

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

---

# ШМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



# ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 1811-1858

№ 1 (2020)

---

Павлодар

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

**Энергетическая серия**

выходит 4 раза в год

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**О постановке на учет, переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций 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

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., *к.техн.н., профессор***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
 Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*  
 Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
 Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*  
 Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*  
 Бороденко В. А., *д.т.н., профессор*  
 Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
 Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
 Марковский В. П., *к.т.н., доцент*  
 Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*  
 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 ПГУ» обязательна

**МАЗМҰНЫ****Айтимова У. Ж., Ораз Қ. Е.**

Мал шаруашылығында IT-технологияларды енгізу .....15

**Акашев З. Т., Мехтиев А. Д., Булатбаев Ф. Н., Булатбаева Ю. Ф.**Жұмыс төсемінің белгіленген қозғалыс режимі кезінде  
пластиналы конвейердің тиелуін талдау .....23**Акашев З. Т., Булатбаев Ф. Н., Мехтиев А. Д., Булатбаева Ю. Ф.**Көпқұрамды крутонаклонды пластиналы конвейер – эскалатордың  
параметрлерін таңдау және есептеу .....34**Акашев З. Т., Булатбаев Ф. Н., Мехтиев А. Д., Булатбаева Ю. Ф.**Тақтайша конвейерлерді жүктеу кезінде туындайтын динамикалық  
жүктемелерді зерттеу .....46**Акимбеков Е. Т.**Ақпараттық қауіпсіздікті ұйымдастырудың физикалық қағидалары  
бойынша құпиялықты бұзу қаупінен қорғау .....60**Анарбаев А. Е., Әбілқасым К. Т.**Arduino платформасында жасалған дисплей бар  
автоматтандырылған рюкзак .....72**Анисимов Ю. В., Рожков В. И.**Кернеуі 110–35 кВ күштік трансформаторлардың  
қорғаныстарын тиімділігін бағалау .....80**Атанов С. К., Муканова Ж. А.**Кедергіге ұшыраған деректерді өңдеу алгоритмін  
бағдарламалық іске асыру .....87**Базарханов А. Ж., Касанова А. Ж.**Шикі мұнайды айыру жүйесінің жылу интегралдық схемасын жобалау  
және оңтайландыру (әдеби шолу) .....98**Бакибаев А. А., Джантиминова З. Ж., Елубай М. А.**Техникалық резеңке қалдықтарымен битумдарды  
модификациялауды зерттеу .....106**Бокижанов Г. И., Бокижанова А. Г., Дужилова С. Н.**Айнымалы ток МГД генератор арқылы  
электр стансының пайдалы әрекет коэффициентті көтеру .....112**Болатова А. Б., Хамитова Г. Ж., Абишев К. К.,****Касенов А. Ж., Хусан Б.**  
Астынатүсу қабатты жүйемен пайдалы қазбалар  
кенорындарын өңдеу кезінде жерасты құрылысы конструкциясының  
сенімділік параметрлері .....120**Булатбаев Ф. Н., Мехтиев А. Д., Булатбаева Ю. Ф.**Шахталық көтергіш машиналардың болат құрылымдарын жетілдіру  
және олардың металл сыйымдылығын төмендету .....130

5 **Коняевский, В. А.** Управление защитой информации на базе СЗИ НСД «Аккорд». – М. : Радио и связь, 1999, – с. 325.

6 International Standards Organization. Information Processing Systems – Basic Reference Model. – Part 2 : Security Architecture. ISO/DIS 7498-2. – 1984. – 64 p.

7 International Standards Organization. Information Processing Systems – OSI Reference Model. – Part 2 : Security Architecture. ISO 7498/PDAD-2. – 1986. – 65 p.

Материал поступил в редакцию 26.03.20.

*М. А. Чуприна<sup>1</sup>, А. Д. Тастенов<sup>2</sup>, О. А. Андреева<sup>3</sup>*

**Телекоммуникациялық жүйелер автоматтандырылған басқару жүйесінің транспорттық ортасы ретінде және ақпараттық қауіпсіздік мәселелері**

<sup>1,2,3</sup>Энергетика факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 26.03.20 баспаға түсті.

*M. Chuprina<sup>1</sup>, A. Tastenov<sup>2</sup>, O. Andreyeva<sup>3</sup>*

**Telecommunication systems as transport environment of automated control systems and problems of information security**

<sup>1,2,3</sup>Faculty of Energy Engineering,

S. Toraihyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 26.03.20.

*Мақалада математикалық моделдеу әдісімен тік түсетін сыртқы сипаттамасы бар резонанстық ток көзінің өтпелі процестеріне зерттеу жүргізілді, резонанстық контур сыйымдылығының әртүрлі бірліктері мен мәндері кезінде токтың осциллограммалары алынды, модельдеу нәтижелеріне талдау жасалды.*

*The article deals with the study of transients of a resonant current source with a steeply falling external characteristic by the method of mathematical modeling, current waveforms are obtained at different q-values and capacitance values of the resonant circuit, the analysis of the simulation results is performed.*

ГРНТИ 44.29.01

**Б. К. Шапкенов<sup>1</sup>, В. П. Марковский<sup>2</sup>, А. П. Кислов<sup>3</sup>,  
М. Б. Кайдар<sup>4</sup>, А. Б. Кайдар<sup>5</sup>, А. К. Жумадилова<sup>6</sup>,  
О. Т. Кожанова<sup>7</sup>, Р. М. Ирсымова<sup>8</sup>, С. М. Иманбек<sup>9</sup>**

<sup>1</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

<sup>2</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

<sup>3</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

<sup>4</sup>менеджер, ЗАО «Казтрансгаз», г. Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан;

<sup>5</sup>м.т. и т., проектный менеджер, АО «Alageum Electric», г. Нур-Султан, Республика Казахстан;

<sup>6</sup>к.т.н., асоц. профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

<sup>7</sup>магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

<sup>8</sup>магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

<sup>9</sup>магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: <sup>1</sup>argin\_intel@mail.ru; <sup>2</sup>wadim54@mail.ru; <sup>4</sup>m.kaidar@amangeldygaz.kz;

<sup>5</sup>argin\_intel@mail.ru; <sup>6</sup>aliask@mail.ru

## **МЕРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ КОСВЕННОМ ПРИКОСНОВЕНИИ**

*Применение малого напряжения, компенсации емкостных токов, защитного заземления, электрическое разделение сети, усиления рабочей изоляции, а также внедрения устройств защитного отключения и других средств позволяют повысить безопасность обслуживающего персонала.*

*Следует отметить, что все указанные средства уменьшают опасность поражения электрическим током, однако не обеспечивают полной безопасности работы.*

*Для научного обоснования объективных средств защиты от электропоражения необходимо исследовать условия возможного протекания тока через тело человека, определить закономерности*

изменения этого тока, и на этой основе выбрать необходимые и достаточные технические средства защиты.

В данной статье речь пойдет о мерах защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении. Рассмотрен принцип действия устройства защитного отключения источника питания.

Ключевые слова: косвенное прикосновение, поражение электрическим током, сопротивление заземляющего устройства открытой проводящей части, сопротивление заземляющего устройства источника питания, уравнивание потенциалов.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ технических средств защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении показывает необходимость правильного применения средств защиты.

В соответствии с 413-м разделом МЭК 60 364-4-41 [1] мерами для обеспечения защиты от косвенного прикосновения являются:

- автоматическое отключение питания за определенное время;
- применение электрооборудования класса II или с равноценной изоляцией;
- применение изолирующих (непроводящих) помещений, зон, площадок;
- использование незаземленной системы местного уравнивания потенциалов);
- электрическое разделение цепей (с помощью разделяющего трансформатора или источника питания, равноценного ему по степени обеспечения электробезопасности).

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Защита посредством автоматического отключения питания в установленном время может быть использована в системах заземления типов TN, TT и IT (примеры выполнения этих систем заземления в сетях трехфазного переменного тока представлены на рисунок 1).

Обозначения на схеме:

$R_A$  – сопротивление заземляющего устройства открытой проводящей части;

$R_B$  – сопротивление заземляющего устройства источника питания;

1 – источник питания;

2 – открытая проводящая часть.

#### Буквенное обозначение типов систем заземления:

Первая буква – характер заземления источника питания:

**T** – непосредственное присоединение одной точки токоведущей части к земле;

**I** – все токоведущие части изолированы от земли или одна точка заземлена через сопротивление.

Вторая буква – характер заземления открытых проводящих частей электроустановки:

**T** – непосредственная связь открытых проводящих частей с землей;

**N** – непосредственная связь открытых проводящих частей с точкой заземления источников питания (в системах переменного тока обычно заземляется нейтраль).

Третья буква – устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

**C** – функции нулевого рабочего (N) и нулевого защитного проводников (PE) объединены в одном проводнике (PEN);

**S** – функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников обеспечиваются отдельными проводниками (соответственно N и PE).

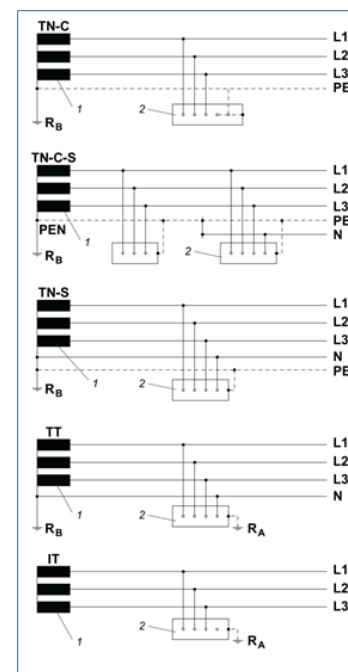


Рисунок 1 – Примеры выполнения систем заземления TN, TT и IT переменного тока

Для эффективного функционирования автоматического отключения питания должны быть выполнены следующие мероприятия:

- заземлены открытые проводящие части посредством защитного проводника;
- реализована основная система уравнивания потенциалов – соединение основного (магистрального) защитного проводника с металлическими частями конструкций здания, трубами и основным заземляющим зажимом (рисунок 2).

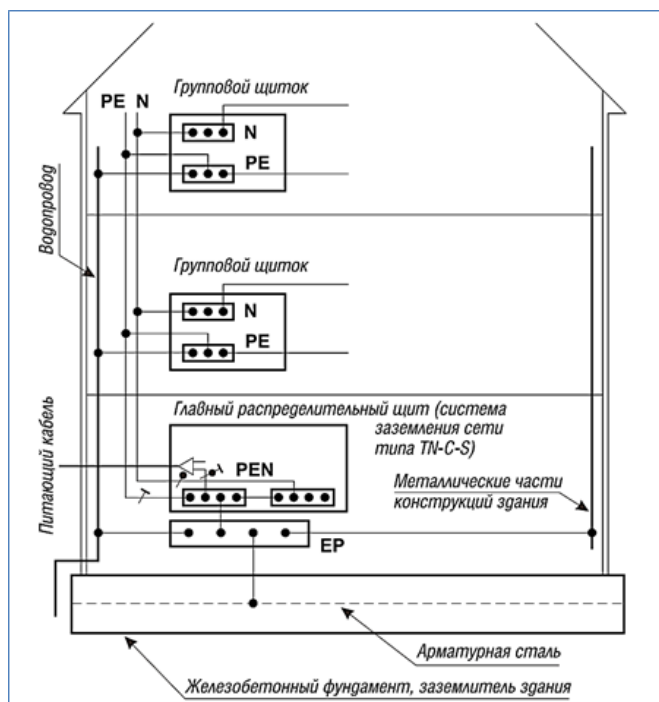


Рисунок 2 – Пример выполнения уравнивания потенциалов в здании (фазные проводники с целью упрощения рисунка не показаны)

Целью выполнения заземления является поддержание открытых проводящих частей электроустановки на потенциале, по возможности, близком к потенциалу земли. Правильно выполненное заземление должно:

- обеспечить нормальное функционирование оборудования;
- ограничить воздействие перенапряжений и сверхтоков;
- защитить от поражения электрическим током.

Величина сопротивления заземляющего устройства зависит от цели его использования и определяется различными стандартами. Требования к заземляющим устройствам и защитным проводникам приведены в стандарте МЭК 60 364-5-54.

Автоматическое отключение источника питания обеспечивается устройствами, которые должны осуществить отключение в случае, если на открытых проводящих частях возможно появление напряжения прикосновения, превышающее допустимое значение  $U_L$ , принятое согласно стандарту МЭК 60364-4-41 равным 50 В. В ряде специальных установок в соответствии с действующими стандартами нормируются меньшие значения  $U^L$ . Считается, что в этих установках, из-за неблагоприятных с точки зрения электробезопасности условий, значение полного сопротивления тела человека обычно понижено [2].

**Основная система уравнивания потенциалов объединяет:**

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной заземляющий зажим (EP);
- систему труб в здании и между зданиями (газ, вода);
- металлические части конструкций здания, системы центрального отопления, вентиляции, кондиционирования.

- нулевой рабочий проводник (N);
- нулевой защитный проводник (PE);
- совмещенный нулевой рабочий и нулевой защитный проводник (PEN).

Наибольшее время, в течение которого должно произойти автоматическое отключение источника, нормировано [3, 4]. Например, в сетях системы TN для цепей, питающих передвижное или переносное оборудование класса I посредством штепсельных розеток или без них, при номинальном напряжении между фазой и землей, равном 230 В, время отключения не должно превышать 0,4 с.

Для цепей, питающих стационарное электрооборудование, максимально допустимое время отключения составляет 5 с. Максимально допустимые значения времени отключения определены, исходя из знаний о воздействии электрического тока на организм человека (рисунок 3).

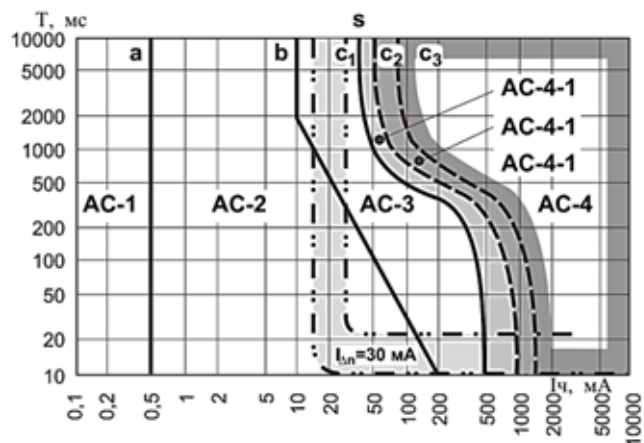


Рисунок 3 – Граничные кривые переменного тока

Если требуемые значения времени отключения источника питания посредством защиты от сверхтока не могут быть получены обычными способами (выбором устройства защиты, увеличением сечений проводников для получения нужного значения полного сопротивления цепи замыкания), необходимо применение дополнительной системы уравнивания потенциалов или использование УЗО. Среди устройств, обеспечивающих автоматическое отключение источника питания, УЗО занимает особое место. Как и другие устройства автоматического отключения, УЗО способно защитить человека при прикосновении к открытым проводящим частям в случае нарушения изоляции токоведущих частей. Однако, УЗО является единственным устройством, способным защитить человека от прямого случайного прикосновения к токоведущей части. УЗО могут быть использованы в электрических сетях с системами заземления типов TN-C-S, TN-S, TT и IT (рисунок 1).

### ВЫВОДЫ

Использование УЗО в цепях без защитного проводника (например, в старых двухпроводных сетях с проводами L и N) согласно новым требованиям не должно считаться достаточной мерой для обеспечения безопасности при прикосновении к открытым проводящим частям даже в том случае, когда номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО не превышает 30 мА. Это следует из требования для защиты от косвенного прикосновения к открытым проводящим частям посредством автоматического отключения питания, которое предписывает присоединение всех открытых проводящих

частей к защитному проводнику в соответствии с особенностями типов системы заземления.

Применение двух и более мер защиты в электроустановке не должно оказывать взаимного влияния, снижающего эффективность каждой из них.

Защиту при косвенном прикосновении выполняют во всех случаях, если напряжение в электроустановке превышает 50 В переменного и 120 В постоянного тока. В помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках выполнение защиты при косвенном прикосновении может потребоваться при более низких напряжениях, например, 25 В переменного и 60 В постоянного тока или 12 В переменного и 30 В постоянного тока при наличии требований соответствующих глав ПУЭ.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 МЭК 60 364-4-41. Электроустановки зданий. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. ГОСТ 30331.3-95/ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92). [Электронный ресурс]. – <https://online.zakon.kz> > Document.

2 Шапкенов, Б. К. Охрана труда и техника безопасности для энергетиков: учебник. – Павлодар : ЭКО, 2010. – 514 с. ISBN 978-601-284-002-5.

3 Повышение эффективности электроснабжения городских электрических сетей : монография / Б. К. Шапкенов, А. Б. Кайдар, А. П. Кислов, В. П. Марковский, М. Б. Кайдар. – Павлодар : Кереку, 2016. – 153 с. ISBN 978-601-238-674-5.

4 Шапкенов, Б. К., Кайдар, А. Б., Кайдар, М. Б. Оптимизация параметров и режимов работы городских электрических сетей : монография / Б. К. Шапкенов, А. Б. Кайдар, М. Б. Кайдар. – Алматы : Эверо, 2016. – 176 с. ISBN 978-601-310-762-2.

Материал поступил в редакцию 26.03.20.

*Б. К. Шапкенов<sup>1</sup>, В. П. Марковский<sup>2</sup>, А. П. Кислов<sup>3</sup>, М. Б. Кайдар<sup>4</sup>,  
А. Б. Кайдар<sup>5</sup>, А. К. Жумадилова<sup>6</sup>, О. Т. Кожанова<sup>7</sup>, Р. М. Ирсымова<sup>8</sup>,  
С. М. Иманбек<sup>9</sup>*

**Жанама жанасу кезінде электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары**

<sup>1,2,3,6,7,8,9</sup>С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;  
<sup>4</sup>ЖАҚ «Казтрансгаз»,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы;  
<sup>5</sup>АҚ «Alageum Electric»,  
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы.  
Материал 26.03.20 баспаға түсті.

*B. K. Shapkenov<sup>1</sup>, V. P. Markovsky<sup>2</sup>, A. P. Kislov<sup>3</sup>, M. B. Kaidar<sup>4</sup>, A. B. Kaidar<sup>5</sup>,  
A. K. Zhumadirova<sup>6</sup>, O. T. Kozhanova<sup>7</sup>, R. M. Irsymova<sup>8</sup>, O. T. Kozhanova<sup>9</sup>*

**Electrical safety measures for indirect touch**

<sup>1,2,3,6,7,8,9</sup>S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;  
<sup>4</sup>Kaztransgas LLP,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan;  
<sup>5</sup>Alageum Electric JSC,  
Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.  
Material received on 26.03.20.

*Төмен кернеуді пайдалану, сыйымды токтардың орнын толтыру, қорғаныс жерге қосу, желіні электрлік бөлу, жұмыс оқшаулауын күшейту, сондай-ақ қалдық ток сөндіргіштері мен басқа да құралдарды енгізу қызметкерлердің қауіпсіздігін арттыруы мүмкін. Айта кету керек, бұл құралдардың барлығы электр тогының соғу қаупін азайтады, бірақ толық қауіпсіздікті қамтамасыз етпейді.*

*Электр тогынан қорғаудың объективті құралдарын ғылыми негіздеу үшін адам ағзасы арқылы токтың болуы мүмкін жағдайларын зерттеу керек, осы токтың өзгеру заңдылықтарын анықтау керек және осы негізде қажетті және жеткілікті техникалық қорғаныс құралдарын таңдау қажет. Бұл мақалада жанама қол тигізген кезде ток соғудан қорғау шаралары қарастырылады. Қорек көзінің қорғаныштық өшіру жұмысының принципі қарастырылады.*

*The use of low voltage, compensation of capacitive currents, protective grounding, electrical separation of the network, amplification of working*

*isolation, as well as the introduction of residual current circuit breakers and other means can increase the safety of staff. It should be noted that all of these tools reduce the risk of electric shock, but do not provide complete safety.*

*For the scientific justification of objective means of protection against electric shock, it is necessary to study the conditions for the possible flow of current through the human body, to determine the patterns of change in this current, and on this basis to select the necessary and sufficient technical means of protection. This article will focus on measures of protection against electric shock when indirectly touched. The principle of operation of the protective shutdown of the power source is considered.*

Теруге 26.03.2020 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2020 ж. қол қойылды.  
Пішімі 70x100  $\frac{1}{16}$ , Кітап-журнал қағазы.  
Шартты баспа табағы 29,1. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы  
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас  
Тапсырыс № 3584

Сдано в набор 26.03.2020 г. Подписано в печать 31.03.2020 г.  
Формат 70x100  $\frac{1}{16}$ . Бумага книжно-журнальная.  
Усл. печ. л. 29,1. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы  
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас  
Заказ № 3584

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

«Toraighyrov University» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
67-36-69  
e-mail: kereku@psu.kz  
www.vestnik.psu.kz