

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

<https://doi.org/10.48081/NYRT5122>

**Ш. А. Мирзакулова<sup>1</sup>, А. Жаналинова<sup>2</sup>,  
Т. Г. Серіков<sup>3</sup>, А. Е. Анарбаев<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>«Тұран» университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

<sup>3</sup> С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.;

<sup>4</sup>Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

## **УАҚЫТША ҚАТАРДЫҢ ЫҒЫСУЫН СТАТИСТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ**

*Жұмыс барысында бес сағат бойы мультисервистік желінің қалалық магистралінде өлшенген UDP ХАТТАМАСЫ пакеттерінің қарқындылығы болып табылатын стационарлы емес уақытша қатар қарастырылады. Зерттелетін уақытша қатарға зерттеу әдістері – ADF-test, маусымдық айырымдық оператор және сингулярлы спектралдық талдау қолданылды. Matlab және AtteStat қолданбалы бағдарламалары пайдаланылды.*

*Өткізу ақпаратының көбею көлемі деректерді берудің негізгі желісі үшін оны өңдеу кезінде белгілі бір күрделілік береді. Екінші жағынан қазіргі қоғам өңделген ақпаратты берудің жоғары жылдамдығын талап етеді.*

*Жұмыс істейтін мультисервистік желінің ресурстары нарықтың өзгеруіне бейімделеді және базаларды жаңа қосымшалармен уақтылы жаңартуды жүзеге асыра отырып, пайдаланушыларға қажетті ақпаратты жеткізеді.*

*Демек, трафик көлемінің артуы ғана емес, оның құрылымының өзгеруі де орын алады, сондықтан желілік трафикті талдау бұрынғысына өзекті міндет болып қала береді. Өлшенген қатарлар негізінен стационарлық емес болып табылады. Мұндай қатарларды болжау, сондай-ақ күрделі құрылымы бар барлық ұлғайып келе жатқан деректер трафигін өңдейтін желілік құрылғылар үшін де өзекті болып табылады. Трафикті болжау артық жүктемені болдырмау үшін желідегі ақпараттық ағындарды басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.*

*Кілтті сөздер: уақытша қатар, ADF-test, SSA, саралау, UDP хаттамасы, NGN, мультисервистік желі, трафик, Дики-Фуллер тесті, сингулярлық спектр.*

## **Кіріспе**

Алматы қаласының мультисервистік желісі 2007 жылдан бастап жұмыс істейді, бұл жаңа буын NGN (Next Generation Network) желісі, ол пакеттік коммутациясы бар IP (Internet Protocol) протоколына негізделген. IP-телефония, IPTV, IP VPN және т.б. пакеттік IP-магистральдары өңделеді. Алматы қаласындағы Халыққа қызмет көрсету орталықтарында Денсаулық сақтау саласында когнитивті қызметтер іске қосылды [1, 2]. Бұл ретте жасанды интеллект деректерді – жаңадан түскен, алдыңғы деректерді жинауды жүзеге асырады және машиналық оқытуды пайдалана отырып дамиды және жауап ретінде пайдаланушыларға әртүрлі ақпаратты ұсынады. Бұл ретте бұрын терминалдардағы тиісті түймелерді ауыстырып қосу талап етілді. Нәтижесінде желіні пайдаланушылардың әр түрлі қызметінен ақпараттық ағындарға байланысты деректер көлемінің өсуі байқалады.

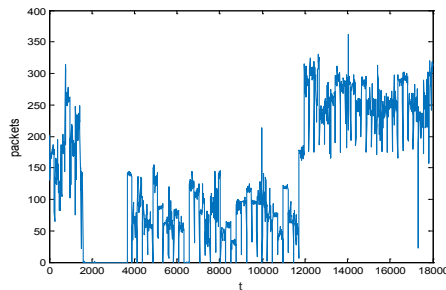
Өткізу ақпаратының көбею көлемі деректерді берудің негізгі желісі үшін оны өңдеу кезінде белгілі бір күрделілік береді. Екінші жағынан қазіргі қоғам өңделген ақпаратты берудің жоғары жылдамдығын талап етеді.

Жұмыс істейтін мультисервистік желінің ресурстары нарықтың өзгеруіне бейімделеді және базаларды жаңа қосымшалармен уақтылы жаңартуды жүзеге асыра отырып, пайдаланушыларға қажетті ақпаратты жеткізеді.

Демек, трафик көлемінің артуы ғана емес, оның құрылымының өзгеруі де орын алады, сондықтан желілік трафикті талдау бұрынғысынша өзекті міндет болып қала береді. Өлшенген қатарлар негізінен стационарлық емес болып табылады. Мұндай қатарларды болжау, сондай-ақ күрделі құрылымы бар барлық ұлғайып келе жатқан деректер трафигін өңдейтін желілік құрылғылар үшін де өзекті болып табылады. Трафикті болжау артық жүктемені болдырмау үшін желідегі ақпараттық ағындарды басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

## **Нәтижелер және талқылау**

Уақыт қатары әр 10 секунд сайын бақыланған пакеттер саны сандық бақылаулар жиынтығы болып табылады (сурет 1).



Сурет 1 – UDP пакетінің келу жылдамдығы

Тұрақты қатар ретінде [4]  $X_t$  уақытша қатарын білдіреді:

$$E(X_t) \equiv \mu, D(X_t) \equiv \sigma^2, Cov(X_t, X_{t+\tau}) = \gamma(\tau) \quad (1)$$

Бұл үш жағдайды орындау кезінде кең мағынада стационарлық (әлсіз стационарлық, екінші ретті стационарлық немесе ковариациялық стационарлық) болып бөлінеді. Стационарлық процестің ең қарапайым

мысалы ақ шу –  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_t, \dots$ . Қатар  $\varepsilon_t$  – ақ шу, егер ол:

$$E(\varepsilon_t) = 0, Var(\varepsilon_t) = \sigma^2, Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-k}) = 0 \quad (2)$$

Кең мағынадағы стационар емес, тіркелген жылжу кезінде корреляциялық функция немесе қатардың алғашқы моменті немесе екеуі де бірге алдын ала өзгереді. Тар мағынада стационарлы емес тарату функциясының уақыт өзгергіштігін білдіреді [5].

Стационарлық емес кездейсоқ процесс (кездейсоқ кезу процесі) келесі түрде беріледі:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3)$$

Жұмыста [6] зерттелетін үлестірудің нормалдылығының статистикалық бағасы орындалды және онда бастапқы және теориялық бөлінулер арасындағы алынған алшақтық сипатталған.

Мұны растау үшін біз 1988 жылы әзірленген және UnitRoot сынақтарына қатысты болатын Дики-Фуллер тестін (ADF-test) қолданамыз. ADF сынағы кездейсоқ серуендеуге және кездейсоқ жүрудің бірлік түбірі бар екендігіне

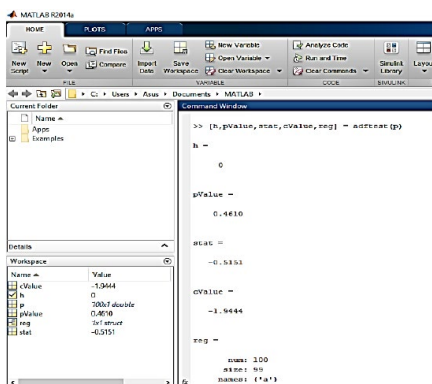
негізделген. Яғни, егер қарастырылатын айнымалы кездейсоқ жүрісте болса, онда ол стационарлық емес.

«Жалғыз түбір» ұғымы уақытша қатарларды талдау кезінде қолданылады, ол осы қатардың стационарлығының қасиетін сипаттайды.

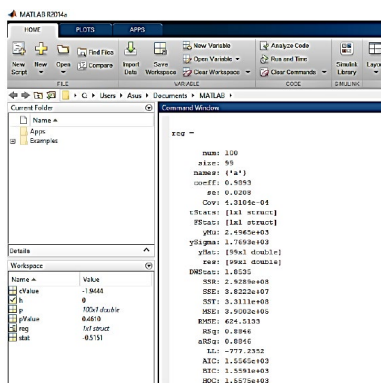
Нольдік гипотеза ( $H_0$ ) ретінде бірлі – жарым тамырдың болуы қарастырылады, яғни қатардың стационарсыздығы, альтернативті ( $H_1$ ) – қатар стационарлық болып табылады. Бұл ретте  $H_0$  нөлдік гипотезасы DS типті қатарға сәйкес келеді, ал альтернативті – TS типті қатарға сәйкес келеді.

2 және 3-суретте бастапқы қатардың тестілеу нәтижелері келтірілген.

Нәтижесінде  $P=0,461$  жоғары мән алынды, ол қатардың стационарлық емес екенін шын мәнінде растайды. Бұл жағдайда  $h=0$  сынақ нөлдік гипотезаны қабылдамады дегенді білдіреді.

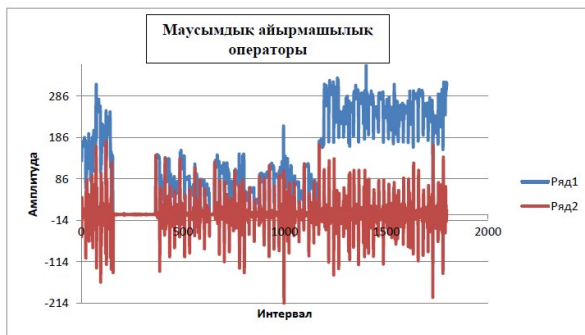


Сурет 2 – ADF-test шығыс деректері



Сурет 3 – Қосымша ақпарат ADF-test

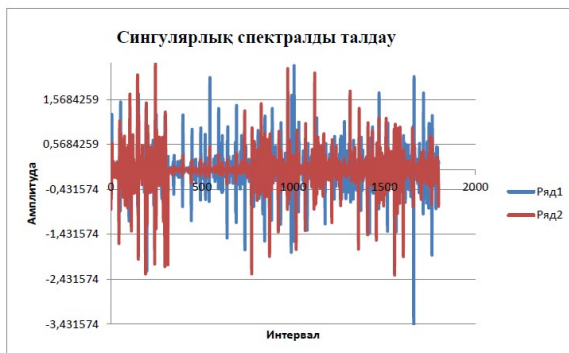
4 суретте бастапқы қатардың (1 қатар) және маусымдық айырмашылық операторды қолдану негізінде алынған қатардың кестелері келтірілген (2 қатар).



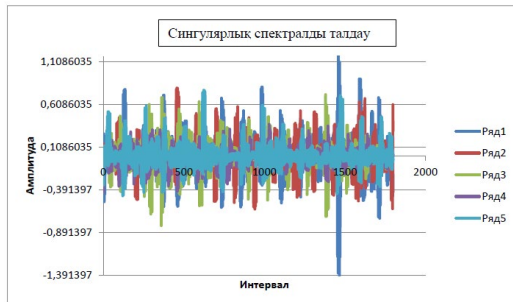
Сурет 4 – Бастапқы қатардың графиктері (1 қатар) және оның ығысуы (2 қатар)

Маусымдық оператордың көмегімен өсуге көшу немесе басқаша саралау (қатардың мәндерінің соңғы айырмашылықтарын алу) уақытша қатарды неғұрлым тұрақты етеді.

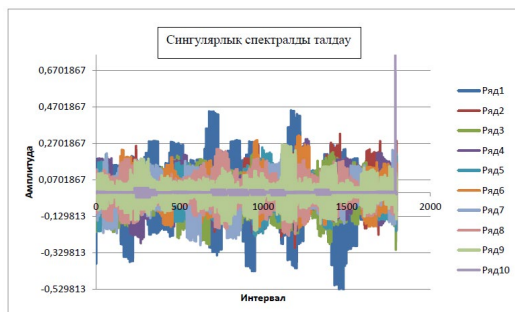
Алынған өсімді attestat бағдарламасында сингулярлық спектралдық талдау әдісімен қатардың декомпозициясына зерттейміз (5–7 суреттер).



Сурет 5 – 2 компонентке өсу декомпозициясы



Сурет 6 – 5 компонентке өсу декомпозициясы



Сурет 7 – 10 компонентке өсу декомпозициясы

Жоғарыда келтірілген суреттер 2, 5 және 10 бөлікке декомпозиция кезіндегі жоғары жиілікті тербелістер бар бастапқы қатардың (шу) өсуі де жоғары жиілікті тербелістерге ыдырайтынын көрсетеді.

Қорытынды

– зерттелетін қатар стационар емес. Дикки-Фуллер тестін қолдану  $p=0,461$  жоғары мәні нөлдік гипотезаны қабылдамады;

– шын мәнінде, бастапқы қатарды саралау нәтижесінде оның өсуі оның шулы компоненті, яғни жоғары жиілікті құрамдас бөлігі болып табылады;

– өсу декомпозициясы жоғары жиілікті Шу құрауыштарын оның жоғары жиілікті тербелісіне ғана бөлуге әкелді.

### Пайдаланған деректер тізімі

1 Денсаулық сақтау саласында жасанды интеллектті енгізу ҚР жоспарланған [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <https://www.zakon.kz/4888702-vnedrenie-iskusstvennogo-intellekta-v.html>.



2 Жасанды интеллект ХҚО-да қолданылады [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <https://www.zakon.kz/4891519-iskusstvennyu-intellekt-budut-primenyat.html>.

3 **Mirzakulova, Sh. A.** Studying network traffic using nonlinear dynamics methods [Текст]: Sh. Mirzakulova, V. P. Shuvalov, A. A. Mekler. – Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Volume 95 95: 5869-5880., No.21, Year 2017.

4 Тұрақты емес уақытша қатарлар [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <https://ppt-online.org/29668>.

5 **Королюк, В. С.** Справочник по теории вероятностей и математической статистике [Текст]: Королюк В. С., Портенко Н. И., Скороход А. В., Турбин А. Ф. – М.: Наука, 1985. – 640 б.

6 **Мирзакулова, Ш. А.** Статистическая оценка основных тенденций измеренного временного ряда [Текст]: С. У. Исакова, Ш. А. Мирзакулова. – Вестник КРСУ, 2018. – Том 18. – № 12 – 51–54 б.

7 ADF test – interpreting the results [Электронды ресурс]. – Кіру режимі: <https://stats.stackexchange.com/questions/265603/adf-test-interpreting-the-results>.

8 **Сағтаров, Ш.** Будущее уже здесь // Международная конференция компании Ucell по М2М технологиям – 30.11.2016.

9 **Говоркова, В.** Рынок М2М услуг в Казахстане растет на 15–20 % в год. – <https://kapital.kz/tehnology/10581/rynok-m2m-uslug-v-kazahstane-rastet-na-15-20-vgod.html> (31.03.2013).

10 **Домбровский, Н.** Казахстан: развитие М2М-технологий – от автоматизации бытовой электроники до госструктур местного уровня / Н. Домбровский. – Forbes Kazakhstan, № 23 (июль ‘13).

## References

1 Densaýlyq saқтау саласында жасанды интеллектти енгізіу QR жоспарланған [Kazakhstan plans to introduce artificial intelligence in healthcare] / [Electronic resource]. – Кіру режимі: <https://www.zakon.kz/4888702-vnedrenie-iskusstvennogo-intellekta-v.html>.

2 Jasandy intellekt HQO-da qoldanylady [Artificial intelligence to be used in PSC] / [Electronic resource]. – Кіру режимі: <https://www.zakon.kz/4891519-iskusstvennyu-intellekt-budut-primenyat.html>.

3 **Mirzakulova, Sh. A.** Studying network traffic using nonlinear dynamics methods [Текст]: Sh. Mirzakulova, V. P. Shuvalov, A. A. Mekler. – Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Volume 95 95: 5869-5880., No.21, Year 2017.

4 Turaqty emes ýaqytsha qatarlar [Irregular time series] / [Electronic resource]. – Кіру режимі: <https://ppt-online.org/29668>.

5 **Korolyk, V. S.** Spravochnik po teorii veroiatnostei i matematicheskoj statistike [Handbook of probability theory and mathematical statistics] / [Текст]: Королук В. С., Портенко Н. И., Скороход А. В., Турбина А. Ф. – М. : Наука, 1985. – 640 б.

6 **Mirzakýlova, Sh. A.** Statisticheskaya otsenka osnovnykh tendentsiy izmerennogo vremennogo riada [Statistical assessment of the main trends in the measured time series] / [Текст]: С. У. Исакова, Ш. А. Мирзакулова. – Вестник КPCY, 2018. – Том 18. – № 12 – 51–54 б.

7 ADF test – interpreting the results [Electronic resource]. – Кіру режимі: <https://stats.stackexchange.com/questions/265603/adf-test-interpreting-the-results>

8 **Sattarov, Sh.** Býdее ýje zdes//Mejdýnarodnaia konferentsiia kompanii Ucell po M2M tehnologuam [Sattarov Sh. the future is here // International conference of Nkell on M2M technology]. – 30.11.2016.

9 **Govorkova, V.** Rynok M2M ýslýg v Kazahstane rastet na 15–20 % v god. [Govorkova V. the market of M2M services in Kazakhstan is growing by 15–20 % per year.] – <https://kapital.kz/tehnology/10581/rynok-m2m-uslug-v-kazahstane-rastet-na-15-20-vgod.html> (31.03.2013).

10 **Dombrovskii, N.** Kazahstan: razvitie M2M-tehnologiy – ot avtomatizatsii bytovoi elektroniki do gosstrýktýr mestnogo ýovnia [Dombrovskiy N. Kazahstan: development of M2M technologies – from consumer electronics automation to local government structures] / N. Dombrovskii. – Forbes Kazahstan, № 23 (iyúl ‘13).

Материал поступил в редакцию 11.12.20.

*Ш. А. Мирзакулова<sup>1</sup>, А. Жаналинова<sup>2</sup>, Т. Г. Серіков<sup>3</sup>, А. Е. Анарбаев<sup>4</sup>*

### **Статистическое исследование смещения временных рядов**

<sup>1,2</sup>Университет «Туран»,

Республика Казахстан, г. Алматы;

<sup>3</sup>Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,

Республика Казахстан, г. Нур-Султан;

<sup>4</sup>Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал баспаға 11.12.20 түсті.

Sh. A. Mirzakulova<sup>1</sup>, A. Zhanalinova<sup>2</sup>, T. G. Serikov<sup>3</sup>, A. E. Anarbayev<sup>4</sup>

### Statistical study of time series bias

<sup>1,2</sup>«Turan» University,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

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

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.

<sup>4</sup>Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 11.12.20.

*В процессе работы предусматривается стационарный временный ряд, который является интенсивностью пакетов протокола UDP, измеренных на городской магистрали мультисервисной сети в течение пяти часов. В исследуемой временной ряд использовались методы исследования – ADF-test, сезонный разносторонний оператор и сингулярный спектральный анализ. Использовались прикладные программы Matlab и AtteStat.*

*Увеличенный объем пропускной информации дает определенную сложность при ее обработке для основной сети передачи данных. С другой стороны, современное общество требует высокой скорости передачи обрабатываемой информации.*

*Ресурсы функционирующей мультисервисной сети адаптируются к изменениям рынка и доставляют пользователям необходимую информацию, осуществляя своевременное обновление баз новыми приложениями.*

*Следовательно, происходит не только увеличение объема трафика, но и изменение его структуры, поэтому анализ сетевого трафика по-прежнему остается актуальной задачей. Измеренные ряды в основном нестационарные. Прогнозирование таких рядов также актуально для сетевых устройств, обрабатывающих все увеличивающийся трафик данных со сложной структурой. Прогнозирование трафика позволяет осуществлять управление информационными потоками в сети во избежание перегрузки.*

*Ключевые слова: временный ряд, ADF-test, SSA, дифференцирование, протокол UDP, NGN, Мультисервисная сеть, трафик, тест Дики-Фуллера, сингулярный спектр*

*In the process of operation, a stationary time series is provided, which is the intensity of UDP Protocol packets measured on the urban backbone of a multi-service network for five hours. In the studied time series, the research methods were used – ADF-test, seasonal versatile operator, and singular spectral analysis. Matlab and AtteStat applications were used.*

*The increased amount of bandwidth information gives a certain complexity in its processing for the main data transmission network. On the other hand, modern society requires high-speed transmission of processed information.*

*The resources of a functioning multiservice network adapt to market changes and deliver the necessary information to users, providing timely database updates with new applications.*

*Consequently, there is not only an increase in traffic volume, but also a change in its structure, so the analysis of network traffic is still an urgent task. The measured series are mostly non-stationary. Forecasting such series is also relevant for network devices that process ever-increasing data traffic with a complex structure. Traffic forecasting allows you to manage information flows in the network to avoid congestion.*

*Key words: time series, ADF-test, SSA, differentiation, UDP protocol, NGN, multiservice network, traffic, Dickie-Fuller test, singularity spectrum*

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)