

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

№ 4 (2020)

---

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**

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*  
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

---

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

**Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, О. М. Талипов<sup>2</sup>, М. Ж. Мусагажинов<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

<sup>3</sup>Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Павлодар, г. Нур-Султан

## **МАКСИМАЛЬНАЯ ТОКОВАЯ ЗАЩИТА НА ГЕРКОНАХ**

*В настоящей статье авторы впервые предлагают максимальную токовую защиту (МТЗ), выполненную на герконах, на примере её реализации в ячейке КРУ.*

*Представленная МТЗ позволяет осуществить выбор уставок, с помощью дистанционного перемещения герконов относительно плоскости токоведущих шин с помощью электродвигателей, а отсутствие использования металлоёмких и дорогостоящих трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками уменьшают материальные затраты на построение токовых защит для любых электроустановок.*

*Ключевые слова: геркон, пластина, токоведущая шина, поддерживающая планка, электродвигатель, времязадающий и исполнительный орган.*

### **Введение**

Как неоднократно отмечалось на международных конференциях по большим энергетическим системам (СИГРЭ), что одной из нерешённых задач электроэнергетики является разработка релейной защиты (РЗ) без трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, являющихся как известно дорогостоящими и металлоёмкими [1–3]. Максимальная токовая защита, являясь одним из самых простых устройств РЗ, широко применяется для защиты различных электроустановок от коротких замыканий [4]. Однако МТЗ получает информацию от трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, имеющих общепризнанные недостатки [5]. Работы по созданию ресурсосберегающих защит на основе других датчиков тока, кроме вышеназванных трансформаторов тока ведутся еще с 60-х годов прошлого столетия и являются актуальными по сегодняшний день [6–7]. При этом одним из направлений по созданию таких токовых защит является их построение на герконах. За эти годы были разработаны основы построения ряда таких

защит [8–11]. В данной работе рассматривается впервые предлагаемая МТЗ на герконах с дистанционным выбором уставок, на примере её реализации в ячейке серии К-63.

**Объект исследования:** релейная защита электроустановок, подключенных к ячейкам КРУ

**Предмет исследования:** релейная защита и автоматика систем электроснабжения

**Цель:** построение релейной защиты различных электроустановок на магниточувствительных элементах-герконах

**Назначение:** использование вместо традиционных и широко применяемых в промышленности устройств максимальных токовых защит.

**Методы и результаты исследования:** тщательная проработка научных статей и патентов по данной тематике в результате исследования позволила предложить новое устройство максимальной токовой защиты для защиты различных электроустановок.

#### **Результаты и обсуждение**

Максимальная токовая защита на герконах реализовывалась с помощью устройства, состоящего из трёх блоков крепления, каждый из которых содержит пластину 1 (рис.1), на наружной стороне которой закреплены по три геркона 2, 3, 4 с помощью первых болтов 5 к клемнику 6, под разными углами к плоскости поперечного сечения токоведущей шины 7, первый 8 и второй электродвигатели, первый 10 и второй 11 приводной вал, электродвигатели 8 и 9 соединены с первым 10 и вторым 11 приводным валом с помощью первой 12 и второй 13 муфт, пластина 1 перемещается с помощью первой 14 приводной втулки и с установленными на ней первыми ушками 15, через которые проходят первая 16 и вторая 17 ходовые оси, прикреплена к первой приводной втулке 14 с помощью первого держателя 18, первая приводная втулка 14 соединяется с помощью первого держателя 18 с первым приводным валом 10, с возможностью перемещения по нему до ограничительного упора 19, относительно шины 7, начало и концы первой 16 и второй ходовых 17 осей прикреплены к первой 20 и второй 21 поддерживающей планке, а начало и концы третьей 22 и четвёртой 23 ходовых осей прикреплены к третьей 24 и четвёртой 25 поддерживающей планке, начало и концы ходовых осей 16, 17, 22 и 23 фиксируются к поддерживающим планкам 20, 21, 24 и 25 с их внутренней стороны с помощью шайб 26, 27, 28, 29, а с наружной стороны с помощью вторых болтов 30, 31, 32, 33, на первой 20 и третьей 21 поддерживающей планке с помощью третьих болтов 34, 35 закреплены первый 8 и второй 9 электродвигатели, на четвёртой 25 поддерживающей планке- полый цилиндр 36, а также концы третьей 22 и четвёртой 23 ходовых осей, на втором держателе 37 с установленными по его сторонам

вторых ушек 38, через которые проходят третья 22 и четвёртая 23 ходовые оси, крепится первая поддерживающая планка 20 с установленными на ней первым 8 электродвигателем, первым 10 приводным валом, пластиной 1 и установленной на ней первыми ушками 15, прикреплённой ко первой 14 приводной втулке с помощью первого держателя 18, ограничительным упором 19, закреплённого на первом приводном валу 10 с помощью четвёртого болта 39, первой 16 и второй 17 ходовых осей с шайбами 26 и 27, а также вторыми болтами 30 и 31 (рис.1, 2).

Первая поддерживающая планка 20 перемещается по второму приводному валу с помощью второй приводной втулки 40 при включении второго 9 электродвигателя. Пóлый цилиндр 36 соединен со вторым 11 приводным валом. Первый и второй держатели присоединяются к первой 14 и второй 40 приводной втулке с помощью пятых болтов 41.

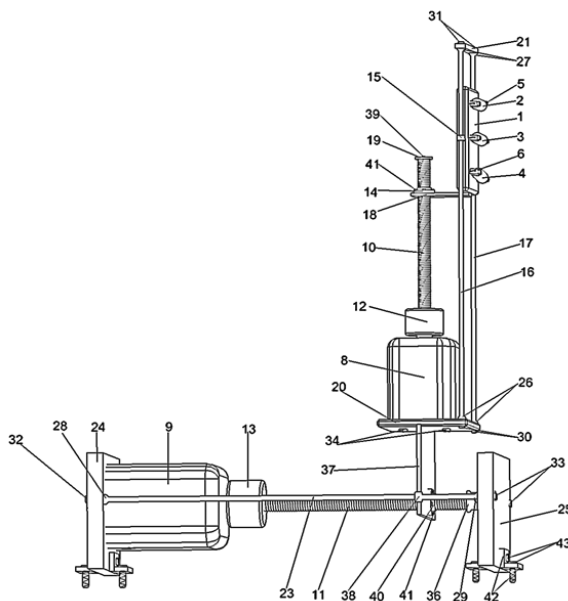


Рисунок 1 – Устройство для крепления герконов

Для регулирования передвижением электродвигателей имеется микроконтроллер и число его оборотов заложено в его программу.

Регулирование тока срабатывания МТЗ от коротких замыканий осуществляют путем приближения к токоведущей шине 7 пластины 1 с герконами каждой фазы (рис.2). Для одной защиты используют один из

герконов. В кабельном отсеке на безопасном расстоянии от токоведущих шин устанавливают три блока крепления герконов, подключают времязадающий и исполнительный органы.

Поперечное перемещение пластины 1 с герконами до шины 7 выполняют включением второго электродвигателя 9 закреплённого на третьей поддерживающей планке 24 с помощью третьих болтов 35, по или против часовой стрелки, при этом второй держатель 37 осуществляет движение по второму приводному валу 11 в направлении

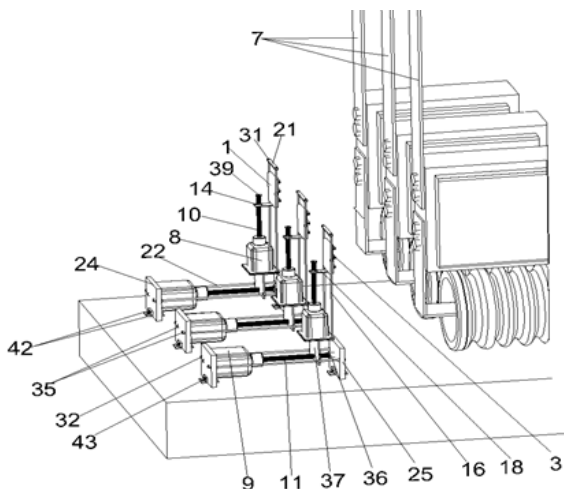


Рисунок 2 – Расположение устройства для крепления герконов в кабельном отсеке ячейки КРУ

к или от токоведущей шины 7 с помощью второй приводной втулки 40, с обеих сторон данного держателя 37 установлены вторые ушки 38, через которые при движении проходят третья 22 и четвёртая 23 ходовые оси, причём на данном держателе 37 крепится первая поддерживающая планка 20 с установленными на ней первым электродвигателем 8 с первым приводным валом 10 и первой муфтой 12, пластиной 1 с герконами и установленной на ней первыми ушками 15, прикреплённой к первой приводной втулке 14 с помощью первого держателя 18, ограничительным упором 19, закреплённого на первом приводном валу 10 с помощью четвёртого болта 39, первой 16 и второй 17 ходовых осей (рис. 1). Перемещение пластины 1 в направлении к токоведущей шине 7 осуществляется до полого цилиндра 36, а в направлении от данной токоведущей шины 7 до второй муфты 13.

Продольное перемещение пластины 1 с герконами относительно той же токоведущей шины 7 осуществляется включением первого электродвигателя 8, закреплённого на первой поддерживающей планке 20 с помощью третьих болтов 34, по или против часовой стрелки, при этом пластина 1 с герконами приходит в движение верх - вниз по первому приводному валу 10 посредством первой приводной втулки 14, с обеих сторон данной пластины 1 установлены первые ушки 15, через которые при движении проходят первая 16 и вторая 17 ходовые оси, перемещение пластины 1 в верхней части осуществляется до ограничительного упора 19, а в нижней части до первой муфты 12.

Перед установкой конструкции для крепления герконов в ячейку КРУ рассчитывают расстояние и угол, под которым герконы должны находиться по отношению к силовым линиям магнитного поля, создаваемого током в токоведущей шине 7 до герконов, а также рассчитывают значение тока срабатывания МТЗ в шине 7, при котором должна сработать МТЗ и по табличным данным принимают герконы с заданной МДС (рис.2).

В режиме номинальной нагрузки по защищаемой электроустановке протекает ток, не превосходящий максимальный рабочий, и на герконы действует магнитное поле, величина индукции которого недостаточна для их срабатывания и МТЗ в свою очередь не срабатывает.

При возникновении короткого замыкания на выводах защищаемой электроустановки, ток в токоведущих шинах становится больше тока срабатывания защиты. При этом один из герконов замыкает свои контакты и подает сигнал на вход времязадающего органа, который через выдержку времени подает сигнал на вход исполнительного органа, тот срабатывая подает сигнал на отключение электроустановки.

### **Выводы**

Максимальная токовая защита с представленным для её реализации устройством позволяет осуществить выбор уставок, с помощью дистанционного и плавного перемещения герконов относительно плоскости токоведущих шин посредством электродвигателей, а низкая себестоимость самих герконов, отсутствие использования металлоёмких и дорогостоящих трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками уменьшают материальные затраты на построение таких токовых защит для любых электроустановок.

### **Список использованных источников**

1 **Дьяков, А. Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по матер. 39-й сессии СИГРЭ, Париж) [Текст] // Журнал «Энергетика за рубежом» – 2004. – № 4. – С. 7–16.

2 **Кожович, Л. А., Бишоп, М. Т.** (Cooper Power Systems, США). Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского [Текст] // Журнал «Современные направления развития релейной защиты и автоматики энергосистем» – Сборник докладов конференции CIGRE – М. : Научно-инженерное информационное агентство, 2009, С. 49–59.

3 **Клецель, М. Я.** Основы построения релейной защиты на герконах [Текст] // Журнал «Современные направления развития релейной защиты и автоматики энергосистем»: сб. докл. междунар. науч.-технич. конф. – Екатеринбург, 2013. – С. 1–10.

4 **Андреев, В. А.** Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник для вузов– Изд. 4-е, перер. и доп. – М. : Высш. шк., – М., 2006. – 639 с.

5 **Казанский, В. Е.** Измерительные преобразователи тока в релейной защите [Текст] // – М. : Энергоатомиздат, 1988, 240 с.

6 **Клецель, М. Я. Мусин, В. В.** О построении на герконах защит высоковольтных установок без трансформаторов тока [Текст] // Журнал «Электротехника» – М., 1987. № 4, С. 11–13.

7 **Клецель, М. Я., Мусин, В. В.** Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты без трансформаторов тока на герконах [Текст] // Журнал «Промышленная энергетика» – 1990. – № 4. – С. 32–36.

8 Патент 2678189 Российской Федерации, МПК H02H 3/08. Устройство для токовой защиты электроустановок /Клецель М. Я., Никитин К. И., Машрапов Б. Е., Исабеков Д. Д.; заявл. 09.01.2018; опубл. 24.01.2019, бюл. № 3.

9 Патент 2670720 Российской Федерации, МПК H01N 47/00. Устройство для крепления герконов в ячейках комплектных распределительных устройств / Клецель М. Я., Талипов О. М., Исабеков Д. Д., Шолохова И. И.; заявл. 14.06.2017; опубл. 24.10.2018, бюл. № 34.

10 Патент 34420 Республики Казахстан, МПК G01R 33/02. Установка для исследования электромагнитного поля внутри комплектного распределительного устройства / Исабеков Д. Д.; заявл. 18.04.2018; опубл. 26.06.2020, бюл. № 25.

11 Патент 34367 Республики Казахстан, МПК H02H 7/22. Устройство максимальной токовой защиты на герконах / Клецель М. Я, Машрапов Б. Е, Исабеков Д. Д, Бабашев С. М.; заявл. 10.10.2018; опубл. 05.06.2020, бюл. № 22.

## References

1 **D'yakov, A. F.** E'lektroe`nergetika mira v nachale XXI stoletiya (po mater. 39-j sessii SIGRE`, Parizh) [Tekst] // Zhurnal «E`nergetika za rubezhom». [Dyakov A. F. Electric power industry of the world at the beginning of the XXI



century (based on the materials of the 39 session of CIGRE, Paris) [Text] // Energy abroad]. – М., 2004. – No. 4. – P. 7–16.

2 **Kozhovich, L. A., Bishop, M. T.** (Cooper Power Systems, SSHA). Sovremennaya relejnaya zashhita s datchikami toka na baze katushki Rogovskogo [Tekst] // Zhurnal «Sovremenny`e napravleniya razvitiya relejnoj zashhity` i avtomatiki e`nergosistem». [Kozhovich L. A., Bishop M. T. (Cooper Power Systems, USA). Modern relay protection with current sensors based on the Rogowski coil [Text] // Journal «Modern trends in the development of relay protection and automation of power systems» – Collection of reports of the conference CIGRE]. – М. : Scientific and Engineering Information Agency, 2009, P. 49–59.

3 **Klecel`, M. Ya.** Osnovy` postroeniya relejnoj zashhity` na gerkonax [Tekst] // Zhurnal «Sovremenny`e napravleniya razvitiya relejnoj zashhity` i avtomatiki e`nergosistem»: sb. dokl. mezhdunar. nauch.-texnich. konf. [Klecel` M. Ya. Fundamentals of building relay protection on reed switches [Text] // Journal «Modern trends in the development of relay protection and automation of power systems»: collection of articles. report int. scientific and technical conf]. – Yekaterinburg, 2013. – P. 1–10.

4 **Andreev, V. A.** Relejnaya zashhita i avtomatika sistem e`lektrosnabzheniya [Tekst]: uchebnik dlya vuzov– Izd. 4-e, perer. i dop. [Andreev V. A. Relay protection and automation of power supply systems [Text]: textbook for universities – Ed. 4th, ref. and add]. – М. : Higher. shk., – М., 2006. – 639 p.

5 **Kazanskij, V. E.** Izmeritel`ny`e preobrazovateli toka v relejnoj zashhite. [Kazansky V.E. Measuring current transducers in relay protection]. – М. : Energoatomizdat, 1988, 240 p.

6 **Klecel`, M. Ya. Musin, V. V.** O postroenii na gerkonax zashhit vy`sokovol`ny`x ustanovok bez transformatorov toka [Tekst] // Zhurnal «E`lektrotexnika». [Klecel` M. Ya. Musin V. V. About the construction of high-voltage installations on reed switches without current transformers [Text] // Journal «Electrical Engineering»]. –М., 1987. No. 4, P. 11–13.

7 **Klecel`, M. Ya., Musin, V. V.** Vy`bor toka srataty`vaniya maksimal`noj tokovoj zashhity` bez transformatorov toka na gerkonax [Tekst] // Zhurnal «Promy`shlennaya e`nergetika». [Klecel` M. Ya., Musin V. V. Selection of the operating current of the overcurrent protection without current transformers on reed switches [Text] // Journal «Industrial Energy»] – 1990. – No. 4. – P. 32–36.

8 Patent 2678189 Rossijskoj Federacii, MPK N02N 3/08. Ustrojstvo dlya tokovoj zashhity` e`lektrostanovok /Klecel` M. Ya., Nikitin K. I., Mashrapov B. E., Isabekov D. D.; zayavl. 09.01.2018; opubl. 24.01.2019, byul. № 3. [Patent 2678189 of the Russian Federation, IPC H02H 3/08. Device for current protection

of electrical installations / Kletsel M. Ya., Nikitin K. I., Mashrapov B. E., Isabekov D. D.; declared 01/09/2018; publ. 24.01.2019, bul. No. 3].

9 Patent 2670720 Rossijskoj Federacii, MPK H01H 47/00. Ustrojstvo dlya krepleniya gerkonov v yachejkax komplektny`x raspreditel`ny`x ustrojstv / Klecel` M. Ya., Talipov O. M., Isabekov D. D., Sholoxova I. I.; zayavl. 14.06.2017; opubl. 24.10.2018, byul. № 34. [Patent 2670720 of the Russian Federation, IPC H01H 47/00. A device for fastening reed switches in the cells of complete switchgears / Kletsel M. Ya., Talipov O. M., Isabekov D. D., Sholokhova I. I.; declared 06/14/2017; publ. 24.10.2018, bul. No. 34].

10 Patent 34420 Respubliki Kazaxstan, MPK G01R 33/02. Ustanovka dlya issledovaniya e`lektromagnitnogo polya vnutri komplektnogo raspreditel`nogo ustrojstva / Isabekov D. D.; zayavl. 18.04.2018; opubl. 26.06.2020, byul. № 25. [Patent 34420 of the Republic of Kazakhstan, IPC G01R 33/02. Installation for the study of the electromagnetic field inside the complete switchgear / Isabekov D. D.; declared 04/18/2018; publ. 06/26/2020, bul. No. 25].

11 Patent 34367 Respubliki Kazaxstan, MPK H02H 7/22. Ustrojstvo maksimal`noj tokovoj zashhity` na gerkonax / Klecel` M. Ya, Mashrapov B. E, Isabekov D. D, Babashev S. M.; zayavl. 10.10.2018; opubl. 05.06.2020, byul. № 22. [Patent 34367 of the Republic of Kazakhstan, IPC H02H 7/22. Overcurrent protection device on reed switches / Kletsel M. Ya, Mashrapov B. E, Isabekov D. D, Babashev S. M.; declared 10/10/2018; publ. 06/05/2020, bul. No. 22].

Материал поступил в редакцию 11.12.20.

*Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, О. М. Талипов<sup>2</sup>, М. Ж. Мусагажынов<sup>3</sup>*

### **Геркондағы максималды ток қорғау**

<sup>1,2</sup>Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

<sup>3</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Нұр-Сұлтан қ.

Материал баспаға 11.12.20 түсті.

*D. D. Issabekov<sup>1</sup>, O. M. Talipov<sup>2</sup>, M. Zh. Musagazhinov<sup>3</sup>*

### **Maximum current protection on reed switches**

<sup>1,2</sup>Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

<sup>3</sup>S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar, Nur-Sultan.

Material received on 11.12.20.

*Осы мақалада авторлар алғаш рет геркондарда орындалған максималды ток қорғанысын ұсынады, оны жиынтық тарату құрылғысының ұяшығында іске асыру мысалында. Берілген максималды ток қорғанысы электр қозғалтқыштарының көмегімен ток өткізгіш шиналардың жазықтығына қатысты геркондарды қашықтықтан ауыстыру арқылы тағайыншамаларды таңдауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді, ферромагнитті өзекшелері бар металл сыйымды және қымбат ток трансформаторларын пайдаланудың болмауы кез келген электр қондырғылары үшін ток қорғанысын құруға материалдық шығындарды азайтады.*

*Кілтті сөздер: геркон, пластина, ток өткізетін шина, тіреуіш планка, электрқозғалтқышы, уақыт беретін мен атқарушы органы.*

*In this article, for the first time, the authors propose the maximum current protection performed on reed switches, on the example of its implementation in a cell of a complete switchgear. The presented maximum current protection allows you to select setpoints by remote movement of reed switches relative to the plane of current-carrying buses using electric motors. the absence of the use of metal-intensive and expensive current transformers with ferromagnetic cores reduces the material cost of building current protections for any electrical installations.*

*Keywords: reed switch, plate, busbar, support bar, electric motor, timing and executive body.*

Теруге 11.12.2020 ж. жіберілді. Басуға 17.12.2020 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа  
3,99 Мб RAM

Шартты баспа табағы 26,6. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева  
Корректор: А. Р. Омарова  
Тапсырыс № 3715

Сдано в набор 11.12.2020 г. Подписано в печать 17.12.2020 г.

Электронное издание  
3,99 Мб RAM

Усл. печ. л. 26,6. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева  
Корректор: А. Р. Омарова  
Заказ № 3715

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
8 (7182) 67-36-69

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

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