

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 (2024)

---

**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/KBNH3045>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,210**

**Импакт-фактор КазБЦ – 0,406**

---

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);  
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажибоева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Lapuerta – 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

---

---

**ТРАНСПОРТ**

МРНТИ 73.41.61

<https://doi.org/10.48081/TETA7252>

**O. T. Balabaev<sup>1</sup>, A. V. Rozhkov<sup>1</sup>, K. K. Abishev<sup>2\*</sup>,  
A. D. Suleimenov<sup>2</sup>, I. I. Lyubimov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Republic of Kazakhstan, Karaganda;

<sup>2</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

<sup>3</sup>Orenburg State University, Russian Federation, Orenburg

e-mail: [a.kairatolla@mail.ru](mailto:a.kairatolla@mail.ru)

**DETERMINATION OF GRAVITY COAL SHOOT  
GEOMETRICS FOR A COAL MINE**

*This article presents the results of scientific research carried out by the authors in the field of transportation technology in industrial transport. The application of a gravity coal intake device designed to lower coal from the upper horizon to the averaging warehouse of the lower horizon of a coal mine is considered. The velocities of the uniform movement of the load along the gravitational angle are determined depending on the angle of inclination. The numerical integration algorithm is implemented in the software environment of the Scilab application program. The results of calculating the speed of movement from the current value of the descent depth, for the required descent depth of 40 meters and for placement options in various sections of the section at the angles of inclination of the acceleration sections of 30, 40 and 45 degrees are presented. The main geometric parameters of the gravitational coal intake device for a coal mine are determined from the condition of limiting the speeds of coal movement. The design of the gravitational coal intake must be performed based on the condition at the beginning of accelerated movement, then movement at a steady speed and then slow motion to the required speed of coal exit from the coal intake at the required speed of 2 m/sec. The presented research results allowed us to determine the main parameters of the gravitational device (coal intake) proposed for use in the cyclic flow scheme of the «Molodezhny» coal mine of «Kazakhmys Corporation» LLP.*

*Keywords: coal mine, cyclic flow technology, coal transportation, gravity device, coal intake.*

**Introduction**

The scheme of cyclic-flow technology developed for the conditions of the «Molodezhny» coal mine of the «Kazakhmys» Corporation (Kazakhstan, Karaganda region) provides for the use of a gravitational device - a coal discharge, designed to lower coal from the upper horizon

to the homogenization warehouse of the lower horizon. Next, the coal is transported through a conveyor system of three belt conveyors to the processing plant [1; 2].

### Materials and methods

To design a gravitational device, it is necessary to determine its geometric parameters. To reduce the cost of constructing a coal dump, it is most rational to provide an angle of inclination equal to the angle of the natural edge of the open-pit mine, because when the installation angle is greater than the angle of repose, capital mining work is required, and when the installation angle is less than the angle of repose, both the length of the coal outlet itself and the supporting structures increase. At the same time, at significant installation angles, the coal flow velocity can exceed the permissible values – the maximum is 4 m/sec, limited by the conditions of possible excessive grinding of coal and the maximum at the coal exit from the gravity device - 2 m/sec, according to safety conditions [3: 4; 5].

Thus, it is necessary to determine the dependence of the speed of movement of coal along the gravitational device on the current value of the depth of the lowered coal.

The differential equation for the movement of cargo along a gravitational device has the form

$$mg \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha - g \cos \alpha \cdot \omega_g \quad (1)$$

where  $\alpha$  – is the angle of inclination of the coal outlet;

$\omega_g$  – coefficient of resistance of the gutter [2];

$$\omega_g = f_B \left( 1 + n_l \frac{h}{B} \right) \quad (2)$$

where  $f_B$  – coefficient of friction of the transported load on the walls of the gutter;

$B$  – gutter width;

$n_l$  – lateral pressure coefficient;

$$n_l = \frac{\kappa_c (1.2 + \nu)}{1 + 2f^2} \quad (3)$$

where  $\kappa_c$  – an empirical coefficient taken equal to 1 for stationary devices;

$\nu$  – скорость груза;

$f$  – the coefficient of internal friction of the load; for coal  $f = 0,51 - 1,0$  we take

$f = 0,75$  [2].

Substitute (2) and (3) into (1), we get

$$\frac{dv}{dt} = \sin \alpha - f_B \left[ 1 + \frac{(1.2 + \nu)}{1 + 2f^2} \cdot \frac{h}{B} \right] \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Obviously, with acceleration  $\frac{dv}{dt} = 0$ , the load will move at a uniform speed. Substituting  $\frac{dv}{dt} = 0$ , in (4) we determine the value of the speed of steady-state (non-accelerated) motion

$$\sin \alpha = f_B \cos \alpha + f_B \cdot \frac{1.2 \cos \alpha \cdot v}{(1+2f^2)} \cdot \frac{h}{B} + \frac{f_B \cos \alpha \cdot v}{(1+2f^2)} \cdot \frac{h}{B} \quad (5)$$

Divide both sides of (5) by  $\cos \alpha$ , we get

$$\operatorname{tg} \alpha = f_B + \frac{1.2 f_B}{(1+2f^2)} \cdot \frac{h}{B} + \frac{f_B \cdot v}{(1+2f^2)} \cdot \frac{h}{B} \quad (6)$$

We multiply both sides of (6) by  $\frac{(1+2f^2)B}{h \cdot f_B}$  we get

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha (1+2f^2)B}{h \cdot f_B} = \frac{(1+2f^2)B}{h} + 1.2 + v \quad (7)$$

Where

$$v = \frac{\operatorname{tg} \alpha (1+2f^2)B}{h \cdot f_B} - \frac{(1+2f^2)B}{h} - 1.2 \quad (8)$$

Let us determine the limits of change in the parameters that determine the speed of steady motion in formula (8).

The productivity of coal discharge can be determined by the formula [6, 7].

$$Q = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \rho \quad (9)$$

where  $\rho$  – the bulk density of the cargo, let's take 0,8 т/м<sup>3</sup> for the angle [1];

$F$  – cross-sectional area of the coal outlet.

Operating with the average height of the load thickness  $h$ , we can write

$$F = B \cdot h \quad (10)$$

where  $B$  – coal outlet width.

Considering that uncrushed rock mass is subject to transportation, we accept

$$B = \alpha_{max} + 200 \quad (11)$$

where  $\alpha_{max} = 1200$  мм – the maximum size of a piece of uncrushed rock mass, i.e.

$B = 1,4$  м.

Then

$$h = \frac{F}{B} = \frac{Q}{v \cdot \rho \cdot B \cdot 3600} \quad (12)$$

where  $v$  – speed of cargo movement along the coal outlet.

Substituting (12) into (8) we get

$$v = \frac{[tg\alpha - f_B(1+2f^2)] \cdot B \cdot v \cdot B \cdot 3600}{Q} - 1.2f_B \quad (13)$$

Where

$$v = \frac{1.2f_B \cdot Q}{3600[tg\alpha - f_B(1+2f^2)]B^2 \rho - Q} \quad (14)$$

or

$$v = \frac{1.2f_B Q}{3600} \cdot \frac{1}{[tg\alpha - f_B(1+2f^2)]B^2 \cdot \rho - \frac{Q}{3600}} \quad (15)$$

Let us set the following values of the parameters included in formula (15):  $Q = 1000 \div 2000$  t/h in increments of 500 t/h;  $\alpha = 16^0 \div 40^0$  with steps of  $2^0$ ;  $f = 0,30 \div 0,85$  with step 0,5;  $f_B = 0,5 \div 0,8$  in increments of 0,1.

### Results and discussion

To calculate the speed values using formula (15), an algorithm was compiled, implemented in the Scilab software environment [8]. The calculation results for  $f_B = 0,3$  and  $Q = 1500$  t/hour are presented in Figure 1.

As can be seen from the graph, the maximum speeds of steady-state movement do not exceed the speed limit of 4 m/sec.

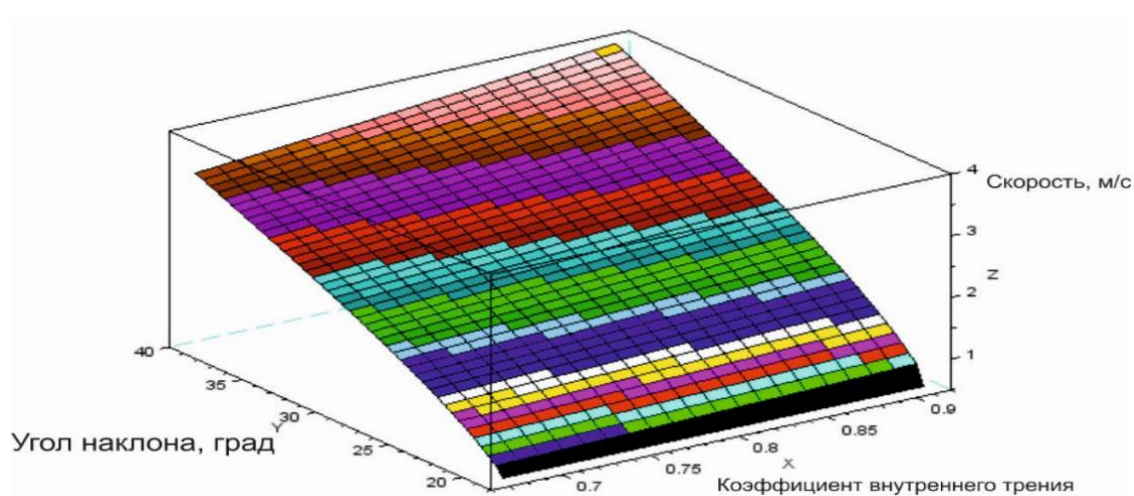


Figure 1 – Speeds of uniform movement of cargo along the coal discharge

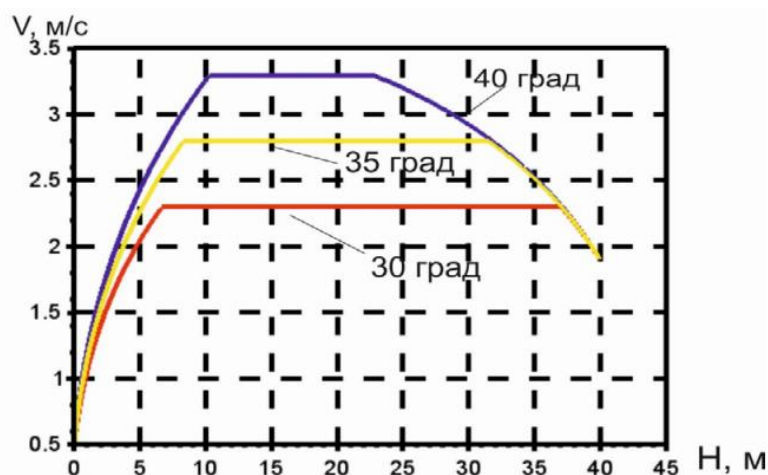


Figure 3 – Dependence of the speed of movement of coal on the depth of descent

The geometric dimensions of the coal outlet for installation at various slope angles of the pit sides are presented in Table 1.

Table 1 – Geometric dimensions of coal outlet

Angle of repose of the quarry side, degrees	Acceleration section parameters		Parameters of the braking section	
	angle, degree	depth, m	angle, degree	depth, m
30	30	37	28	3
35	35	31.5	28	8.5
40	40	22.7	28	17.3

### Conclusions

To transport almost the entire range of bulk cargo, a device that operates using gravitational forces is used. These transport elements are called gravity devices.

Massive use of gravity devices occurs when unloading various containers, silos, and bunkers. Gravity devices are primarily intended to ensure uniform and uninterrupted supply of piece and bulk cargo from the place of unloading of the bunker and similar equipment to the next place of use in accordance with the technological chain [9; 10].

The Kazakhmys Corporation uses gravitational devices – a coal chute, designed to lower coal from the upper horizon to the leveling warehouse of the lower horizon.

Research aimed at determining the main parameters of the gravitational device (coal discharge) used in the cyclic-flow scheme of the «Molodezhny» coal mine of «Kazakhmys» Corporation LLP is relevant and is of paramount importance. Such work needs to be accelerated in the future.

## REFERENCES

- 1 **Rozhkov, A. V., Balabaev, O. T., Marinchenko, O. S.** K voprosu primeneniya uglespuska v usloviyah ugol'nogo razreza «Molodezhnyj» TOO Korporaciya «Kazahmys» [On the issue of using coal discharge in the conditions of the «Molodezhny» coal mine of «Kazakhmys» Corporation LLP] // Trudy universiteta, g. Karaganda, 2018. – № 1. – P. 76.
- 2 **Malybaev, S. K., Rozhkov, A. V., Balabaev, O. T.** Perspektivy primeneniya ciklichno-potochnoj i potochnoj tekhnologij na otkrytyh gornyh rabotah [Prospects for the use of cyclic-flow and flow technologies in open-pit mining] // Respublikanskij zhurnal «Trudy Universiteta». – 2006. – № 1.
- 3 **Zenkov, I. I., Ivashkov, I. I., Kolobov, L. N.** Mashiny nepreryvnogo transporta. [Continuous transport machines]. – Moscow : Mashinostroenie, 1987 – 432 p.
- 4 **Galkin, V. I., Sheshko, E. E.** Transportnye mashiny. [Transport vehicles] – M. : Gornaya kniga, 2010. – 625 p.
- 5 Конвейеры : Spravochnik [Conveyors : Directory] / R. A. Volkov, A. N, Gnutov, V. K. D'yachkov i dr, Pod obshch. red. YU. A. Pertena. – L.; Mashinostroenie, Leningr, otd-nie, 1984. – 367 p. s il.
- 6 **Adilova, N. D.** Optimizaciya vnutrennih perevozok metallurgicheskogo kombinata (na primere AO «ArcelorMittal Temirtau») [Optimization of internal transportation of a metallurgical plant (using the example of «ArcelorMittal Temirtau» JSC)] : dis. ... dok. PhD: – Almaty : KazATK im. M. Tynyshpaeva, 2018. – 115 p. – Reg. № 0618RK00156.
- 7 **Sotnikov, I. B.** Ekspluataciya zheleznyh dorog v primerah i zadachah [Operation of railways in examples and problems], – Moscow : Transport, 1990. 232 p.
- 8 **Pavlova, M. I.** Rukovodstvo po rabote s paketom SCILAB [Guide to working with the SCILAB package] [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.statproject.ru> (data obrashcheniya 23.01.2017).
- 9 Подъемно-транспортные машины: учебник [Lifting and transport machines: textbook] / M. N. Erohin , S. P. Kazancev , I. YU. Ignatkin [i dr.]; Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet - MSKHA imeni K. A. Timiryazeva (Moscow). — Moscow, 2022. – 456 p.
- 10 **Makarov, YU. I.** Apparaty dlya smesheniya sypuchih materialov [Apparatus for mixing bulk materials] / YU. I. Makarov. – Moscow : Mashinostroenie, 1973. P. 180–184.

Received 10.03.24.

Received in revised form 10.03.24.

Accepted for publication 11.03.24.

*О. Т. Балабаев<sup>1</sup>, А. В. Рожков<sup>1</sup>, К. К. Абишев<sup>2\*</sup>,*

*А. Д. Сулейменов<sup>2</sup>, И. И. Любимов<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,



Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.;

<sup>2</sup>Торайғыров Университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

<sup>3</sup>Орынбор мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Орынбор қ.

10.03.24 ж. баспаға түсті.

10.03.24 ж. түзетулерімен түсті.

11.03.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

## КӨМІР РАЗРЕЗІНІҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ КӨМІР ШЫҒАРУДЫҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ

Бұл мақалада өнеркәсіптік көліктегі тасымалдау технологиясы саласындағы авторлардың ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері берілген. Көмірді жоғарғы горизонттан көмір шахтасының төменгі горизонтының гомогенизация қоймасына түсіруге арналған гравитациялық көмір ағызу құрылғысын пайдалану қарастырылады. Жүктің гравитациялық көмір шұңқыры бойымен біркелкі қозғалу жылдамдықтары көлбеу бұрышына байланысты анықталады. Сандық интеграция алгоритмі Scilab қолданбалы бағдарламалық жасақтама ортасында жүзеге асырылады. Ағымдағы түсу тереңдігінің мәнінен қозғалыс жылдамдығын есептеу нәтижелері, қажетті түсу тереңдігі үшін 40 метр және әртүрлі кесу учаскелерінде 30, 40 және 45 градус үдеу учаскелерінің көлбеу бұрыштарында орналастыру нұсқалары ұсынылған. Көмірдің қозғалу жылдамдығын шектеу жағдайында көмір шахтасы үшін гравитациялық көмір ағызу құрылғысының негізгі геометриялық параметрлері анықталды. Гравитациялық көмір шұңқырының конструкциясы жеделдетілген қозғалыстың басындағы жағдайға, содан кейін бірқалыпты жылдамдықпен қозғалуға, содан кейін көмірдің қажетті жылдамдығына 2 м/с қажетті жылдамдықпен көмір шұңқырынан шығатын баяу қозғалысқа негізделуі керек. Ұсынылған зерттеу нәтижелері «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС «Молодежный» көмір кенішінің циклдік-ағынды сызбасында пайдалануға ұсынылған гравитациялық құрылғының (көмір разрядының) негізгі параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді.

Кілтті сөздер: көмір кеніші, циклдік-ағындық технология, көмір тасымалдау, гравитациялық құрылғы, көмір түсіру.

**О. Т. Балабаев<sup>1</sup>, А. В. Рожков<sup>1</sup>, К. К. Абишев<sup>2\*</sup>,**

**А. Д. Сулейменов<sup>2</sup>, И. И. Любимов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Республика Казахстан, г. Караганда;

<sup>2</sup>Торайғыров Университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

<sup>3</sup>Оренбургский государственный университет, Российская Федерация, г. Оренбург.

Поступило в редакцию 10.03.24.

Поступило с исправлениями 10.03.24.

Принято в печать 11.03.24.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРАВИТАЦИОННОГО УГЛЕСПУСКА УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

*В данной статье представлены результаты научно-исследовательских работ, выполненных авторами в области технологии перевозок на промышленном транспорте. Рассмотрено применение устройства гравитационного углеспуска, предназначенного для спуска угля с верхнего горизонта на усреднительный склад нижнего горизонта угольного разреза. Определены скорости равномерного движения груза по гравитационному углеспуску в зависимости от угла наклона. Алгоритм численного интегрирования реализован в программной среде прикладной программы Scilab. Представлены результаты расчета скорости движения от текущего значения глубины спуска, для требуемой глубины спуска 40 метров и для вариантов размещения на различных участках разреза под углами наклона участков разгона 30, 40 и 45 град. Определены основные геометрические параметры устройства гравитационного углеспуска для угольного разреза из условия ограничения скоростей движения угля. Конструкция гравитационного углеспуска должна быть выполнена исходя из условия в начале ускоренного движения, затем движения с установившейся скоростью и затем замедленного движения до требуемой скорости выхода угля из углеспуска с требуемой скоростью 2 м/сек. Приведенные результаты исследований, позволили определить основные параметры гравитационного устройства (углеспуска) предложенного для применения в циклично-поточной схеме угольного разреза «Молодежный» ТОО «Корпорация Казахмыс».*

*Ключевые слова: угольный разрез, циклично-поточная технология, перевозка угля, гравитационное устройство, углеспуск.*

Теруге 18.03.24 ж. жіберілді. Басуға 29.03.24 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4203

«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)

e-mail: [nitk.tou.edu.kz](mailto:nitk.tou.edu.kz)

[www.stk.tou.edu.kz](http://www.stk.tou.edu.kz)