымдылығын өлшеудің ең қолайлы схемасын одан әрі таңдау үшін қолданыстағы түрлендіру және өлшеу өлшеу тізбегінің конструкциялары қарастырылады. Диагностика жүйесінің арнайы талаптарына жауап беретін диагностикалық құрылғының қолданыстағы блок-схемаларына сәйкес жоғары жиілікті генератор, өлшеу көпірінен алынған өлшеу тізбегі және генератордың резонанстық жиілігіне реттелген жолақты өткізгіш сүзгі, сондай-ақ тұрақтандырылған тұрақты кернеудің дербес көзі диагностикалық жүйенің элементтері болып табылады. Өлшеу схемасындағы қарай ауа саңылауының қозғалысын түрлендіру ең қарапайым және қолайлы түрлендіру болып табылады, мұнда міндет тек өлшеу органының инсульт шамасын қашықтықтан өлшеуге дейін азаяды, соңғысын талдау арқылы өлшеулер жүргізуге солай болады.

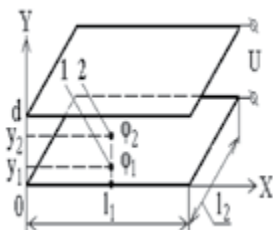
Кілтті сөздер: сыйымдылықты өлшеу түрлендіргіштері, ауа саңылауы, ротордың эксцентриситеті, өлшеу схемасы, көпір тізбектері, өлшеу схемаларын талдау.

Кіріспе

Электр энергетикасында, мысалы, электр машиналарын (ЭМ) диагностикалау кезінде олардың қарапайымдылығы мен сенімділігіне байланысты электр машиналары элементтерінің қозғалысын өлшеу сыйымдылықты өлшеу түрлендіргіштері арқылы жүзеге асырылатын әдістер барған сайын танымал бола бастады [1, 117-б.]. Өздеріңіз білетіндей [2, 7-б.], бұл түрлендіргіштердің сыйымдылығының өзгеруі машинаның бақыланатын элементін жылжыту арқылы ғана емес, оны білікке айналдыру арқылы да болуы мүмкін. Мұның ең жарқын мысалы-жұмыс кезінде ротордың эксцентриситетін өлшеу, электродтардың біреуі тұрақты геометриялық өлшемдерге ие, ал екіншісі ротордың айналмалы тісті өзегінің бетімен ұсынылған кезде.

Материалдар мен әдістері

Осыған байланысты ротордың айналу процесінде өлшеу түрлендіргішінің сыйымдылығы мезгіл-мезгіл өзгеріп отырады және ротордың эксцентриситетін диагностикалау құралдарын әзірлеу ротордың ЭМ жағдайына байланысты осы сыйымдылықты модельдеусіз мүмкін болмайды. Өздеріңіз білетіндей [3, 5–7-бб.; 4, 271–б.; 5, 10–б.], электродтардың әртүрлі формалары бар сыйымдылықты анықтаудың көптеген әдістері бар. Алайда, олардың талдауы олардың кейбіреулерін есептеу техникасын қолданған кезде де жүзеге асыру өте қиын екенін көрсетті. Басқалары электрод бетінің ерекше жағдайларын ғана қарастыруға мүмкіндік береді. Қалғандары қажетті дәлдікті қанағаттандырмайды [6, 595-б.]. Осыған байланысты еркін пішінді электродтардың екі с электр сыйымдылығын келесідей анықтау ұсынылады.



1 – сурет электродтар арасындағы сыйымдылық зарядының таралуы

Сәйкес [3, 17-б.] Осы конденсатордың екі электродының арасындағы кез келген нүктедегі электростатикалық потенциалдық өрістің кернеулігі тұрақты шама болып табылады. Осыған байланысты және 1-сурет.

$$E = \frac{U}{d} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{y_2 - y_1} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta y}, \quad (1)$$

мұндағы φ_1 және φ_2 және – конденсатордың төменгі пластинасына қатысты 1 және 2 нүктелердегі электростатикалық өрістің потенциалдары; y_1 және y_2 – 1 және 2 нүктелерінің координаттары; U және d – конденсатордың электродтары арасындағы кернеу мен қашықтық. Содан кейін (1) теңдеудің арақатынасын ескере отырып, жазық конденсатордың сыйымдылығын анықтау үшін эмпирикалық тәуелділікті қолдануға болады

Содан кейін (1) теңдеудің арақатынасын ескере отырып, жазық конденсатордың сыйымдылығын анықтау үшін эмпирикалық тәуелділікті қолдануға болады

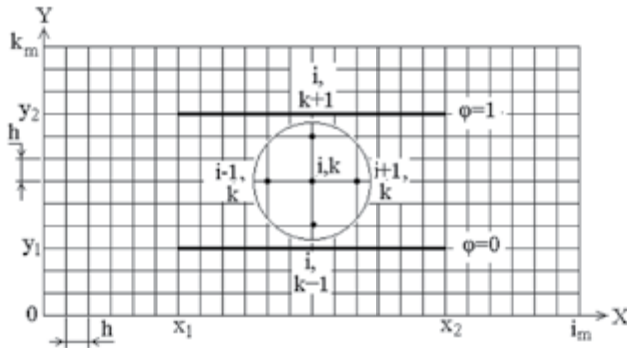
$$C = \varepsilon_0 l_1 l_2 \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{y_2 - y_1} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta y}, \quad (2)$$

мұндағы l_1 және l_2 және – конденсатор электродтарының ені мен ұзындығы.

Конденсатордың электростатикалық өрісі потенциалды болғандықтан және электр өрісінің бос көздері болмағандықтан, 1-суреттегі схеманы ескере отырып және [6, 699-б.: 7, 15-б.] оны сипаттау үшін Лаплас теңдеуі қолданылады.

$$C = \varepsilon_0 l_1 l_2 \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{y_2 - y_1} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta y}. \quad (3)$$

Талдаудан [6, 585-б.] электродтардың күрделі түрінде (3) теңдеуді тікелей шешу арқылы аналитикалық өрнекті алу қиын, кейде шешілмейтін мәселе болып көрінетіні анық. Сонымен қатар, бұл тәртіпті жеткілікті түрде басқаруға мүмкіндік беретіні белгілі [6, 698-б.].



2 – сурет есептеу схемасы

Өлшеу түрлендіргішінің электродтары арасындағы электростатикалық өрісті модельдеу үшін тор әдісін қолданған кезде зерттелетін аймақ 2-суретте көрсетілгендей жағы бар төртбұрышты жасушаларға бөлінеді. Бұл жағдайда қатардағы және бағандағы жасушалар саны сәйкесінше k_m және i_m -ге тең қабылданады. Шекаралық шарттар ретінде өлшеу түрлендіргішінің электродтарының потенциалдары қабылданады. Іске асырудың қарапайымдылығы үшін жоғарғы электродтың потенциалы бір, ал төменгі электродтың потенциалы нөлге тең деп қабылданады. Бұл жағдайда 2-суреттегі I, k түйіні үшін Пуассон (3) теңдеуінің ішінара туындылары өрнектермен ауыстырылады.

$$\frac{\partial^2 \varphi_x}{\partial y^2} \approx \frac{\varphi_{x(i,k+1)} - 2\varphi_{x(i,k)} + \varphi_{x(i,k-1)}}{h^2} ; \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi_x}{\partial z^2} \approx \frac{\varphi_{x(i+1,k)} - 2\varphi_{x(i,k)} + \varphi_{x(i-1,k)}}{h^2}.$$

Нәтижесінде i, k түйінінде потенциал

$$\varphi_{x(i,k)} = \frac{1}{4} (\varphi_{x(i+1,k)} + \varphi_{x(i-1,k)} + \varphi_{x(i,k+1)} + \varphi_{x(i,k-1)}) \quad (5)$$

Бұл жүйе компьютерде итерация әдісі бойынша шешіледі, ол төменгі сол жақ бұрыштан, содан кейін жоғарғы оң жақ бұрыштан есептеуді қамтамасыз етеді, әр итерациядан кейін шекаралық шарттар жаңартылып, қайта қабылданады. Итерациялар саны ең аз қателіктерге жету үшін таңдалады.

Өздеріңіз білетіндей [7, 117-б.], екі электродтың сыйымдылығын келесідей анықтауға болады

$$C = \varepsilon \varepsilon_0 S / d = \varepsilon \varepsilon_0 h l / d, \quad (6)$$

мұндағы l және h – электродтың ұзындығы мен ені.

Осылайша, сыйымдылық тақталары арасында электрлік потенциал өрісі пайда болады. Осы потенциалды есептеу үшін қарастырылған тор әдісін қолдануға болады. Демек, тор әдісімен сыйымдылықты есептеу үшін (2)-(4) өрнегін ескере отырып, келесі эмпирикалық формуланы қолдануға болады. Соңғы геометриялық бөлімдердің екі электродтары бар сыйымдылықты түрлендіргішке арналған сыйымдылық

$$C = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) U \varepsilon \varepsilon_0 S}{\Delta h} \quad (7)$$

Содан кейін (7) ескере отырып, өрнектер (5-6) форманы алады

$$U = \frac{\varphi_{x(i+1,k)} - \varphi_{x(i,k)}}{h} d \quad (8)$$

h – 2-суретке сәйкес таңдалған тор әдісіне сәйкес бір ұяшықтың ұзындығы мен ені.

$$C = \frac{(\varphi_{x(i+1,k)} - \varphi_{x(i,k)}) \varepsilon_0 S}{\Delta h} \quad (9)$$

Сонымен қатар, өрнектегі потенциалдар айырмасы (9) шекаралық шарттармен анықталады, ал шама сыйымдылық түрлендіргішінің сенсорының платиналары арасындағы кернеуді білдіреді. (9) теңдеуді тікелей шешуге болады, мысалы, компьютерлерді қолдана отырып, Гаусс әдісі бойынша.

Нәтижелер және талқылау

Сыйымдылықты дәстүрлі түрде анықтайтын (7) математикалық өрнектен көрініп тұрғандай [8, 133-б.], пластиналардың тұрақты шамасында конденсатордың сыйымдылығы пластиналар арасындағы қашықтыққа байланысты, яғни Өлшемдері 1-кестеде келтірілген ауа саңылауының шамасымен анықталады. Берілген тапсырмаға сәйкес электродтар арасындағы электр өрісінің потенциалдары арқылы модельдеу арқылы эксперименттік жолмен алынған есептік өрнек (9) уақыт бойынша өзгеретін электродтары бар өлшеу түрлендіргішінің сыйымдылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Кесте 1–ЭМ – дегі ауа саңылауларының шамасы

Айналу жиілігі, айн / мин	Саңылау, мм, қозғалтқыш қуаты кезінде, кВт							
	До 0,2	0,2-1	1-2,5	2,5-5	5-10	10 - 20	20-50	50-100
500-1500	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,4	0,5	0,65
3000	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,65	0,8	1

Модельдің сәйкестігін тексеру үшін 3 – суретте көрсетілгендей жазық тұрақты пішінді электродтары бар жалпақ өлшеу түрлендіргішін тексеру құралы ретінде алыңыз, екі жолмен-алынған өрнек (10) және классикалық өрнек (7).

Қабылданған модельге сәйкес, қабылданған әдіс тор әдісі екенін ескере отырып, ұшықтар саны, біз ыңғайлы болу үшін $im=11$ -ге тең боламыз және электродтардың барлық мәндері мен геометриялық параметрлерін торлар санында білдіреміз. Сонымен, $im\Delta = l$ электродтың ұзындығы шартты түрде бірлікке тең болады.

Электродтардың электр өрісін есептеу аймағының бүкіл еніне модельдеу және осы электродтардың сыйымдылығын есептеу, сондай-ақ осы сыйымдылықтың шамасын Turbo Basic бағдарламасында классикалық формула бойынша алынған сыйымдылықпен салыстыру. Электрод 1 қозғалыссыз, сондықтан оның бүкіл бетіндегі потенциал бірлікке тағайындалады, электрод 2, өз кезегінде, оның астындағы өріс сияқты, нөлге тең потенциалға ие. Осылайша, электр өрісі 2-суретте көрсетілгендей d қашықтық аймағында есептеледі, а. Есептеулер кезінде мынадай жорамалдар қабылданады:

1 Біз шартты түрде 1-суретте көрсетілген шеткі қосымша контейнерлерді елемейміз

2 Сондай-ақ, біз олардың шамалы мөлшеріне байланысты сымдар мен ЭМ бөліктерінің бетінен қосымша ыдыстарды ескермейміз.

Электродтардың әртүрлі формалары бар сыйымдылықты есептеудің бірнеше мысалын қарастырыңыз.

Шамасы үшін біз 0,01 м аламыз.

эксцентриситета ротора электрической машины / Материалы международной конференции «17 Сатпаевские чтения», том 19, с. 133–138.

7 **Novozhilov, A., Yussupova A., Assainov, G., Novozhilov, T., Manukovsky, A.** Sources of independent power supply for protection relay/ *Przegląd Elektrotechniczny*, № 5, 2018, P. 23–26.

8 **Novozhilov, A., Yussupova A., Novozhilov, T, A.** A Device for Determining the Rotor Eccentricity of Rotating Electric Machines. *Russian Electrical Engineering*, № 2, P. 32–35

9 **Novozhilov, A., Yussupova A., Novozhilov, T, A.** Determining the Displacement of the Rotor Shaft in an Electrical Machine. *Russian Engineering Research*, 2019, No. 10, P. 827–830. Allerton Press, Inc., 2019.

10 **HuT, H. L., XuS, M., Hui, E.** A high-accuracy, high-speed interface circuit for differential-capacitance transducer. / [Sensors and Actuators A: Physical. Volume 125, Issue 2](#), 10 January 2006, P. 329–334.

REFERENCES

1 **Ivanov-Smolensky, A. V.** *Electrichekieskie mashini.* [Electric machines.] [Text]/ Ivanov-Smolensky A.V. – Moscow: Energiya, 1980 – 909 p.

2 **Novozhilov, A. N., Yussupova, A. O., Potapenko, A. O.** Metod modelirovaniya electrichekieskoi emkosti izmeritelnogo preobrazovatelya. [Method of modeling the electrical capacitance of a measuring converter] [Text]/ The journal «Bulletin of Mechanical Engineering», Novozhilov A.N., Yusupova A.O., Potapenko A.O. No. 9, 2021, Moscow.

3 **Novozhilov, A., Potapenko A., Novozhilov. T.** [Simulation of voltage on the stator winding terminals of induction motor with imposed short-circuit winding of rotor] [Text]/ «Applied Mechanics and Materials». Novozhilov, A., Potapenko A., Novozhilov. Vol. 792 – 2015 – 5 p.

4 **Novozhilov, A., Potapenko A., Novozhilov. T.** [Process Simulation in Induction Motor where Short-Circuit Rotor Bar is Failed during Run-down Regime] [Text]/ *Przegląd elektrotechniczny*. Novozhilov, A., Potapenko A., Novozhilov. ISSN 0033-2097, R. 94 NR 6/2018

5 **Novozhilov, A. N., Yussupova, A. O., Novozhilov, T. A.** Vibor metoda viyavleniya exentrisiteta rotora electrichekieskoi mashini. [The choice of a method for detecting the eccentricity of the rotor of an electric machine] [Text]/ *Bulletin of PSU*. No. 4. A.N. Novozhilov, A.O. Yusupova, T.A. Novozhilov. *Energy Series – Pavlodar*, 2016, P. 117 – 126.

6 **A Novozhilov, A. N., Yussupova, A. O., Novozhilov, T. A.** Vibor tipa emkostnogo izmeritelnogo preobrazovatelya dlya diagnostiki exentrisiteta rotora electrichekieskoi mashini. [Selection of the type of capacitive measuring transducer

for the diagnosis of the eccentricity of the rotor of an electric machine] [Text]/ Materials of the international conversion «A. N. Novozhilov, A. O. Yussupova, T.A. Novozhilov. 17 Satpayev readings», volume 19, P. 133–138.

7 **Novozhilov, A., Yussupova A., Assainov, G., Novozhilov, T., Manukovsky, A.** [Sources of independent power supply for protection relay] [Text]/ Przeglad Elektrotechniczny, Novozhilov, A., Yussupova A., Assainov, G., Novozhilov, T., Manukovsky, A. № 5, 2018, P. 23–26.

8 **Novozhilov, A., Yussupova A., Novozhilov, T, A.** [A Device for Determining the Rotor Eccentricity of Rotating Electric Machines]. [Text]/ Russian Electrical Engineering, Novozhilov, A., Yussupova A., Novozhilov, T, A., № 2, P. 32–35

9 **Novozhilov, A., Yussupova A., Novozhilov, T, A.** [Determining the Displacement of the Rotor Shaft in an Electrical Machine]. [Text]/ Russian Engineering Research, 2019, No. 10, P. 827–830. Novozhilov, A., Yussupova A., Novozhilov, T, A. Allerton Press, Inc., 2019.

10 **HuT, H. L., XuS, M., Hui, E.** [A high-accuracy, high-speed interface circuit for differential-capacitance transducer]. [Text]/ [Sensors and Actuators A: Physical](#). H.L.HuT, M.XuS, E.Hui. [Volume 125, Issue 2](#), 10 January 2006, P. 329–334.

11.12.24 ж. баспаға түсті.

20.01.25 ж. түзетулерімен түсті.

10.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

**А. О. Юсупова¹, А. О. Потапенко², Д. М. Рахимбердинова³*

Е. Н. Колесников⁴

^{1,2,3,4}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

Поступило в редакцию 11.12.24

Поступило с исправлениями 20.01.225

Принято в печать 10.03.25

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Современные вращающиеся электрические машины широко используются в электроэнергетике в качестве основных приводов для преобразования видов энергии. В предложенной работе проведено моделирование и определение емкости измерительного преобразователя с плоскими электродами для диагностики эксцентриситета Ротора электрических машин. В производстве

для диагностики широко используются измерительные преобразователи, среди которых важное место занимают емкостные измерительные преобразователи. Использование любого типа преобразователей обеспечивает подключение к схеме питания. В статье рассматриваются конструкции существующих схем преобразования и измерения для детального анализа и дальнейшего выбора наиболее подходящей схемы измерения емкости измерительных преобразователей. В соответствии с действующими блок-схемами диагностического устройства, отвечающими специальным требованиям диагностической системы, элементами диагностической системы являются высокочастотный генератор, измерительная цепь, полученная от измерительного моста, и полосовой проводящий фильтр, настроенный на резонансную частоту генератора, а также самостоятельный источник стабилизированного постоянного напряжения. Преобразование движения воздушного зазора в измерительной схеме является самым простым и приемлемым преобразованием, где задача сводится только к дистанционному измерению величины хода измерительного органа, измерения можно проводить путем анализа последнего.

Ключевые слова: Емкостные измерительные преобразователи, воздушный зазор, эксцентриситет ротора, схема измерения, мостовые схемы, анализ схем измерения.

*A.O. Yussupova¹, A.O. Potapenko², D. M. Rakhimberdinova³,
E. N. Kolesnikov⁴

^{1,2,3,4}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Received 11.12.24

Received in revised form 20.01.25

Accepted for publication 10.03.25

MODELING OF THE ELECTRIC CAPACITY OF THE WORKER

Modern Rotary electric machines are widely used in the electric power industry as the main drives for converting types of energy. In the presented work, modeling and determination of the capacitance of a measuring transducer with flat electrodes was carried out to diagnose the eccentricity of the rotor of electric machines. In production, measuring transducers are widely used for diagnostics, among which capacitive measuring transducers occupy an important place. The use of any type of

converters provides connection to the power circuit. The article discusses the existing conversion and measurement circuit designs for a detailed analysis and further selection of the most suitable scheme for measuring the capacity of measuring transducers. According to the existing block diagrams of the diagnostic device, which meet the special requirements of the diagnostic system, a high-frequency generator, a measuring circuit from a measuring Bridge and a band-pass filter tuned to the resonant frequency of the generator, as well as an independent source of stabilized constant voltage, are elements of the diagnostic system. The conversion of the movement of the air gap in the measurement scheme is the simplest and most acceptable conversion, where the task is reduced only to remote measurements of the stroke value of the measuring body, measurements can be made by analyzing the latter.

Keywords: capacitive measuring transducers, air gap, rotor eccentricity, measurement scheme, bridge circuits, analysis of measurement schemes.

Теруге 10.03.2025 ж. жіберілді. Басуға 28.03.2025 ж. қол қойылды.
Электронды баспа
29.9 Мб RAM
Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Тапсырыс №4358

Сдано в набор 10.03.2025 г. Подписано в печать 28.03.2025 г.
Электронное издание
29.9 Мб RAM
Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова
Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас
Заказ № 4358

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
Торайғыров университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
E-mail: kereku@tou.edu.kz
www.vestnik-energy.tou.edu.kz