

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2023)

---

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано  
Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/UAET1531>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,342**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**\*B. K. Shaimardanova<sup>1</sup>, R. V. Subach<sup>2</sup>, A. D. Kishkunov<sup>3</sup>,  
T. K. Zhukenov<sup>4</sup>, R. K. Amanzholov<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Higher College of Electronics and Communications, Pavlodar, Kazakhstan

\*e-mail: [Shandakbaeva@bk.ru](mailto:Shandakbaeva@bk.ru)

## **THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE FATIGUE RESISTANCE OF THE GONDOLA WAGON BODY**

*In this paper, the issue of performing strength calculations is considered, the object of the study are the bodies of freight railway gondola wagons.*

*An algorithm has been developed for modeling the processes of interaction of gondola wagons to assess the fatigue strength of the structure under the action of longitudinal loading. Controlled operational tests based on constant monitoring of the use and change of the technical condition of gondola wagons; intermediate and annual full-scale survey with measurements of the values characterizing the condition of the basic units and parts of wagons; generalizations, working out the technical conclusion - allow us to solve the issues raised and, first of all, confirm the correctness of the numerical values of the inter-repair standards.*

*The accumulated experience of examining the technical condition of freight gondolas during commission inspections and analyzing the data obtained made it possible to clarify and supplement the instructions for the operation and maintenance of gondolas. The solution of the problem is reduced to determining the calculated values of the stress amplitudes in each interval of the longitudinal forces. This is possible only as a result of solving the problem of dynamic calculation of the body of a freight railway gondola.*

*The presented algorithms make it possible to calculate, and also to design the bodies of gondola wagons, to make changes to the instructions for the production and repair of freight wagons.*

*Keywords: gondola wagon, fatigue, loading, dynamic stress, calculating.*

### **Introduction**

Experience in the operation of rolling stock shows that a significant part of the details of wagons is damaged due to stresses that occur during dynamic loads. Therefore, there is a need to study the dynamic loading in the calculation of wagons.

Dynamic loading of wagons is understood in the broad sense of the word, i.e. in the sense of not only determining dynamic stresses, but also all other dynamic characteristics (amplitudes and frequencies of movements and accelerations). In many studies, it has been revealed that if the frequencies and amplitudes of dynamic movements are known, then it is easy to perform calculations to determine the dynamic stresses of parts and assemblies of wagons [1].

As a rule, the absolute majority of wagon designs are designed on the basis of static calculation, taking into account the maximum coefficient of dynamics. With this

approach, the vibration stresses arising in the structure, as well as the frequencies and forms of vibrations of the structural elements remain unexplored.

Analysis of the technical condition of freight wagons shows that the structure of the gondola car body works under conditions of prolonged and intense exposure to dynamic loads. The process of gradual accumulation of damage in the material of parts under the influence of variable stresses, leading to a change in the properties of the material, the formation, development of cracks and destruction of the part is called material fatigue.

**Materials and methods**

Fatigue refers to the property of a material to collapse after repeated exposure to alternating stresses. The ability of the material to withstand repeated exposure to alternating stresses without destruction is called endurance [2].

The norms for calculating wagons [3] recommend calculating fatigue resistance based on the margin coefficient. Figure 1 shows the algorithm for calculating the margin coefficient. This is a rather complicated procedure that can be conditionally divided into two independent calculations (according to the left and right branches of the algorithm).

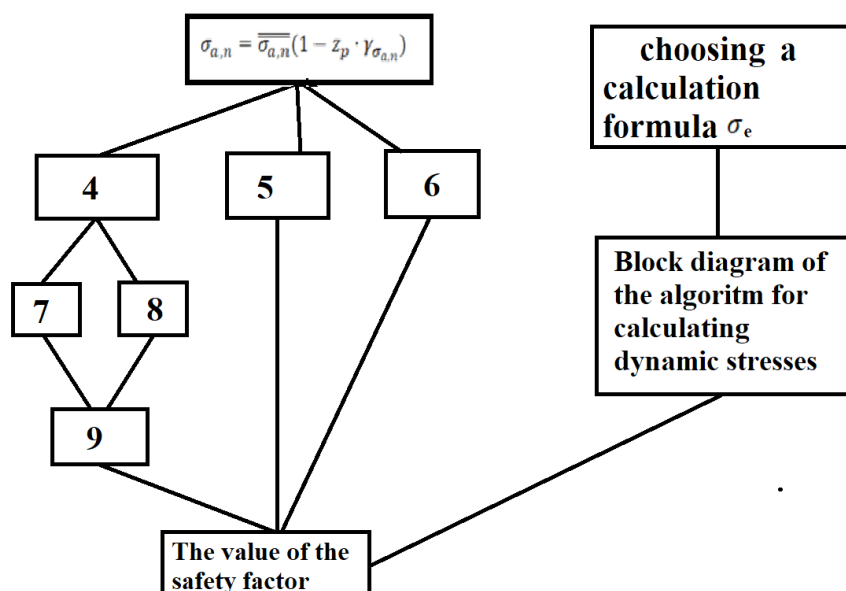


Figure 1 – Procedure for calculating the fatigue margin coefficient

The left branch is the calculation of the endurance limit (by amplitude) the considered part with a symmetrical cycle and steady-state loading mode based on test  $N_0$ . Calculation on this branch does not depend on external influence. The calculated value of the endurance limit of the structure node is determined by the dependence of block 2, which is determined by:

- the average value of the endurance limit of the part (block 4);
- the quantile of the distribution corresponding to the one-sided probability (it is assumed that  $N$  is a random variable having a normal distribution law) (block 5);
- coefficient of variation of the endurance limit (block 6).

For the transverse beams of the gondola frame during automatic (semi-automatic) welding, we obtain:

- for intermediate beams  $\sigma_{\alpha,N} = 122.3 (117.9) \text{ MPa}$
- for box-section beams  $= 107.37 (103.5) \text{ MPa}$ .

**Results and discussion**

The right branch is a procedure for calculating the calculated magnitude of the amplitude of the dynamic voltage of a conditional symmetrical cycle, reduced to the base  $N_0$ , equivalent in damaging effect to the real mode of operational random stresses for the design life of the part.

For a discontinuous distribution function of voltage amplitudes, we have

$$\sigma_{\alpha,e} = \sqrt[m]{\frac{N_c}{N_0} \cdot \sum_{i=1}^k \sigma_{\alpha,i}^m \cdot P_i} \tag{1}$$

where  $m$  is the exponent in the equation of the fatigue curve in amplitudes;

$N_c$  – the total number of cycles of dynamic stresses over the estimated service life;

$N_0$  – the base number of cycles;

$\sigma_{\alpha,i}$  – voltage amplitude level;

$P_i$  – the probability of occurrence of an amplitude with the level  $\sigma_{\alpha,i}$

In one year of operation, the gondola car receives about 25,000 longitudinal collisions with different intervals of forces [3].

The histogram (Figure 2) shows the interval of forces and the number of cycles of action of longitudinal forces in this interval. In this case, with a service life of 22 years,  $N_c = 550,000 = 0.55 \times 10^6$  cycles, and with a service life of 32 years  $N_c = 800,000 = 0.8 \times 10^6$  cycles. For the base number of cycles for car bodies, it is recommended to take the value  $N_0 = 107$ .

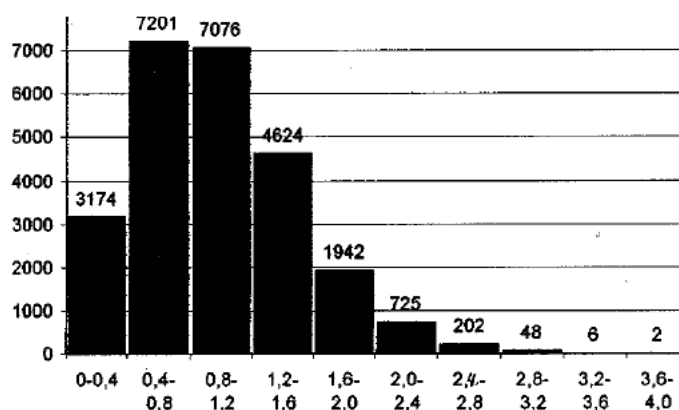


Figure 2 – Numerical indicators of the action of longitudinal forces on the wagon

Figure 3 shows the probability  $P_i$  of the occurrence of forces of this level in the form of a histogram.

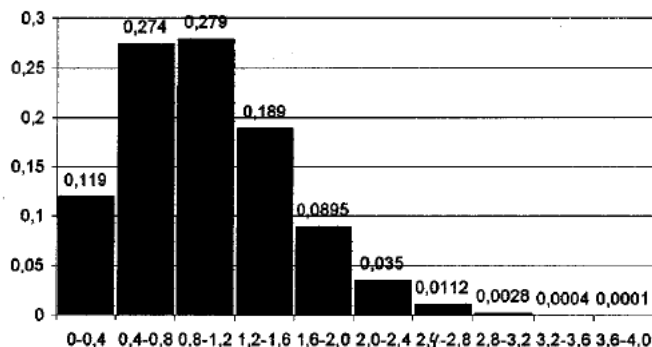


Figure 3 – Probability of occurrence of forces of this level

The further solution of the problem is reduced to determining the calculated values of the stress amplitudes  $\sigma_{a,i}$  in each interval of the action of longitudinal forces. This is possible only as a result of solving the problem of dynamic calculation of the car body. Dynamic transient analysis is used to obtain a system response to the impact of a time-varying forcing load. The right branch of the computational process is shown in Figure 4.

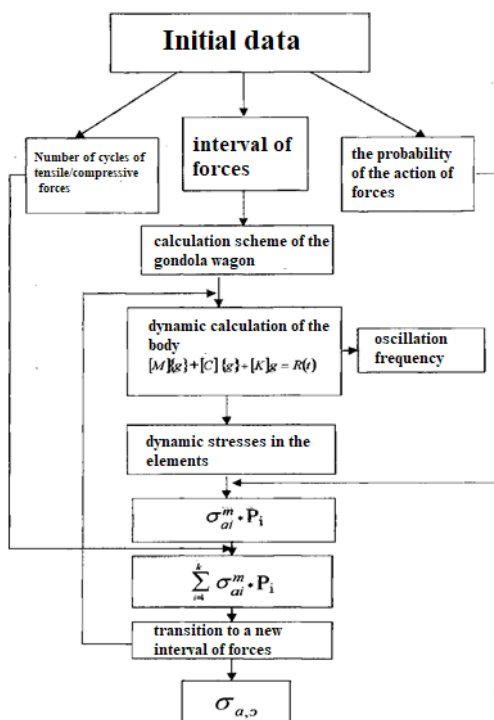


Figure 5 – Algorithm for calculating the calculated magnitude of the dynamic voltage amplitude

### Conclusions

A methodology has been developed for assessing the reliability of the gondola car body, experimental parts and assemblies for a small number of objects operated in a permanent experimental train.

The accumulated experience of examining the technical condition of gondola wagons during commission inspections and analyzing the data obtained made it possible to clarify and supplement the instructions for the operation of gondola wagons.

The presented algorithms make it possible to calculate and design the bodies of gondola wagons, make changes to the instructions for the production and repair of freight wagons.

Controlled operational tests based on constant monitoring of the use and change of the technical condition of gondola wagons; intermediate and annual full-scale survey with measurements of the values characterizing the condition of the basic units and parts of the wagons; generalizations, working out the technical conclusion - allow us to solve the issues raised and, first of all, confirm the correctness of the numerical values of the inter-repair standards.

### REFERENCES

- 1 **Битюцкий, А. А.** Пути повышения эффективности грузовых вагонов, выпускаемых российскими вагоностроительными предприятиями // Тяжелое машиностроение. – 2008. – № 2. – С. 29–33.
- 2 ГОСТ 27.002–2015 Надежность в технике. Термины и определения. М. : Стандартинформ. – 2016. – 24 с.
- 3 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ГОСНИИВ, 2016. – 319 с.
- 4 **Лукин, В. В.** Конструирование и расчет вагонов. – М. : МПС – 2000. – 731 с.
- 5 **Котуранова, В. Н.** Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений. – М. : Маршрут. – 2005. – 490 с.
- 6 **Зарипов Р. Ю., Сулейменов А. Д., Каримова Ж. Р.** Исследование надежд цельнометаллических полувагонов // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 4. – С. 119–128
- 7 **Trejo-Escandon, J. O. Leyva-Diaz, A. Sandoval-Pineda, J. M. Tamayo-Meza, P. A. Flores-Herrera, L. A.** Static and Fatigue Analysis of the Front Draft Lugs of a Railroad Tank-Car Using FEM // International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 16. – 2014.
- 8 **Bojović, N. J.** A general system theory approach to rail freight car fleet sizing // European Journal of Operational Research. – 2002. – № 1. – P. 136–172
- 9 **Connolly, D. P.** Assessment of railway vibrations using an efficient scoping model // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2014. – P. 37–47.
- 10 **Zaripov, R. & Gavrilov, P.** Research opportunities to improve technical and economic performance of freight wagon through the introduction of lightweight materials in their construction // Journal Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 187. – P. 22–29.

11 **Rizvi, D. R.** Optimisation of Bogie Springs for Higher Axle Load Wagons / D. R. Rizvi, P. K. Bharti // Intern. J. of Engineering Research & Technology. – 2015. – Vol. 4. – Iss. 05. – P. 56–60. doi: 10.17577/ijertv4is050162.

## REFERENCES

1 **Bitúskii, A. A.** Pýti povysheniya effektivnosti grýzovykh vagonov, vypýskaemykh rossiiskimi vagonostroitelnyimi predpriatiami // [Ways to improve the efficiency of freight cars produced by Russian car-building enterprises] [Text] // Tájeloe mashinostroenie [Heavy engineering]. – 2008. – № 2. – P. 29–33.

2 GOST 27.002—2015 Nadejnos v tehnike. Terminy i opredelenia. [Reliability in technology. Terms and definitions] [Text] // Moscow : Standartinform, 2016. – 24 p.

3 Normy dlá rascheta i proektirovaniya vagonov jeleznykh dorog MPS kolei 1520 mm (nesamohodnykh). [Norms of calculation and design of railcars of 1520 mm gauge (non-self-propelled)] [Text]. Moscow : GOSNIIV [Moscow: SRICB], – 2016. – 319 p.

4 **Lýkin, V. V.** Konstrýirovanie i raschet vagonov // [Construction and calculation of wagons] – Moscow : MPS [Moscow, MR RF]. – 2000. – 731 p.

5 **Kotýranova, V. N.** Vagony. Osnovy konstrýirovaniya i ekspertizy tehničeskikh reshenii [Railway carriage. Fundamentals of design and expertise of technical solutions] [Text]. – Moscow : Marshrýt [Moscow, Route], 2005. – 490 p.

6 **Zaripov, R. Yu., Sýleimenov, A. D., Karimova, J. R.** Issledovanie nadejnosti selnometallicheskih polývagonov [Events of the hope of all-metal half wagons] [Text] // Nauka i tekhnika Kazakhstana [Science and Technology of Kazakhstan]. – 2021. – № 4. – P. 119–128.

7 **Trejo-Escandon, J. O. Leyva-Diaz, A. Sandoval-Pineda, J. M. Tamayo-Meza, P. A. Flores-Herrera, L. A.** Static and Fatigue Analysis of the Front Draft Lugs of a Railroad Tank-Car Using FEM // International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). – Vol. 16. – 2014.

8 **Bojović, N. J.** A general system theory approach to rail freight car fleet sizing // European Journal of Operational Research. – 2002. – № 1. – P. 136–172

9 **Connolly, D. P.** Assessment of railway vibrations using an efficient scoping model // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2014. – P. 37–47.

10 **Zaripov, R. & Gavrilov, P.** Research opportunities to improve technical and economic performance of freight wagon through the introduction of lightweight materials in their construction // Journal Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 187. – P. 22–29.

11 **Rizvi, D. R.** Optimisation of Bogie Springs for Higher Axle Load Wagons / D. R. Rizvi, P. K. Bharti // Intern. J. of Engineering Research & Technology. – 2015. – Vol. 4. – Iss. 05. – P. 56–60. – doi: 10.17577/ijertv4is050162.

Material received on 06.02.23.



*\*Б. К. Шаймарданова<sup>1</sup>, Р. В. Субач<sup>2</sup>, А. Д. Кишкун<sup>3</sup>,  
Т. К. Жукенов<sup>4</sup>, Р. К. Аманжолов<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4,5</sup>Жоғары электроника және коммуникация колледжі,  
Қазақстан Республикасы, г. Павлодар  
Материал 06.02.23 баспаға түсті.

### **ЖАРТЫЛАЙ ВАГОН КОРПУСЫНЫҢ ШАРШАУ КЕДЕРГІСІН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІ**

*Бұл жұмыста беріктік есептеулерін жүргізу мәселесі қарастырылады, зерттеу объектісі жүк теміржол жартылай вагондарының шанақтары болып табылады.*

*Бойлық жүктеме кезінде құрылымның шаршау беріктігін бағалау үшін жартылай вагондардың өзара әрекеттесу процестерін модельдеу алгоритмі жасалды. Жартылай вагондардың пайдаланылуы мен техникалық жай – күйінің өзгеруін ұдайы бақылау негізінде бақылаудағы пайдалану сынақтары; вагондардың базалық тораптары мен бөлшектерінің жай-күйін сипаттайтын шамаларды өлшей отырып, аралық және жыл сайынғы заттай тексеру; техникалық қорытындыны жалпылау, пысықтау-қойылған мәселелерді шешуге және бірінші кезекте жөндеу аралық нормативтердің сандық мәндерінің дұрыстығын растауға мүмкіндік береді.*

*Комиссиялық тексерулер және алынған деректерді талдау кезінде жүк жартылай вагондарының техникалық жай-күйін тексерудің жинақталған тәжірибесі жартылай вагондарды пайдалану және оларға қызмет көрсету жөніндегі нұсқаулықтарды нақтылауға және толықтыруға мүмкіндік берді. Мәселені шешу бойлық күштердің әр әсер ету аралығындағы кернеулер амплитудасының есептік мәндерін анықтауға дейін азаяды. Бұл жүк теміржол жартылай вагонының корпусын динамикалық есептеу мәселесін шешу нәтижесінде ғана мүмкін болады.*

*Ұсынылған Алгоритмдер есептеуге, сондай-ақ жартылай вагондардың корпустарын жобалауға, жүк вагондарын өндіру және жөндеу жөніндегі нұсқаулыққа өзгерістер енгізуге мүмкіндік береді.*

*Кілтті сөздер: жартылай вагон, шаршау, жүктеме, динамикалық кернеу, есептеу.*

*\*Б. К. Шаймарданова<sup>1</sup>, Р. В. Субач<sup>2</sup>, А. Д. Кишкун<sup>3</sup>,  
Т. К. Жукенов<sup>4</sup>, Р. К. Аманжолов<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4,5</sup>Высший Колледж электроники и коммуникаций,  
Республика Казахстан, г. Павлодар  
Материал поступил в редакцию 06.02.23.

## **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ КУЗОВА ПОЛУВАГОНА**

*В данной работе рассматривается вопрос выполнения прочностных расчетов, объектом исследования выступают кузова грузовых железнодорожных полувагонов.*

*Разработан алгоритм моделирования процессов взаимодействия полувагонов для оценки усталостной прочности конструкции при действии продольного нагружения. Подконтрольные эксплуатационные испытания на основе постоянного слежения за использованием и изменением технического состояния полувагонов; промежуточного и ежегодного натурного обследования с замерами величин, характеризующих состояние базовых узлов и деталей вагонов; обобщения, отработки технического заключения – позволяют решать поставленные вопросы и в первую очередь, подтвердить правильность численных значений межремонтных нормативов.*

*Накопленный опыт обследования технического состояния грузовых полувагонов при комиссионных осмотрах и анализа получаемых данных позволили уточнить и дополнить инструкции по эксплуатации и обслуживанию полувагонов. Решение задачи сводится к определению расчетных значений амплитуд напряжений в каждом интервале действия продольных сил. Это возможно только в результате решения задачи динамического расчета кузова грузового железнодорожного полувагона.*

*Представленные алгоритмы позволяют произвести расчет, а также конструирование кузовов полувагонов, вносить изменения в инструкции по производству и ремонту грузовых вагонов.*

*Ключевые слова: полувагон, усталость, нагруженность, динамическое напряжение, расчет.*

Теруге 06.02.23 ж. жіберілді. Басуға 30.03.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 1,09 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 3998

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 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](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[nitk.tou.edu.kz](http://nitk.tou.edu.kz)