

**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 1680-9165

№ 1 (2021)

---

**ПАВЛОДАР**

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

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ63VPY00028965

выдано  
Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация результатов фундаментальных и прикладных научных исследований  
по широкому спектру проблем в области металлургии, машиностроения, транспорта,  
строительства и естественных наук

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/ERLV4618>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,344**

---

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 Исаева КуралайСметкановна 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

**А. О. Могила, Е. С. Орынбеков**

Международная образовательная корпорация,

Республика Казахстан, г. Алматы

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА МОДИФИКАТОРА НА ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОШКОВОГО БЕТОНА**

*Стратегия создания высокофункциональных порошковых бетонов сводится к значительному добавлению дисперсных наполнителей, что, в свою очередь, приводит к актуальности проблемы подбора пластифицирующих добавок в составах порошковых бетонов. Для правильного подбора добавок, модифицирующих свойства бетона, необходимо четкое представление о механизме их действия и получаемом техническом результате.*

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с влиянием модификаторов на гидрофизические свойства высокофункционального порошкового бетона, модифицированного органическими добавками различной природы. Приводятся результаты исследования влияния вида и дозировки суперпластификаторов в комплексах функциональных добавок на свойства реакционно-порошкового бетона конкретной минеральной системы из сырья Алматинской области. В данных исследованиях большее внимание уделяется зависимости природы суперпластифицирующих добавок к таким характеристикам, как водопоглощение и проницаемость порошкового бетона.*

*Ключевые слова: порошковый бетон, органические модификаторы, природа суперпластификатора, гидрофизические свойства.*

### **Введение**

В настоящее время в Казахстане растет спрос на производство сложных строительных конструкций, бетонных изделий с повышенными эксплуатационными характеристиками и их ремонт, что обуславливает использование в современном строительстве высокофункционального порошкового бетона.

Одной из особенностей порошкового бетона является снижение внутреннего трения при течении дисперсных суспензий по сравнению с крупнозернистыми и щебёночными, и, вследствие чего, высокая текучесть бетонной смеси, которая позволяет изготавливать сложные архитектурные и тонкостенные конструкции [1].

Концепция получения высокофункциональных порошковых бетонов направлена на кардинальное изменение подхода к составу и топологической структуре бетона, применяя в значительно большем количестве минеральные реологически- и реакционно-активные наполнители и эффективные суперпластификаторы с высокими функциональными свойствами.

Высокие технические свойства порошковых бетонов обеспечиваются многокомпонентностью состава и высокими функциональными свойствами

компонентов. Отдельные составляющие такого бетона выходят на микро-, и наноуровень.

Минеральные композиции порошкового бетона после взаимодействия между собой способствуют созданию разнообразия показателей удобоукладываемости смеси и прочности бетона, что определяется, согласно [2], морфологией, дисперсностью частиц и свойствами поверхности индивидуальных компонентов.

При синтезе минеральных и органических добавок в цементных композитах появляется возможность целенаправленно формировать улучшенные характеристики готовых изделий на всех этапах производства.

Важная особенность реакционного порошкового бетона – его низкая проницаемость, вследствие чего – высокая долговечность. Согласно исследованиям авторов [3], этот бетон может выдержать более 1000 стандартных циклов замораживания-оттаивания без проявления признаков разрушения. Благодаря высокой долговечности реакционного порошкового бетона в условиях сурового климата этот материал может быть использован для архитектурного оформления фасадов в различных климатических зонах [4].

Процесс формирования структуры бетонных смесей с модифицирующей добавкой на ранней стадии твердения зависит от ряда факторов: химико-минералогического состава цемента, водоцементного отношения, вида и количества добавок, условий твердения.

В действующих нормативно-технических документах [5–6] излагаются классификации добавок по их основным свойствам и способы испытания модификаторов по существующим стандартам и методикам.

Для регулирования технологических параметров и получения бетонных смесей с низким водоцементным отношением, обладающих высокой когезией и нерасслаиваемостью, применяют суперпластификаторы органического происхождения, основная функция которых заключается в диспергировании химической среды в гетерогенных системах [7–10].

По своей природе суперпластификаторы разделяют на: сульфированные меламиноформальдегидные смолы, продукты конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида, модифицированные лигносульфонаты, добавки на основе поликарбоксилатов, а также комбинированные [11].

Сложная многофазовая система бетона состоит из цементного камня с правильно распределенными в нём включениями зерен песка и наполнителей, а также большого количества мелких пор, насыщенных водными растворами и воздухом.

На структуру бетона, и, вследствие, на прочность и долговечность сооружений имеет негативное влияние водная среда. Интенсивность ее влияния связана с гидрофизическими свойствами бетона.

Водопоглощение является одним из важнейших гидрофизических свойств бетона, от численного значения которого зависят и другие свойства, в том числе морозостойкость, коррозиестойкость и деформационные характеристики.

Известно, что одним из способов повышения эксплуатационных характеристик бетона и снижения параметров проницаемости является использование модификаторов различного состава, которые способствуют оптимизации процессов структурообразования за счет инициирования формирования гидратных соединений [12].

#### Материалы и методы

В работе за основу была принята композиция, имеющая в своем составе: портландцемент типа ЦЕМ II/A (ПЦ 400Д0), песок фракции до 0,63 с  $M_k=0,7$  месторождения Аксайское V, каменная мука из отсевов камнедробления месторождения Аксайское V, микрокремнезем конденсированный МКУ 85 (микросилика), вода.

Расход сырьевых компонентов, кг/м<sup>3</sup> (масс. %): портландцемент – 720 (30 %); песок строительный – 1030 (43 %); каменная мука – 310 (13 %); микрокремнезем – 70 (3 %); вода – 264 (11 %).

Водоцементное отношение было принято равным 0,37.

В качестве пластифицирующих были исследованы следующие добавки, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Используемые пластифицирующие добавки

Основа	Наименование пластифицирующей добавки
Меломиновая	СУПЕРФЛУИД Т;
Нафталиновая	СУПЕРФЛУИД;
Поликарбоксилатная	Master Glenium 977, Sika ViscoCrete 20HE, Sika Viscocrete T-100, Sika Viscocrete EWR-300, СУПЕРФЛУИД 21Ф;
Лигносulfонаты и поликарбоксилаты	Sikament FNF;
Полимеры и замедлители	SikaTard M-20;
Сополимеры винилацетата и винилверсатата	ELOTEX HD1500

После подбора компонентов образцов и исследуемых модификаторов, были изготовлены образцы бетона с различными видами и дозировкой пластификаторов.

Эффективность влияния пластифицирующих добавок на водопоглощение образцов бетона производили согласно ГОСТ 12730.3-78 [13].

Перед определением водопоглощения сухие образцы бетона с постоянной массой взвешивали. Далее погружали в воду, основываясь двумя методами: методом капиллярного подсоса и объемного водопоглощения.

Согласно методу капиллярного подсоса, образцы погружали в емкость с водой в вертикальном положении, на 1 см.

При методе объемного водопоглощения образцы помещали в емкость, наполненную водой, при этом уровень воды в емкости был выше верхнего уровня уложенных образцов на 5 см.

Через 24 часа после начала эксперимента, образцы взвешивали.

Водопоглощение бетона отдельного образца по массе  $W_m$  и по объему  $W_o$  в процентах определяли по формулам:

$$W_m = \frac{m_b - m_c}{m_c} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

$$W_o = \frac{m_b - m_c}{V} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $m_c$  – масса высушенного образца, г;

$m_b$  – масса водонасыщенного образца, г;

$V$  – объем материала до увлажнения, м<sup>3</sup>.

### Результаты и обсуждение

Результаты проведенных испытаний на водопоглощение бетона с различными модификаторами методом капиллярного подсоса и объемного водопоглощения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние типа и дозировки добавки на водопоглощение бетона

№	Наименование добавки	Масса высушенного образца, кг	Масса водонасыщенного образца, кг		Водопоглощение, %	
	Дозировка, % от тц		Метод капиллярного подсоса	Метод объемного водопоглощения	Метод капиллярного подсоса	Метод объемного водопоглощения
1	2	3	4	5	6	7
1	-	0,479	0,495	0,517	3,3	7,4
2	Sika ViscoCrete 20HE	0,508	0,515	0,540	1,4	5,9
	0,5					
3	Sika ViscoCrete 20HE	0,519	0,526	0,551	1,3	5,8
	1					
4	Sika ViscoCrete 20HE	0,509	0,517	0,546	1,5	6,8
	1,5					
5	Sika ViscoCrete 20HE	0,525	0,532	0,557	1,3	5,7
	2					
6	Sikament FNF	0,468	0,476	0,506	1,7	7,5
	1,5					
7	Sikament FNF	0,498	0,503	0,520	1	10
	2					
8	Sikament FNF	0,418	0,427	0,452	2,1	7,5
	2,5					
9	Sika Viscocrete T-100	0,523	0,536	0,573	2,4	8,7
	2					
10	Master Glenium 977	0,455	0,460	0,481	1,1	5,4
	2					

11	Master Glenium 977	0,460	0,465	0,492	1,1	6,5
	2,5					
12	Sika Viscocrete EWR-300	0,536	0,441	0,461	1,1	5,4
	1,5					
13	Sika Viscocrete EWR-300	0,460	0,465	0,482	1,1	4,6
	2					
14	SikaTard M-20	0,421	0,442	0,463	4,8	9,1
	1					
15	SikaTard M-20	0,407	0,448	0,456	9,2	10,7
	2					
16	Суперфлуид	0,445	0,457	0,479	2,6	7,1
	1,5					
17	Е L O T E X HD1500	0,427	0,463	0,471	7,8	9,3
	0,5					
18	Е L O T E X HD1500	0,432	0,475	0,487	9,1	11,3
	1					
19	СУПЕРФЛУИД 21Ф	0,415	0,485	0,502	14,4	17,3
	1,5					
20	СУПЕРФЛУИД Т	0,425	0,480	0,505	11,5	15,8
	1,5					

Примечание. Полу жирным шрифтом выделены наименьшие значения свойств водопоглощения (в %)

Результаты испытаний образцов порошкового бетона в зависимости от вида и дозировки пластификаторов на водопоглощение показали, что наилучшие показатели имеют образцы, изготовленные с добавками на поликарбоксилатной основе: № 3, № 5, № 10, № 11, № 12, № 13, понижение свойств водопоглощения которых свидетельствует о формировании плотной структуры порошкового бетона и особенностях строения его порового пространства.

Сравнивая показатели водопоглощения по массе этих составов с составом № 1, приготовленном без добавки, следует отметить, что показатели водопоглощения образцов с добавками на меламиновой основе, на основе полимеров и замедлителей, а также на основе сополимеров винилацетата и винилверсатата повышаются по сравнению с составом № 1 более, чем в 1,5 раза.

Повышение показателей водопоглощения после использования некоторых добавок объясняется повышением пористости образцов посредством использования данных добавок.

Исходя из данных по водопоглощению бетона, были сделаны выводы (по косвенным показателям) о марке бетона по водонепроницаемости. Итак, большинству образцов заданного состава может быть присвоена марка по водонепроницаемости W8 и выше (бетон особо низкой проницаемости), за

исключением образцов № 15, № 17, № 18, № 19, № 20 – W2 и № 14 – W4 (бетон нормальной проницаемости).

### **Выводы**

В порошковом бетоне за счет использования мелкодисперсных составляющих, создается микрокапиллярная структура и значительно снижается объем макрокапилляров и, таким образом, уменьшается водопоглощение и повышается водонепроницаемость.

В работе выполнен анализ эффективности органических модификаторов различной природы в составе порошкового бетона. Было выявлено, что применение суперпластификаторов позволяет производить, в том числе, бетон особо низкой проницаемости, таким образом расширяя область применения порошкового бетона.

Также было выявлено, что наилучшие (низкие) показатели по водопоглощению имеют образцы, изготовленные с добавками на поликарбоксилатной основе, которые, благодаря особенностям механизма их действия, позволяют повышать плотность структуры порошкового бетона.

### **Список использованных источников**

1 **Brameshhuber, W., Schubert, P.** Neue Entwicklungen bei Beton und Mauerwerk. Centrum Baustoffe und Material- prufund: Fest-schrift zum 60. Geburtagstag von Prof. Dr.-Ing. Peter Schlu(31. 2003. H.2. – P. 199–220.

2 **Korpa, A., T. Kowald, R. Trettin.** Hydration behaviour, structure and morphology of hydration phases in advances cement-based systems containing micro and nanoscale pozzolanic additives // Cement Concrete Research. – 2008. – Vol. 38. – № 7. – P. 955–962.

3 **Калашников, В. И.** Морозостойкость окрашенных архитектурно-декоративных порошково-активированных песчаных бетонов / В. И. Калашников, О. В. Суздальцев, М. Н. Мороз, В. В. Пауск // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 16–19.

4 **Лавров, И. Ю., Коровкин, М. О., Ерошкина, Н. А., Кабанова, Л. А.** Применение реакционного порошкового бетона для решения архитектурных задач. Международный научно-технический журнал «Теория. Практика. Инновации», 2018.

5 ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия»

6 ГОСТ 30459–2008 «Добавки для бетонов. Методы определения эффективности»

7 **ArteIt, C., Garcia, E.** Impact of superplasticizer concentration and ultra-fine particles on the rheological behaviour of dense mortar suspensions // Cement Concrete Research. Vol. 38. № 5. – 2008. – P. 633–642.



8 **Ferraris, C. F., Olla, K. H., Hill, R.** The influence of mineral admixtures on the rheology of cement paste and concrete // *Cement Concrete Research*. – Vol. 31. – № 2. – 2001. – P. 245–255.

9 **Papayianni, I., Tsohos, G., Oikonomou, N., Mavria, P.** Influence of superplasticizer type and mix design parameters on the performance of them in concrete mixtures // *Cement Concrete Research*. Vol. 27. – № 2. – 2005. – P. 217–222.

10 **Шишкин, А. А.** Щелочные реакционные порошковые бетоны. Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 2 (17). – 2014. – С. 56–65.

11 **Shah, S. N. R., Aslam, M., Oad, R.** Behaviour of Normal Concrete Using Superplasticizer under Different Curing Regimes // *Pak. J. Engg. & Appl. Sci.*, 2014. – Vol. 15. – P. 87–94

12 **Федюк, Р. С.** Исследование водопоглощения мелкозернистого фибробетона на композиционном вяжущем // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 2–2. – С. 303–307.

13 ГОСТ 12730.3-78 «Бетоны. Метод определения водопоглощения».

### References

1 **Brameshhuber, W., Schubert, P.** Neue Entwicklungen bei Beton und Mauerwerk. Centrum Baustoffe und Material- prufund: Fest-schrift zum 60. Geburgstag von Prof. Dr.-Ing. Peter Schlu(31. 2003. H.2, Pp. 199-220.

2 **Korpa, A., Kowald, T. , Trettin, R.** Hydration behaviour, structure and morphology of hydration phases in advances cement-based systems containing micro and nanoscale pozzolanic additives // *Cement Concrete Research*. – 2008. – Vol. 38. – № 7. – P. 955–962.

3 **Kalashnikov, V. I.** Morozostojkost` okrashenny`kh arkhitekturno-dekorativny`kh poroshkovo-aktivirovanny`kh peschany`kh betonov / V. I. Kalashnikov, O. V. Suzdal`czey, M. N. Moroz, V. V. Pausk // *Stroitel`ny`e materialy`*. – 2015. – № 3. – P. 16–19.

4 **Lavrov, I. Yu., Korovkin, M. O., Eroshkina, N. A., Kabanova, L. A.** Primenenie reakzionnogo poroshkovogo betona dlya resheniya arkhitekturny`kh zadach. *Mezhdunarodny`j nauchno-tekhnikeskij zhurnal «Teoriya. Praktika. Innovaczii»*, 2018.

5 GOST 24211–2008 «Dobavki dlya betonov i stroitel`ny`kh rastvorov. Obshhie tekhnicheskie usloviya»

6 GOST 30459–2008 «Dobavki dlya betonov. Metody` opredeleniya e`ffektivnosti»

7 **ArteIt, S., Garcia, E.** Impact of superplasticizer concentration and ultra-fine particles on the rheological behaviour of dense suspensions mortar // *Cement Concrete Research*. Vol. 38. № 5. – 2008. – P. 633–642.

8 **Ferraris, C. F., Area, H. K., Hill, R.** The influence of mineral admixtures on the rheology of cement paste and concrete // *Cement Concrete Research*. – Vol. 31. – № 2. – 2001. – Pp. 245–255.

9 **Papayianni, I., Tsohos, G., Oikonomou, N., Mavria, P.** Influence of superplasticizer type and mix design parameters on the performance of them in concrete mixes // Cement Concrete Research. – Vol. 27. – No. 2. – 2005. – P. 217–222.

10 **Shishkin, A. A.** Shhelochny`e reakcionny`e poroshkovy`e betony`. Stroitel`stvo unikal`ny`kh zdaniy i sooruzhenij. ISSN 2304-6295. 2 (17). –2014. – Pp. 56-65.

11 **Shah, S N R., Aslam, M., Oad, R.** Behavior of Normal Concrete Using Superplasticizer under Different Curing Regimes // Pak. J. Engg. & Appl. Sci., 2014. – Vol. 15. – P. 87–94

12 **Fedyuk, R. S.** Isledovanie vodopogloshheniya melkozernistogo fibrobetona na kompozicionnom vyazhushhem // Fundamental`ny`e issledovaniya. – 2016. – № 2-2. – P. 303–307.

13 GOST 12730.3-78 «Betony`. Metod opredeleniya vodopogloshheniya»

Материал поступил в редакцию 25.03.21.

**А. О. Могила, Е. С. Орынбеков**

Халықаралық білім беру корпорациясы,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

Материал 25.03.21 баспаға түсті.

## МОДИФИКАТОР ТҮРІНІҢ ҰНТАҚТЫ БЕТОННЫҢ ГИДРОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

*Жоғары функционалды ұнтақты бетон жасау стратегиясы дисперсті толтырғыштарды едәуір қосуға дейін азаяды, бұл өз кезегінде ұнтақты бетон құрамындағы пластификациялық қоспаларды таңдау мәселесінің маңыздылығына әкеледі. Бетонның қасиеттерін өзгертетін қоспаларды дұрыс таңдау үшін олардың әрекет ету механизмі мен алынған техникалық нәтиже туралы нақты түсінік қажет.*

*Мақалада модификаторлардың әртүрлі сипаттағы органикалық қоспалармен модификацияланған жоғары функционалды ұнтақты бетонның гидрофизикалық қасиеттеріне әсері туралы сұрақтар қарастырылады. Функционалдық қоспалар кешендеріндегі суперпластификаторлардың түрі мен дозасының Алматы облысының шикізатынан алынған нақты минералдық жүйенің реакциялық-ұнтақты бетонының қасиеттеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтіріледі. Бұл зерттеулерде суды сіңіру және ұнтақты бетонның өткізгіштігі сияқты сипаттамаларға суперпластификациялық қоспалардың табиғатына көбірек көңіл бөлінеді.*

*Кілтті сөздер: ұнтақты бетон, органикалық модификаторлар, суперпластификатордың табиғаты, гидрофизикалық қасиеттері.*

**А. О. Mogila, E. S. Orynbekov**

International educational corporation,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

Material received on 25.03.21.

## **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE MODIFIER TYPE ON HYDROPHYSICAL PROPERTIES OF POWDER CONCRETE**

*The strategy of creating high-functional powder concretes is reduced to a significant addition of dispersed fillers, which, in turn, leads to the urgency of the problem of selecting plasticizing additives in the compositions of powder concretes. For the correct selection of additives that modify the properties of concrete, you need a clear understanding of the mechanism of their action and the resulting technical result.*

*The article deals with the issues related to the influence of modifiers on the hydrophysical properties of high-functional powder concrete modified with organic additives of various nature. The results of the study of the effect of the type and dosage of superplasticizers in the complexes of functional additives on the properties of reaction-powder concrete of a specific mineral system from the raw materials of the Almaty region are presented. In these studies, more attention is paid to the dependence of the nature of superplasticizing additives on such characteristics as water absorption and permeability of powder concrete.*

*Keywords: powdered concrete, organic modifiers, superplasticizer nature, hydrophysical properties.*

Теруге 25.03.21 ж. жіберілді. Басуға 05.04.21 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

2,74 Мб RAM

Шартты баспа табағы 9,7. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3747

«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

nitk.tou.edu.kz