

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2017 • 4

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

## БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## REPORTS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редакторы  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)  
**Боос Э.Г.** проф., академик (Қазақстан)  
**Величкин В.И.** проф., корр.-мүшесі (Ресей)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Белорус)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Тәжікстан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Қазақстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Ресей)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Ұлыбритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Ұлыбритания)  
**Омбаев А.М.** проф. (Қазақстан)  
**Өтелбаев М.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Садыбеков М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сатаев М.И.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Харин С.Н.** проф., академик (Қазақстан)  
**Чечин Л.М.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Қытай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»  
ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.  
берілген №5540-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[http://nauka-nanrk.kz\\_reports-science.kz](http://nauka-nanrk.kz_reports-science.kz)

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор  
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)  
**Боос Э.Г.** проф., академик (Казахстан)  
**Величкин В.И.** проф., чл.-корр. (Россия)  
**Вольдемар Вуйчик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Беларусь)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Таджикистан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Россия)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Великобритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Великобритания)  
**Омбаев А.М.** проф. (Казахстан)  
**Отелбаев М.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Садьбеков М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сатаев М.И.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Казахстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Харин С.Н.** проф., академик (Казахстан)  
**Чечин Л.М.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Китай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Кыргызстан)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

---

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017 г.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

**E d i t o r i n c h i e f**doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov****E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskyi I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., academician (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz> / [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 4, Number 314 (2017), 21 – 28

UDC 628.336.6

**G.E. Sakhmetova<sup>1</sup>, A.M. Brener<sup>1</sup>, B.M. Kaldybaeva<sup>1</sup>, A.Zh. Abilmagzhanov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent;

<sup>2</sup>Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. D.Sokolskogo, Kazakhstan  
[17-07-70@mail.ru](mailto:17-07-70@mail.ru)

## **"REGIME ASPECTS OF THE SCALE -UP PROBLEM WHILE DESIGNING INSTALLATIONS FOR BIOGAS PRODUCTION**

**Abstract.** The work deals with the scale-up phenomenon while designing the industrial scheme for biogas production. Within the framework of this problem the experimental investigations of the dependence of the biogas installation productivity on the work load have been carried out. The convincing data confirming the decrease of the work efficiency after increasing the work load beyond certain limit have been obtained, and the levels of this effect have been studied. The results of the investigations are likely to be useful for designing the industrial installations for the biogas production

**Key words:** biogas, biogas plant, substrate, large-scale transition, thermophilic mode, hydrolysis.

УДК 628.336.6

**Г.Е. Сахметова<sup>1</sup>, А.М. Бренер<sup>1</sup>, Б.М.Калдыбаева<sup>1</sup>, А.З. Абильмагжанов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауезова, г.Шымкент, Казахстан;

<sup>2</sup>Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.Сокольского, Казахстан

## **РЕЖИМНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБНОГО ПЕРЕХОДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА**

**Аннотация.** Работа посвящена явлению масштабирования при разработке промышленной схемы производства биогаза. В рамках этой работы были проведены экспериментальные исследования зависимости производительности биогазовой установки от рабочей нагрузки. Получены данные, подтверждающие снижение эффективности работы после увеличения рабочей нагрузки сверх определенного предела, также были изучены уровни этого эффекта. Результаты исследований могут быть полезными для проектирования промышленных установок для производства биогаза.

**Ключевые слова:** биогаз, биогазовая установка, субстрат, масштабный переход, термофильный режим, гидролиз.

### **1. Системный анализ проблемы**

Биогаз имеет сложный состав, который может варьироваться в зависимости от используемого сырья и технологических условий [1, 2]. Проблема масштабного перехода при проектировании химической аппаратуры зачастую сводится к гидродинамическим аспектам, т.к. предполагается, что снижение эффективности работы аппарата происходит вследствие неравномерного распределения взаимодействующих потоков фаз по объему аппарата. Такой подход во многих случаях

можно считать достаточно обоснованным, что подтверждается как теоретическими моделями, так и экспериментальными данными.

В то же время, проблема влияния масштабного фактора на эффективность установок для производства биогаза не сводится только к гидродинамическим аспектам, но большую роль играют в этом случае также технологические и режимные аспекты [3].

После систематического анализа нами сформулированы следующие основные технологические и режимные аспекты, которые следует учитывать в процессе масштабирования установок для производства биогаза.

1. Неоднородность химического состава, переменные значения влажности и консистенции перерабатываемой среды [4], различная дисперсность обрабатываемого сырья [5].

2. Различные климатические условия, которые усложняют выбор оптимальной технологии и режимов ферментации [6]. При этом выбор может быть сделан в пользу как мезофильного, так и термофильного режимов [7] с различными источниками инокулята [8].

3. Степень и временной режим смешивания, оптимальный выбор которых существенно зависит от состава сырья и от масштаба реактора [9].

4. Технологический режим не может быть однозначно определен без четкого задания параметров установки [10], которые, в свою очередь, зависят от параметров сырья [11]. Однако, параметры отходов животных, например, вряд ли могут быть предоставлены с необходимой определенностью [12].

5. Производительность биогазовой установки определяется также качеством и количеством загружаемой смеси ферментов, пробиотиков и микроэлементов [13].

Другой вопрос связан с узлами биогазовых установок, которые предназначены для очистки газа.

Твердые частицы и газовые примеси в биогазе существенно снижают качество продукта, а также загрязняют окружающую среду. Твердые частицы, содержащиеся в биогазе, могут также оседать на стенках газопроводов и забивать клапаны. Однако в настоящее время многие устройства для производства биогаза работают без оборудования для очистки газа (Ruiz-Ruiz и соавторы, 2013). Это приводит, по меньшей мере, к загрязнению окружающей среды. В особенности роль очистки биогаза возрастает, когда биогаз используется в качестве моторного топлива, так как при этом должна быть обеспечена высокая теплотворная способность и соответствие экологическим требованиям.

В настоящее время используется несколько способов разделения биогаза. Хорошо известные методы, такие как избирательная адсорбция через слой твердого адсорбента [14], объемное растворение в активных жидкостях [15] и мембранное разделение [16] являются достаточно эффективными при применении в биогазовых установках малой мощности.

Для очистки больших объемов биогаза целесообразно проводить стадию влажной очистки в адсорбционных колоннах [17].

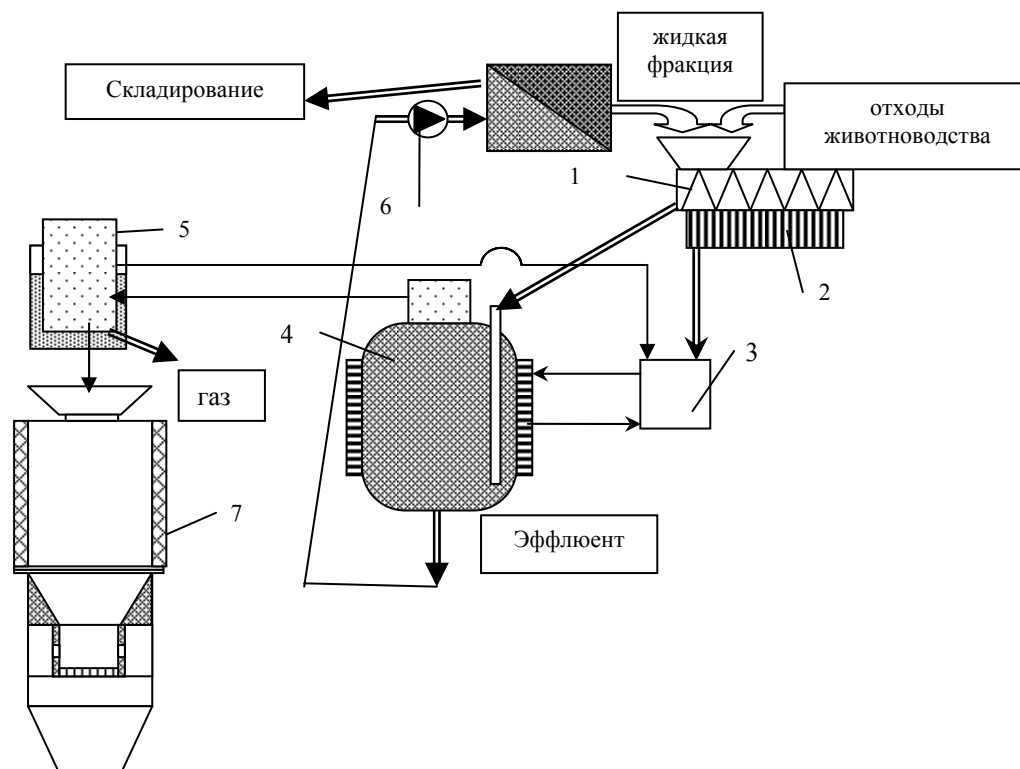
Колонна с насадками кажется предпочтительной для этого случая, так как она обеспечивает более низкое потребление энергии по сравнению с пузырьковыми трубками. В любом случае производство больших объемов биогаза связано с дополнительными проблемами масштабирования при проектировании установки [18].

Данная статья посвящена исследованию явлению масштабирования при разработке промышленной схемы производства биогаза. В рамках этого вопроса были проведены экспериментальные исследования зависимости мощности полупромышленной установки биогаза от рабочей нагрузки и представлены рекомендации по выбору оптимального режима.

## **2. Экспериментальные исследования**

Нами были проведены экспериментальные исследования, основная цель которых заключалась в определении энергетической эффективности технологической схемы производства биогаза в установке полупромышленного масштаба в зависимости от загрузки реактора и времени ферментации. Таким образом, исследование касалось режимных аспектов процесса масштабирования.

На рисунке 1 изображена экспериментальная полупромышленная установка



1-гидролизер; 2- теплообменник; 3-бойлер; 4-реактор; 5- газгольдер; 6 - фекальный насос; 7 - разделительный блок.

Рисунок 1 - Технологическая схема экспериментальной биогазовой полупромышленной установки

Для проведения экспериментальных исследований процесса гидролиза сырья в лабораторных условиях использовался синтетический субстрат состоящий из осадка сточных вод очистных сооружений (Люберецкие очистные сооружения), лигниносодержащего компонента (бумага), ко-субстрата с высоким содержанием органического вещества (комбикорм СК-8) и воды. Основные характеристики компонентов субстрата представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Компоненты синтетического субстрата.

1. Вода водопроводная по ГОСТ Р 51232-98
2. Бумага по ГОСТ Р 52354-2005
3. Комбикорм СК-8
4. Осадок сточных вод (Люберецкие очистные сооружения)

Таблица 1 – Характеристики комбикорма СК-8

Показатели качества комбикорма для откорма свиней до жирных кондиций СК-8			Дополнительно введено БАВ в 1 кг комбикорма, не менее		
Наименование	Ед. изм.		Наименование	Ед. изм.	
1	2	3	4	5	6
Обменная энергия	МДж/кг	10,8	Ароматизатор ваниль	мг	250,0
Сырой протеин	%	13	Антиоксидант	мг	125,0
Сырой жир	%	2,2	Витамин А	тыс. МЕ	8,0
Сырая клетчатка	%	8	Витамин В1	мг	1,0
Лизин	%	0,6	Витамин В2	мг	4,0
Метионин	%	0,27	Витамин В3	мг	10,0
Метионин-цистин	%	0,4	Витамин В4	мг	180,0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Триптофан	%	0,2	Витамин В5	мг	15,0
Треонин	%	0,35	Витамин В6	мг	2,5
Лизин усвояемый	%	0,45	Витамин В12	мг	0,02
Метионин усвояемый	%	0,21	Витамин D3	тыс. МЕ	1,8
Метионин + цистин усвояемый	%	0,32	Витамин Е	мг	50,0
Триптофан усвояемый	%	0,1	Витамин К	мг	1,0
Треонин усвояемый	%	0,25	Железо	мг	100,0
Са	%	1,0	Марганец	мг	45,0
Na	%	0,25	Цинк	мг	300,0
Р	%	0,7	Медь	мг	13,0
Р доступный	%	0,32	Йод	мг	0,25
NaCl	%	0,65	Селен	мг	0,25

Таблица 2 – Характеристики осадка сточных вод

№ опыта	Влажность, %	Зольность, %	Концентрация ОВ г/л
1	95,15	36,07	30,39
2	94,95	36,52	31,41
3	94,02	32,33	39,64
Среднее значение	94,707	34,66	33,82

Таблица 3 – Свойства применяемого синтетического субстрата

№ опыта	Влажность, %	Зольность, %	Концентрация ОВ г/л
1	88,03	10,56	104,956
2	88,71	10,9	98,583
3	88,51	10,99	100,224
Среднее значение	88,417	10,817	101,254

Продуктами, получаемыми в результате проведения экспериментальных исследований процесса гидролиза, являлись:

1. Биогаз
2. Сброженный осадок (эффлюент)

В таблице 4 представлены характеристики полученного биогаза и сброженного осадка.

Таблица 4 – Характеристики биогаза

№ опыта	Содержание CH <sub>4</sub> , %	Содержание CO <sub>2</sub> , %	Содержание H <sub>2</sub> S, %
1	75,2	23,2	0,8
2	74,3	24,3	0,9
3	70,8	26,9	1,2
Среднее значение	73,4	24,8	0,97

Таблица 5 – Характеристики сброженного осадка (эффлюента)

№ опыта	Влажность, %	Зольность, %	Концентрация ОВ г/л
1	97,65	26,13	17,033
2	97,8	11,01	19,169
3	97,55	27,89	17,287
Среднее значение	97,667	21,66	17,83



Выгрузка обработанного субстрата происходит автоматически через специальное устройство в отстойник, когда добавляется следующая порция сырья. Полученный биогаз, основным компонентом которого является метан, собирается в мокром газгольдере и сжигается ежедневно в горелке, соединенной трубопроводом с держателем газа через гидравлический затвор.

Температура процесса определялась прямым измерением с использованием датчиков, установленных в реакторах. Индикатор водорода образцов определяли прямым измерением с использованием рН-метра. Количество выделяемого биогаза определяли объемным методом, то есть высотой подъема колокола газгольдера. Объем субстрата и эффлюента определяли объемным методом.

В ходе эксперимента определялось количество биогаза, полученного с временем удерживания 10 дней. В первый день загружалась порция субстрата с высоким содержанием органического вещества с лигнинсодержащим компонентом в 200 граммов на 5 литров воды, затем нагрузка была увеличена до 300 граммов на 5 литров воды. Среднее содержание органического вещества увеличилось с 35 до 49 г/л и вместе с ним увеличилось производство биогаза.

В ходе экспериментов ежедневное производство биогаза сначала увеличивалось с достижением максимума на 8-й день до 0,169 м<sup>3</sup>. Однако на девятый день значение рН в биореакторе упало до 6,2 и процесс закислился. Это привело к существенному снижению производительности реактора. Поэтому на десятый день для стабилизации рН в биореакторе загрузка реактора не производилась.

Поэтому далее соотношение компонентов в субстрате было изменено и его количество уменьшилось до 150 г субстрата с высоким содержанием органического вещества с лигнинсодержащим компонентом на 2,5 литра воды + 3 литра сбрасываемого осадка. Затем, на семнадцатый день, выход биогаза и рН в биореакторе стабилизируется. Таким образом, пополнение свежего материала в эксперименте было прекращено на 19-й день.

В результате эксперимента в течение 19 дней ферментации образовалось 1230 литров биогаза. Содержание метана в биогазе также постепенно увеличивалось, а затем примерно через 8 дней достигало максимального значения 65%. В результате обработки экспериментальных данных оптимальное время пребывания сырья в реакторе определялось как 10 дней. Суточный выход биогаза и изменение показателя рН показаны на рисунках 2 и 3.



Рисунок 2 - Ежедневное производство биогаза

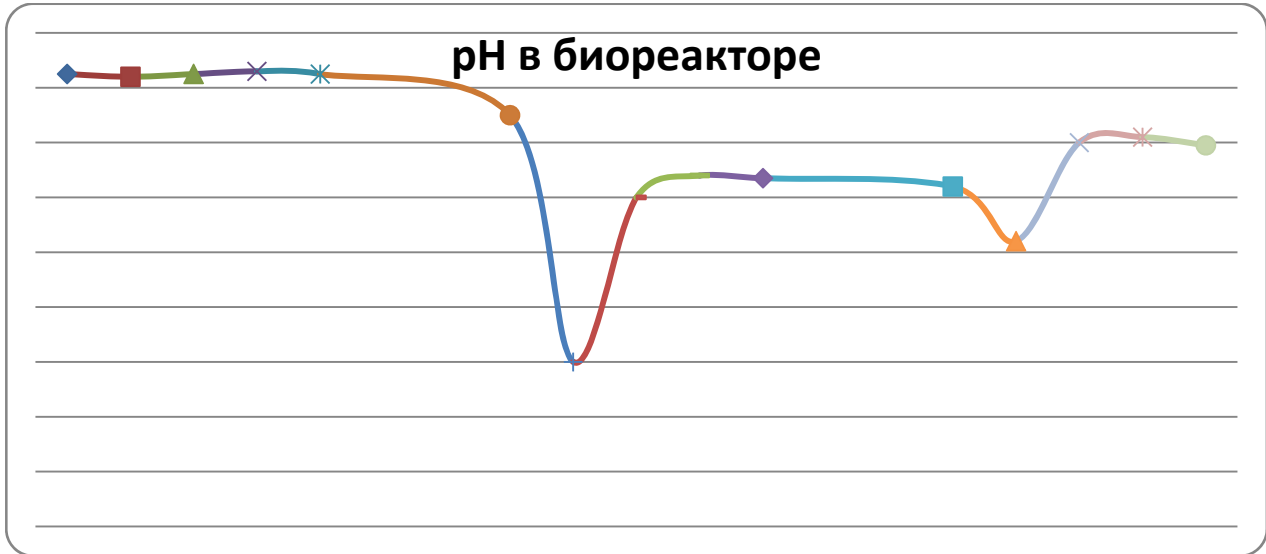


Рисунок 3- Значения Ph субстрата в биореакторе по дням

Эксперименты также показали, что термофильные условия ускоряют кинетику реакций, что на практике приводит к использованию меньших реакторов при обработке отходов. Работа систем SS-AD в термофильном режиме (55°C) позволяет существенно ускорить процесс анаэробного разложения органических веществ.

Как видно из представленных данных среднесуточный выход биогаза составил – 110 л в сутки, гидравлическое время удержания субстрата – 10 суток, степень разложения органического вещества – 75%, давление биогаза – 150 мм вод. ст. (1,5 кПа), содержание метана в биогазе – 65%. Поэтому на основании аналитического исследования результатов эксперимента по определению скорости газообразования на экспериментальной установке нами предложено принять время пребывания субстрата в реакторе 10 суток.

В ходе эксперимента определялось также количество биогаза, полученное при переработке жидкой фракции инфлюента на лабораторной установке с гидравлическим временем удержания 50 часов. Экспериментальные данные, а также расчетное количество биогаза представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 - Зависимость выхода биогаза от продолжительности гидролиза

### 3. Выводы

Как следует из экспериментальных и теоретических исследований, проблемы масштабирования установок для производства и очистки биогаза требуют комплексного рассмотрения с учетом технологических, режимных и гидродинамических аспектов, количество вырабатываемого биогаза возрастает с увеличением времени гидролиза. Было установлено, что при продолжительном гидролизе имеют место потери органического вещества, что приводит к снижению выхода биогаза. Поэтому рекомендуемое время предварительной обработки (гидролиза) составляет не более 24 часов для использованного синтетического субстрата (инфлюента).

Результаты исследований могут быть полезными для проектирования промышленных установок для производства биогаза.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Бренер А.М., Болгов Н.П., Соколов Н.М., Тарат Е.Я., Применение методов сеточной статистики при описании распределения жидкости на штабелированном стеллажном покрытии//Теоретические основы химической технологии-1981, № 5(1), С. 62-67.

[2] Бренер А.М. Адаптация методов случайного блуждания к моделированию распределения жидкости в насадочных колоннах // Достижения в механике жидкости. – 2002. № IV. С. 291-300.

[3] Vargas R. O., López-Serrano F., Modeling, Simulation and Scale-up of a Batch Reactor. Springer International Publishing. Mexico, 2014, (235-241).

[4] Kreutzer M. T., Bakker J. J., Kapteijn F., Moulijn J. A., Verheijen P. J., Scaling-up multiphase monolith reactors: Linking residence time distribution and feed maldistribution, *Industrial engineering chemistry chemistry research*, 2005, 44(14), 4898-4913.

[5] Verpoorte R., Contin A., Memelink Biotechnology for the production of plant secondary metabolites, *Phytochemistry reviews*, 2002, 1(1), 13-25.

[6] Shah P., Bhavsar K., Soni S. K., Khire J. M., Strain improvement and up scaling of phytase production by *Aspergillus niger* NCIM 563 under submerged fermentation conditions, *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 2009, 36(3), 373-381.

[7] Hölker U., Höfer M., Lenz J., Biotechnological advantages of laboratory-scale solid-state fermentation with fungi, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2004, 64(2), 175-186.

[8] Сильва И.М., Диониси Д., Анаэробное сбраживание пшеницы в мезофильных и термофильных условиях и различные источники посевного материала// Химико-технологические операции.- 2016. №50. С.19-24.

[9] Zaghoul T. I., Embaby A. M., Elmahdy A. R., Biodegradation of chicken feathers waste directed by *Bacillus subtilis* recombinant cells: Scaling up in a laboratory scale fermentor, *Bioresource technology*, 2011, 102(3), 2387-2393.

[10] Coker A. K., Modeling of chemical kinetics and reactor design, v. 1, Gulf Professional Publishing. 2001.

[11] Tufvesson P., Fu W., Jensen J. S., Woodley J. M., Process considerations for the scale-up and implementation of biocatalysis, *Food and Bioproducts Processing*, 2010, 88(1), 3-11.

[12] Ghimire A., Frunzo L., Salzano E., Panico A., Esposito G., Lens P.N.L., Piozzi F., Biomass Enrichment and Scale-up Implications for Dark Fermentation Hydrogen Production with Mixed Cultures, *Chemical Engineering Transactions*, 2015, 43, 391-396.

[13] Eibl, R., Kaiser S., Lombriser R., Eibl D., Disposable bioreactors: the current state-of-the-art and recommended applications in biotechnology, *Applied microbiology and biotechnology*, 2010, 86(1), 41-49.

[14] Krooss B. V., Van Bergen F., Gensterblum Y., Siemons N., Pagnier H. J. M., David P., High-pressure methane and carbon dioxide adsorption on dry and moisture-equilibrated Pennsylvanian coals, *International Journal of Coal Geology*, 2002, 51(2), 69-92.

[15] Jacquemin J., Gomes M. F. C., Husson P., Majer V., Solubility of carbon dioxide, ethane, methane, oxygen, nitrogen, hydrogen, argon, and carbon monoxide in 1-butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate between temperatures 283 K and 343 K and at pressures close to atmospheric, *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 2006, 38(4), 490-502.

[16] Madaeni S.S., Rahimi M., Abolhasani M., Investigation of cake deposition on various parts of the surface of microfiltration membrane due to fouling, *Korean J. Chem. Eng.*, 2010, 27, 206-213.

[17] Zondervan E., Shan M., De Haan A., Optimal Design of a Reactive Distillation Column, *Chemical Engineering Transactions*, 2011, 24, 295-301

[18] Ren N., Guo W., Liu B., Cao G., Ding J., Biological hydrogen production by dark fermentation: challenges and prospects towards scaled-up production, *Current opinion in biotechnology*, 2011, 22(3), 365-370.

### REFERENCES

[1] Brenner A.M., Bolgov N.P., Sokolov N.M., Tarat E.Ya., Application of methods of grid statistics in describing liquid distribution on stacked shelf packing, *Theoretical Foundation of Chemical Engineering*, 1981, 5(1), 62-67.

[2] Brenner A.M., Adaptation of random walk methods to the modelling of liquid distribution in packed columns, *Advances in Fluid Mechanics*, 2002, IV, 291-300.

[3] Vargas R. O., López-Serrano F., Modeling, Simulation and Scale-up of a Batch Reactor. In *Experimental and Computational Fluid Mechanics* (235-241). Mexico, Springer International Publishing. 2014.

- [4] Kreutzer M. T., Bakker J. J., Kapteijn F., Moulijn J. A., Verheijen P. J., Scaling - up multiphase monolith reactors: Linking residence time distribution and feed maldistribution, *Industrial & engineering chemistry chemistry research*, **2005**,44(14), 4898-4913.
- [5] Verpoorte R., Contin A., Memelink J., Biotechnology for the production of plant secondary metabolites, *Phytochemistry reviews*, **2002**,1(1), 13-25.
- [6] Shah P., Bhavsar K., Soni S. K., Khire J. M., Strain improvement and up scaling of phytase production by *Aspergillus niger* NCIM 563 under submerged fermentation conditions, *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, **2009**,36(3), 373-381.
- [7] Hölker U., Höfer M., Lenz J., Biotechnological advantages of laboratory-scale solid-state fermentation with fungi, *Applied Microbiology and Biotechnology*, **2004**, 64(2), 175-186.
- [8] Silva I.M.O., Dionisi D., Anaerobic Digestion of Wheatgrass under Mesophilic and Thermophilic Conditions and Different Inoculum Sources, *Chemical Engineering Transactions*, **2016**,50, 19-24.
- [9] Zaghoul T. I., Embaby A. M., Elmahdy A. R., Biodegradation of chicken feathers waste directed by *Bacillus subtilis* recombinant cells: Scaling up in a laboratory scale fermentor, *Bioresource technology*, **2011**,102(3), 2387-2393.
- [10] Coker A. K., Modeling of chemical kinetics and reactor design, v. 1, *Gulf Professional Publishing*. **2001**.
- [11] Tufvesson P., Fu W., Jensen J. S., Woodley J. M., Process considerations for the scale-up and implementation of biocatalysis, *Food and Bioproducts Processing*, **2010**, 88(1), 3-11.
- [12] Ghimire A., Frunzo L., Salzano E., Panico A., Esposito G., Lens P.N.L., Piozzi F., Biomass Enrichment and Scale-up Implications for Dark Fermentation Hydrogen Production with Mixed Cultures, *Chemical Engineering Transactions*, **2015**,43, 391-396.
- [13] Eibl R., Kaiser S., Lombriser R., Eibl D., Disposable bioreactors: the current state-of-the-art and recommended applications in biotechnology, *Applied microbiology and biotechnology*, **2010**, 86(1), 41-49.
- [14] Krooss B. V., Van Bergen F., Gensterblum Y., Siemons N., Pagnier H. J. M., David P., High-pressure methane and carbon dioxide adsorption on dry and moisture-equilibrated Pennsylvanian coals, *International Journal of Coal Geology*, **2002**, 51(2), 69-92.
- [15] Jacquemin J., Gomes M. F. C., Husson P., Majer V., Solubility of carbon dioxide, ethane, methane, oxygen, nitrogen, hydrogen, argon, and carbon monoxide in 1-butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate between temperatures 283 K and 343 K and at pressures close to atmospheric, *The Journal of Chemical Thermodynamics*, **2006**, 38(4), 490-502.
- [16] Madaeni S.S., Rahimi M., Abolhasani M., Investigation of cake deposition on various parts of the surface of microfiltration membrane due to fouling, *Korean J. Chem. Eng.*, **2010**,27, 206-213.
- [17] Zondervan E., Shan M., De Haan A., Optimal Design of a Reactive Distillation Column, *Chemical Engineering Transactions*, **2011**,24, 295-301
- [18] Ren N., Guo W., Liu B., Cao G., Ding J. Biological hydrogen production by dark fermentation: challenges and prospects towards scaled-up production, *Current opinion in biotechnology*, **2011**, 22(3), 365-370.

Г.Е. Сахметова<sup>1</sup>, А.М. Бренер<sup>1</sup>, Б.М. Калдыбаева<sup>1</sup>, А.З. Абилямагжанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Д.Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты, Алматы қ., Қазақстан

#### БИОГАЗДЫ ӨНДІРУ ҮШІН ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЖОБАЛАУ КЕЗІНДЕ АУҚЫМДЫ ӨТПЕ МӘСЕЛЕЛЕРІНІҢ РЕЖИМДІК АСПЕКТІЛЕРІ

**Аннотация.** Жұмыс биогазды өндіру өндірістік сұлбаны әзірлеу кезінде масштабтау құбылысына арналды. Осы жұмыс шеңберінде жұмыс жүктемесіне биогаз қондырғының өнімділігінің байланысы эксперименттік зерттелген. Жұмыс жүктемесі белгілі бір шегінен тыс жоғарлағанда жұмыстың тиімділігін төмендеуің растайтын алынған деректер, сондай-ақ осы әсердің деңгейлері де зерттелген. Зерттеу нәтижелері биогаз өндіру үшін өндірістік қондырғыларды жобалау үшін пайдалы болуы мүмкін.

**Тірек сөздер:** биогаз, биогазды қондырғы, субстраты, ауқымды өтпе, термофильді режимі, гидролизі.

#### Сведения об авторах:

Сахметова Гульмира Едиловна - PhD докторант по специальности: Технологические машины и оборудование. Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, Казахстан, г. Шымкент;

Бренер Арнольд Михайлович - д.т.н., профессор. Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова, Казахстан, г.Шымкент;

Калдыбаева Ботағоз Мырзахметовна, PhD доктор по специальности технологические машины и оборудование, 38 лет.

Занимается разработкой и расчетом совмещенных процессов и многофункциональных массообменных аппаратов и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области массообменных процессов. Имеет 5 патентов и является автором 52 публикаций в различных изданиях, включая учебники и учебные пособия;

Абилямагжанов Арлан Зайнуталлаевич - кандидат технических наук, первый заместитель генерального директора Института топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского, возраст 35 лет.

Имеет 4 патента и является автором 50 публикаций в различных изданиях, включая учебники и учебные пособия.

---



---

**МАЗМҰНЫ**
**Техникалық ғылымдар**

*Азаматов Б.Н., Ожикенев Қ.А., Азаматова Ж.Қ.* ЖЭС гидравликалық күлжою жүйесінде геометриясы басқарылатын гидроциклондар батареясын автоматты басқару ..... 5

**Қоғамдық ғылымдар**

*Қалдыбай Қ.Қ., Пазылова Қ.А.* Агрессия концепциясын теориялық тұрғыдан әлеуметтік-психологиялық талдау.... 14

**Техникалық ғылымдар**

*Сахметова Г.Е., Бренер А.М., Калдыбаева Б.М., Абильмағжанов А.З.* Биогазды өндіру үшін қондырғыларды жобалау кезінде ауқымды өтпе мәселелерінің режимдік аспектілері..... 21

*Ахметов Б.С., Қартбаев Т.С., Досжанова А.А.* Ақпараттарды нейрожелілік биометриялық қорғау құралдарына төнетін қауіпке қарсы тұру әдістері..... 28

*Мукажанов Н.К., Кисанов А. М., Мусапирова Г.Д.* Кеңістіктік объектілер образын тану бойынша зерттеу..... 35

*Найзабеков А.Б., Волокитина И.Е.* Мыс микроқұрылымның эволюциясына ТКББ әсерін зерттеу ..... 41

*Цекич Н.* Қазіргі заманғы экологиялық қалалық сәулет кешенін жобалау..... 48

*Ожикенов Қ.Ә., Рахметова П.М., Ожикен А.Қ.* Манипуляциялық роботты адаптивті басқару жүйесіндегі динамикалық үрдістерді бейімді тұрақтандыру..... 58

*Ракишев Б.Р., Прокопенко В.И., Череп А.Ю., Ковров А.С.* Топты карьерлер жұмысы кезінде бұзылған жер бетін жөндеудің ерекшеліктері..... 66

**Аграрлық ғылымдар**

*Баймұқанов Д.А., Баймұқанов А., Юлдашбаев Ю.А., Исхан К.Ж., Алиханов О., Дошанов Д.* F<sub>4</sub> сүлесіндегі қазак дромедар түйесінің өнімділігі..... 74

**Химия**

*Суербаев Х.А., Құдайбергенов Н.Ж., Елібай К.Б.* Терминалды олефиндерді палладий фосфин комплекстері қатысында көмітек монооксидіжәне спирттермен карбонилдеу ..... 85

**Биология**

*Абайлдаев А.О., Неупокоева А.С., Рахымғожин М.Б., Ходаева А.С., Ботбаев Д.М., Аширбеков Е.Е., Куланбаев Е.М., Хансеитова А.К., Балмұханов Т.С., Айтхожина Н.А.* Қазақстан популяциясындағы сүт безі ісігі диагнозына шалдыққан наукастардың *LSP1* гені өзгеріштігінің ассоциациясы..... 108

**Қоғамдық ғылымдар**

*Кишибекова Г. К., Омарханова Ж. М.* Қазақстан республикасы ауыл шаруашылығы дамуын қаржымен қамтамасыз ету..... 115

*Абдулина Г.А., Сейтхамзина Г. Ж.* Заманауи кәсіпорындардың әлеуметтік даму проблемалары ..... 126

*Абылкасимова Ж.А., Алибаева М.М., Орынбекова Г.А., Ракишев А.А.* Қазіргі жағдайдағы Қазақстанның агроөнеркәсіп кешені субъектілерінің экономикалық интеграциясы..... 136

*Азатбек Т.А., Байтеңізев Д.Т.* Ғылыми білім жүйесіндегі өзін-өзі жұмыспен қамту ..... 142

*Аюпова З.К., Құсайынов Д.Ө.* Қазақстан республикасының құқықтық саясаты мемлекеттілікті нығайтудың басты механизмі ретінде..... 150

*Рамазанов А.А., Кажмуратова А.К., Тымбаева Ж.М.* Қазақстан республикасының мұнай нарығының экономикалық өлшемі ..... 157

*Сембиева Л.М., Бекбенбетова Б.Б., Бейсенова Л.З.* ЕЭҚ-тың Қазақстан кредиттік жүйесі проблемалары мен Келешегі..... 167

*Удербаета С.К.* Орынбор ғылыми мұрағат комиссиясының «Еңбектер» жинағындығы орталық азияның көшпелі халықтарының тарихы..... 177

*Болтаева А.А.* Мемлекеттің бизнестің әлеуметтік жауапкершілігін жүзеге асырудағы ролі ..... 189

СОДЕРЖАНИЕ

<b>Технические науки</b>	
<i>Азаматов Б.Н., Ожикенев К.А., Азаматова Ж.К.</i> АСУбатарей гидроциклонов с управляемой геометрией в системе ГЗУ ТЭС.....	5
<b>Общественные науки</b>	
<i>Калдыбай К.К., Пазылова К. А.</i> Социально-психологической анализ концепции агрессии.....	14
<b>Технические науки</b>	
<i>Сахметова Г.Е., Бренер А.М., Калдыбаева Б.М., Абиьмагжанов А.З.</i> Режимные аспекты проблемы масштабного перехода при проектировании установок для производства биогаза.....	21
<i>Ахметов Б.С., Картбаев Т.С., Досжанова А.А.</i> Методы противодействия средствам биометрико-нейросетевой защиты информации.....	28
<i>Мукажанов Н.К., Кисапов А. М., Мусатирова Г.Д.</i> Исследования по распознаванию образов пространственных объектов.....	35
<i>Найзабеков А.Б., Волокитина И.Е.</i> Исследование влияния круп на эволюцию микроструктуры меди.....	41
<i>Цекич Н.</i> Комплексное проектирование в современной экологической городской архитектуре.....	48
<i>Ожикенев К.А., Рахметова П.М., Ожикен А.К.</i> Адаптивная стабилизация динамических процессов в системе управления манипуляционным роботом.....	59
<i>Ракишев Б.Р., Прокопенко В.И., Череп А.Ю., Ковров А.С.</i> Особенности горнотехнической рекультивации нарушенных земель при разработке группы карьеров .....	66
<b>Аграрные науки</b>	
<i>Баймуканов Д. А., Баймуканов А., Юлдашбаев Ю. А., Исхан К., Алиханов О., Дошанов Д.</i> Продуктивность верблюдов дромедаров казахского типа F <sub>4</sub> .....	74
<b>Химия</b>	
<i>Суербаяв Х.А., Кудайбергенов Н.Ж., Елибай К.Б.</i> Карбонилирование терминальных олефинов монооксидом углерода и спиртами в присутствии фосфиновых комплексов палладия.....	85
<b>Биология</b>	
<i>Абайлдаев А.О., Неупокоева А.С., Рахымгожин М.Б., Ходаева А.С., Ботбаев Д.М., Аширбеков Е.Е., Куланбаев Е.М., Хансеитова А.К., Балмуханов Т.С., Айтхожина Н.А.</i> Ассоциация вариабельности в гене <i>LSP1U</i> пациентов с диагнозом рак молочной железы в популяциях казахстана.....	108
<b>Общественные науки</b>	
<i>Кишибекова Г. К., Омарханова Ж. М.</i> Финансовое обеспечение развития сельского хозяйства республики Казахстан.....	115
<i>Абдулина Г.А., Сейтхамзина Г. Ж.</i> Проблемы социального развития современных компаний.....	126
<i>Абылкасимова Ж.А., Алибаева М.М., Орынбекова Г.А., Ракишев А.А.</i> Экономическая интеграция субъектов агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях.....	136
<i>Азатбек Т.А., Байтенизов Д.Т.</i> Самозанятость в системе научного знания.....	142
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> Правовая политика республики Казахстан как важный механизм укрепления государственности.....	150
<i>Рамазанов А.А., Кажмуратова А.К., Тымбаева Ж.М.</i> Экономическое измерение нефтяного рынка Республики Казахстан .....	157
<i>Сембиева Л.М., Бекбенбетова Б.Б., Бейсенова Л.З.</i> Проблемы и перспективы развития кредитной системы Казахстана в рамках ЕАЭС.....	167
<i>Удербаяева С.К.</i> Отражение истории кочевых народов Центральной Азии в «Трудах» Оренбургской ученой архивной комиссии.....	177
<i>Болтаева А.А.</i> Роль государства в реализации социальной ответственности бизнеса.....	189

## CONTENT

<b>Technical sciences</b>	
<i>Azamatov B.N., Ozhikenov K.A., Azamatova Zh. K.</i> ACS of the set of hydrocyclones with a variable geometry in the system of HAR TPP .....	5
<b>Social Sciences</b>	
<i>Kaldybay K.K., Pazylova K.A.</i> Socio-psychological analysis of the concept of aggression.....	14
<b>Technical sciences</b>	
<i>Sakhmetova G.E., Brener A.M., Kaldybaeva B.M., Abilmagzhanov A.Zh.</i> "Regime aspects of the scale -up problem while designing installations for biogas production .....	21
<i>Akhmetov B.S., Kartbayev T.S., Doszhanova A.A.</i> Methods of counteraction to means of biometric-neural network protection of information.....	28
<i>Mukazhanov N.K., Kisapov A.M., Musapirova G.D.</i> Studies on the recognition of images of spatial objects.....	35
<i>Nayzabekov A.B., Volokitina I.E.</i> Research of the influence of the ecap on the evolution of the microstructure of copper.....	41
<i>Cekic N.</i> Integrated design in contemporary ecological urban architecture.....	48
<i>Ozhikenov K.A., Rakhmetova P.M., Ozhiken A.K.</i> Adaptive stabilization of dynamic processes in the control system of a manipulation robot.....	59
<i>Rakishev B., Prokopenko V., Cherep A., Kovrov A.</i> Features of mining-technical recultivation of disturbed lands during development of mines.....	66
<b>Agricultural science</b>	
<i>Baimukanov D.A., Baimukanov A., Yuldashbaev Yu. A., Ishan K., Alikhanov O., Doshanov D.</i> Productivity of the camelsdromedary of kazakh type F <sub>4</sub> .....	74
<b>Chemistry</b>	
<i>Suerbaev Kh.A., Kudaibergenov N.Zh., Yelibay K.B.</i> Carbonylation of terminal olefines by carbon monoxide and alcohols in the presence of palladium phosphin complexes.....	85
<b>Biology</b>	
<i>Abaildayev A.O., Neupokoeva A.S., Rahymgozhin M.B., Khodayeva A.Y., Botbayev D.M., Ashirbekov Y.Y., Kulanbayev E.M., Khanseitova A.K., Balmuhanov T.S., Aitkhozhina N.A.</i> Association of variability of <i>ISP1</i> gene in patients with breast cancer from populations of Kazakhstan .....	108
<b>Social Sciences</b>	
<i>Kishibekova G. K., Omarkhanova Zh. M.</i> Financial security of development of agriculture of the republic of Kazakhstan.....	115
<i>Abdulina G.A., Seitkhamzina G.Zh.</i> Problems of social development of modern companies.....	126
<i>Abylkassimova Zh., Alibaeva M., Orynbekova G., Rakishev A.</i> Economic integration of subjects of the agro-industrial complex of Kazakhstan in modern conditions.....	136
<i>Azatbek T.A., Baitenizov D.T.</i> Self-employment in the system of scientific knowledge.....	142
<i>Ayupova Z.K., Kussainov D.U.</i> Legal policy of the republic of Kazakhstan as important mechanism of strengthening of statehood.....	150
<i>Ramazanov A., Kazhuratova A., Tymbaeva Zh.</i> Economic measurement of the oil market of the Republic of Kazakhstan.....	157
<i>Sembiyeva L.M., Bekbenbetova B.B., Beisenova L.Z.</i> Problems and prospects for the development of the credit system of Kazakhstan within the framework of the EEU.....	167
<i>Uderbaeva C.K.</i> Reflection of the history of the nomadic peoples of Central Asia in the "Proceedings" of the Orenburg archival scientific commission.....	177
<i>Boltaeva A.A.</i> The role of the state in the implementation of social responsibility of business.....	189

### **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 15.08.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
12,3 п.л. Тираж 2000. Заказ 4.