

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

2017 • 3

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., корр.-мүшесі (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

© 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 Вуйцик 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)
Садыбеков 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., чл.-корр. (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

©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 fdoctor 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., corr. member. (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

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

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

G.E. Sakhmetova¹, A.M. Brenner¹, V.V. Dil'man², O.S. Balabekov³, D.A. Kovalev⁴

¹ South Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent;

²Institute of General and inorganic chemistry named after N. S. Kurnakov of RAS, Moscow;

³South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent;

⁴All – Russian research Institute for electrification of agriculture, Moscow

17-07-70@mail.ru

PECULIARITIES OF MODELING THE HEAT AND MASS TRANSFER WITH ACCOUNTING THE SCALING FOR BIOGAS PRODUCTION REACTORS

Abstract. In this work the new approach to modelling the heat and mass transfer in biogas reactors with account of the two levels of mathematical description has been submitted. The first level is the model of heat and mass transfer in the single particle of animal waste raw materials, and the second level is description of the scale factor under the calculation of an efficiency of mass transfer in the reactors. The approach is based on the dividing the apparatus work volume into zones with different ratios between interacting phases streams. The expressions obtained can be applied to design of biochemical reactors with allowance for the scaling phenomena.

Key words: biogas reactor, heat and mass transfer, waste, flow, zone, mathematical modeling, scaling.

УДК 628.336.6

Г.Е. Сахметова¹, А.М. Бренер¹, В.В. Дильман², О.С. Балабеков³, Д.А. Ковалев⁴

¹Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, г.Шымкент;

²Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, г.Москва;

³Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, г. Шымкент;

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Москва,

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА И МАССЫ И МАСШТАБНЫЙ ПЕРЕХОД В РЕАКТОРАХ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

Аннотация. В данной работе описан новый подход математического моделирования с учетом двух уровней тепло- и массообмена в биогазовых реакторах. Первый уровень - это модель тепло- и массообмена в одной частице сырья отходов животноводства и второй уровень - это описание масштабного коэффициента при расчете эффективности массообмена в реакторах. Этот подход основан на делении реактора на зоны с различным соотношением между взаимодействующими фазами потоков. Полученные выражения могут быть применены для проектирования биохимических реакторов с учетом явления масштабирования.

Ключевые слова: биогазовых реактор, тепло-массообмен, отходы, потоки, зона, математическое моделирование, масштабирование.

1. Введение

Расчет и проектирование установок для производства биогаза из животноводческих отходов представляет значительные трудности по целому ряду причин. Анализ ряда новых работ [1, 2, 3]

показывает, что эти трудности возникают как на этапе лабораторных исследований, так и при переходе к опытно-промышленной установке и при выдаче достоверных исходных данных для проектирования промышленной установки.

Основные особенности процесса, способствующие возникновению упомянутых трудностей, перечислены ниже.

1. Разнородность химического состава, непостоянство влажности, консистенции, дисперсности и степени однородности перерабатываемого сырья.

2. Адаптация к условиям климата, что усложняет выбор оптимальной технологии и режима сбраживания. При этом, выбор может быть сделан в пользу как мезофильного, так и термофильного режимов [1, 2].

3. Степень и временной режим перемешивания, оптимальный выбор которых существенно зависит от состава сырья и от габаритов реактора.

4. Технологический режим не может быть однозначно определен без конкретизации производительности установки, которая, в свою очередь, зависит от параметров сырья. Однако параметры отходов животноводства, как отмечено выше, вряд ли могут быть заданы с необходимой определенностью.

5. Производительность установки для производства биогаза определяется также качеством и количеством вносимой смеси энзимов, пробиотиков и микроэлементов [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что для создания надежной инженерной методики расчета процесса в реакторе биогаза необходимо моделировать процессы теплообмена на двух уровнях описания: на локальном уровне - для отдельных частиц обрабатываемой в реакторе гетерофазной смеси, а также на уровне полного объема реакционной смеси с учетом локальных характеристик и распределения сырья в объеме аппарата.

При этом модели должны сохранять необходимую степень обобщенности описания, позволяющей при разработке проекта использовать данные о конкретных характеристиках сырья и условиях его переработки. Иначе говоря, модели изначально должны быть ориентированы на полуэмпирическое моделирование. На основании таких моделей может быть осуществлен технологический расчет процесса, выбрано оптимальное оборудование и произведен его конструктивный расчет с учетом технологических характеристик.

В настоящей работе дается краткое описание подходов к обоим уровням математического моделирования реакторов биогаза.

2. Локальный уровень моделирования

Экспериментальное исследование тепло и массообменных процессов на поверхности и в глубине отдельных частиц пористого сырья сложного состава в условиях многостадийной химической реакции не только затруднительно, но и, вследствие уже отмеченных причин неполноты информации о составе сырья, вряд ли практически целесообразно.

2.1 Математическая модель теплопереноса в отдельной пористой частице перерабатываемого сырья в слое неадиабатического реактора.

Т.к. процесс химических превращений наиболее интенсивно идет на поверхности частицы, основное тепловыделение за счет химической реакции будем считать локализованным в некоторой области вблизи поверхности. Тогда описание процесса можно вести в рамках приближения, предложенного в работах [4, 5] для слоя пористого катализатора.

$$\frac{\lambda}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dT}{dr} \right) + q = 0 \quad (1)$$

где r - текущий радиус частицы; T - температура; λ - коэффициент теплопроводности; q - тепловыделение в единице объема частицы.

Тепловыделение определяем на основе формулы Аррениуса:

$$q = q_v k c \left(1 - \frac{E}{RT_*} \right) \exp(-E/RT) \quad (2)$$

где q_v - удельная теплота реакции; k - константа скорости реакции; c - концентрация основного реагента в поверхностной зоне; E - энергия активации; R - газовая постоянная.

Т.к. процесс происходит в области умеренных температурных градиентов, разложим выражение (2) в ряд Тейлора в окрестности температуры зажигания и ограничимся первыми членами разложения:

$$q = q_v k c \exp(-E/RT_*) + q_v k c \frac{E}{RT_*^2} (T - T_*) \exp(-E/RT_*) \quad (3)$$

где T_* - температура зажигания реакции.

Тогда тепловыделение определяется двумя составляющими: первая является постоянной и определяется температурой зажигания реакции, а вторая зависит от переменной температуры зерна:

$$q_* = q_v k c \exp(-E/RT_*) \left(1 - \frac{E}{RT_*} \right) \quad (4)$$

Уравнение (1) запишем в виде:

$$\lambda \frac{d^2 T}{dr^2} + \frac{2\lambda}{r} \frac{dT}{dr} + q_* + DT = 0 \quad (5)$$

где

$$D = q_v k c \frac{E}{RT_*^2} \exp(-E/RT_*) \quad (6)$$

Граничное условие при $r = r_e$:

$$\lambda \left. \frac{dT}{dr} \right|_{r=r_e} = \alpha (T_\infty - T_e) \quad (7)$$

где α - коэффициент теплоотдачи; T_e - температура поверхности зерна; T_∞ - температура окружающей среды.

Запишем уравнение (5) в безразмерной форме:

$$\frac{\lambda}{r_e} \bar{r} \frac{d^2 T}{d\bar{r}^2} + 2 \frac{\lambda}{r_e} \frac{dT}{d\bar{r}} + D r_e \bar{r} T = 0 \quad (8)$$

где $\bar{r} = r/r_e$.

Общее решение уравнения (8) имеет решение в виде суперпозиции функций Бесселя и Неймана [6]:

$$T = \frac{1}{\sqrt{\bar{r}}} \left[C_1 J_{1/2} \left(r_e \bar{r} \sqrt{\frac{D}{\lambda}} \right) + C_2 Y_{1/2} \left(r_e \bar{r} \sqrt{\frac{D}{\lambda}} \right) \right] \quad (9)$$

После ряда преобразований можно получить аппроксимацию выражения (9) для случая постоянного тепловыделения [4]

$$\Delta T = T - T_{\infty} = \frac{q_* r_e^2}{3\lambda} \left[\frac{1 - \gamma^3}{Nu} + \frac{1 - \bar{r}^2}{2} + \gamma^3 \left(1 - \frac{1}{\bar{r}} \right) \right] \quad (10)$$

Здесь
$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}, \quad \gamma = \frac{r_i}{r_e}$$

Использование предложенной модель предполагает привлечения минимума эмпирических данных [4].

2.2 Математическая модель локальных диффузионных процессов в отдельной пористой частице.

С учетом химического источника и коэффициента формы частицы Ψ система уравнений тепло и массопереноса имеет вид [5]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_{eff} \left(\frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{\Psi}{r} \frac{\partial c}{\partial r} \right) - kc \exp(-E/RT) \quad (11)$$

$$C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_{eff} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\Psi}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + q_r kc \exp(-E/RT) \quad (12)$$

где c - концентрация; D_{eff} - эффективный коэффициент диффузии; t - время процесса.

Граничные условия для процесса переноса тепла и массы на поверхности частицы):

$$r = R. \beta(c_s - c) = D_{eff} \frac{\partial c}{\partial r}, \quad \alpha(T_s - T) = \lambda_{eff} \frac{\partial T}{\partial r} \quad (13)$$

$$r = 0. \frac{\partial c}{\partial r} = \frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (14)$$

где β - коэффициент массоотдачи; α - коэффициент теплоотдачи; c_s, T_s - концентрация и температура на поверхности частицы.

Оценка величины коэффициента внутренней диффузии может быть дана в виде:

$$D_{eff} \approx \frac{R^2}{4t_c} \approx \frac{R \langle V \rangle}{4} \quad (15)$$

где t_c - характерное время внутренней диффузии, $\langle V \rangle = \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m}}$ - средняя скорость теплового движения молекул, k_B - константа Больцмана, m - молекулярная масса.

Оценку эффективного коэффициента теплопроводности, получаем с помощью управляющего параметра- числа Льюиса Le :

$$\lambda_{eff} = Le C_p D_{eff} \quad (16)$$

Для характерного времени внутренней диффузии используется приближение порядка времени стабилизации процесса насыщения внутренней поверхности пор адсорбента улавливаемым компонентом [5, 7].

Для перехода к стадии масштабирования нужно связать параметры, характеризующие микроскопическую структуру пористой частицы, и макроскопические параметры, определяемые эмпирически.

Такая связь может быть получена с помощью оценки числа Кнудсена:

$$\text{Kn} \approx \frac{1}{K_m (1 - \omega)^2} \quad (17)$$

где K_m и ω - эмпирические константы.

3. Масштабный переход

Реальная гидродинамическая структура в аппарате не описывается точно ни одной из стандартных моделей: идеального вытеснения, смешения или диффузионной.

Поэтому в нашей работе предлагается подход к моделированию реакторов со сложной структурой потоков взаимодействующих фаз, основанный на опыте моделирования влияния распределения фаз в абсорберах на эффективность массообмена [2].

В соответствии с этим подходом весь объем аппарата делится на зоны взаимодействия, характеризующихся различными соотношениями взаимодействующих потоков. Предполагается, что структура потоков в выделенном малом элементе объема реактора соответствует структуре потоков в лабораторном аппарате с таким же соотношением потоков и равномерным распределением фаз [8].

Тогда при неравномерном распределении потоков предполагаем, что каждому элементу объема можно поставить в соответствие локальное значение объемного коэффициента массопередачи, определяющегося соотношением потоков в этом объеме и полученное на лабораторных установках малого размера с известной структурой потоков. При этом расчет значений коэффициентов массопередачи (как и теплопередачи) можно производить по схеме идеального вытеснения [1, 2].

Тогда для элементарных объемов реактора можно записать следующую систему уравнений [8]:

$$\frac{\partial Y}{\partial z} = L(z, r) \frac{\partial X}{\partial z}; \quad \frac{\partial Y}{\partial z} = K_V(z, r) \frac{d\chi}{dV} \quad (18)$$

Здесь X, Y - безразмерные концентрации взаимодействующих реагентов; K_V - объемный коэффициент массопередачи; z - продольная координата; r - радиальная координата; χ - степень превращения; V - объем реактора; L - соотношение потоков взаимодействующих фаз.

В первом приближении для линейной рабочей линии процесса систему (18) можно привести к виду:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 Y}{\partial z^2} - D(z, r) \frac{\partial Y}{\partial z} = 0, \\ \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} - \left[D(z, r) - \frac{\partial(\ln L)}{\partial z} \right] \frac{\partial X}{\partial z} = 0. \end{cases} \quad (19)$$

Здесь использовано представление об эффективном коэффициенте диффузии [8]:

$$D(z, r) = \frac{\partial(\ln K_V)}{\partial z} + K_V(\lambda - 1) \quad (20)$$

Вводится также понятие, эквивалентное фактору абсорбции и усредненный по сечению реактора коэффициент массопередачи [8]:

$$\lambda = k_{st} \frac{J_X}{J_Y} = k_{st} L \quad (21)$$

Очевидно, что среднее значение λ не зависит от характера распределения потоков и

постоянно по длине реактора. Поэтому, если зависимость коэффициентов массообмена от соотношения и структуры потоков известна, то соответствующее среднее значение можно вычислить по формуле:

$$\bar{K}_V = \frac{1}{f} \iint_f K_V(L) df \quad (22)$$

На основе предлагаемого подхода удастся получить формулы для расчета степени превращения веществ в реакторе со сложной структурой потоков взаимодействующих фаз, которые приспособлены для адаптации к модели масштабного перехода:

$$\chi = \left\{ \left[\exp\left(\frac{\lambda-1}{J_Y} f \int_0^H \bar{K}_V ds\right) - 1 \right] / \left[\lambda \exp\left(\frac{\lambda-1}{J_Y} f \int_0^H \bar{K}_V ds\right) - 1 \right] \right\} \left(1 - \frac{k_{st} X_0}{Y_0} \right) \quad (23)$$

Масштабный переход тогда описывается через учет наличия в аппарате n последовательных участков с различающимися на каждом участке коэффициентами массообмена.

Тогда для расчета степени превращения получаем:

$$\chi = \frac{\exp\left(\frac{\lambda-1}{J_Y} f \sum_{i=1}^n \int_0^{H_i} \bar{K}_{V(i)} ds\right) - 1}{\lambda \exp\left(\frac{\lambda-1}{J_Y} f \sum_{i=1}^n \int_0^{H_i} \bar{K}_{V(i)} ds\right) - 1} \left(1 - \frac{k_{st} X_0}{Y_0} \right). \quad (24)$$

Предлагаемая модель позволяет в полной мере использовать результаты лабораторных исследований на малогабаритных установках и на их основании производить расчеты промышленных аппаратов. Далее предполагается максимально адаптировать этот подход к инженерным методикам и произвести его проверку в реальных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Baranova M.P., Ekaterinchev V.M., Abashev N.L. The problems of designing and creating a pilot plant producing biogas from animal waste APK Siberia, J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2017, 10(1), стр. 106-112.

[2] Сафаров Руслан Рафигоглы. Моделирование гидродинамики и массообмена в полволоконном мембранном биореакторе (на примере культивирования клеток млекопитающих)/Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва, 2016.

[3] Карлаш, Ю. В. Особенности массопереноса в биореакторах при интенсификации и масштабировании процессов микробиологического синтеза // П. П. Лобода, Ю. В. Карлаш // Гидродинамика и процессы переноса в биореакторах : сб. научных трудов - Новосибирск : Институт теплофизики СО АН СССР , 1989. - С. 25-35.

[4] Б.Р. Кожатаев, А.М. Аширов, М. Дуйсебекова, Ж.Ж. Мадьярова. Моделирование стационарного теплопереноса в зерне катализатора//Вестник НИА РК 2005, №3, с. 20-25.

[5] Б.Р. Кожатаев, А.М. Аширов, М. Дуйсебекова, Ж.Ж. Мадьярова. Моделирование диффузионных процессов в слое пористого катализатора//Вестник НИА РК 2005, № 5, с. 92-96.

[6] Зайцев В.Ф., Полянин А.Д. Справочник по линейным обыкновенным дифференциальным уравнениям. М. Факториал. 1997, 305 с.

[7] Aris R. The mathematical theory of diffusion and reaction in permeable catalysts. Clarendon Press, Oxford, 1975.

[8] Brenner A.M. Adaptation of random walk methods to the modelling of liquid distribution in packed columns// Advances in Fluid Mechanics, IV.- Southampton, Boston.: WIT Press.- 2002.- P. 291-300.

REFERENCES

[1] Baranova M.P., Ekaterinchev V.M., Abashev N.L. The problems of designing and creating a pilot plant producing biogas from animal waste APK Siberia, J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2017, 10(1). P. 106-112.

[2] Safarov R.R. Modeling of hydrodynamics and mass transfer in hollow fiber membrane bioreactor (for example, cultivation of mammalian cells)/The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences/ Russian chemical-technological University after D. I. Mendeleev, Moscow, 2016.

[3] Karlash, Y.V., P.P.Loboda, Karlash Y.V. Peculiarities of mass transfer in bioreactors in intensification and scaling of processes of microbiological synthesis // Fluid flow and transport processes in bioreactors. collection of scientific works - Novosibirsk : Institute of Thermophysics SB AS USSR. 1989, P. 25-35.

[4] Karataev B.R., Ashirov A.M., Duisebekova M., Mad'yarova J. J. Modeling of stationary heat transfer in the grain of the catalyst // Herald RA RK 2005, №3. P. 20-25.

[5] Karataev B.R., Ashirov A.M., Duisebekova M., Mad'yarova J. J. Modeling of diffusion processes in the porous catalyst layer // Herald RA RK 2005, № 5.-P. 92-96.

[6] Zaisev V.F., Polanin A.D. Handbook of linear ordinary differential equations. M. Faktorial. 1997, P.305.

[7] Aris R. The mathematical theory of diffusion and reaction in permeable catalysis. Clarendon Press, Oxford, 1975.

[8] Brenner A.M. Adaptation of random walk methods to the modelling of liquid distribution in packed columns // Advances in Fluid Mechanics, IV.- Southampton, Boston.: WIT Press. 2002, P. 291-300.

ӘОЖ: 628.336.6

Г.Е. Сахметова¹, А.М. Бренер¹, В.В. Дильман², О.С. Балабеков³, Д.А. Ковалев⁴

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан;

²Н.С. Курнаков атындағы Жалпы және бейорганикалық химия институты, Москва қ., Ресей;

³Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент қ., Қазақстан;

⁴Бүкілресейлік ғылыми-зерттеу ауыл шаруашылығы институты, Москва қ., Ресей

БИОГАЗДЫ ӨНДІРУ РЕАКТОРЛАРДА МАСШТАБТЫ ӨТПЕ ЖӘНЕ ЖЫЛУ МЕН МАССАНЫ БЕРУ ПРОЦЕСТЕРДІҢ МОДЕЛЬДЕУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация. Осы жұмыста биогаз реактордағы жылу және масса алмасудың екі деңгейінің ескеріп жаңа математикалық модельдеу тәсілі сипатталған. Бірінші деңгей – ол мал шаруашылық қалдықтарының шикізатының бір бөлшегіндегі жылу-және масса алмасу моделі және екінші деңгей - ол реакторларда масса алмасу тиімділігін есептеген кезде масштабты коэффициентін сипаттамасы. Ағындардың өзара әрекет ететін фазалардың арасындағы әртүрлі ара қатынасы бар аймақтарға реактордың бөлінуіне негізделген тәсіл. Есептелген өрнектерді масштабтау құбылыстарды ескере отырып биохимиялық реакторларды жобалау үшін қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: биогазды реактор, жылу – масса алмасу, қалдықтар, ағындары, аймақ, математикалық модельдеу, масштабтау.

Сведения об авторах:

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

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

Дильман Виктор Васильевич - д.т.н., профессор. Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Российская Федерация. г. Москва;

Балабеков Оразалы Сатимбекович - д.т.н., Академик НАН РК. Южно-Казахстанского государственного педагогического института, Республика Казахстан. г. Шымкент;

Ковалев Дмитрий Александрович - К.т.н., Всероссийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Российская Федерация. г. Москва.

МАЗМҰНЫ

Физика

Бакытов Д., Курманбеков А.С., Исламов Р.А., Парецкая Н.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Мартиросян К.С., Ильин А.И. Иод және кейбір органикалық лигандтармен калийдің кешенді қалыптасуы, нәтижесінде пайда болған қосылыстардың құрылымы мен қасиеттері..... 5

Химия

Алибеков Р.С., B.De Meulenaer, Серікбай Ф.Т. Penicillium caseicola зеңімен дайындалған жұмсақ ірімшікті химиялық талдау..... 17

Экономика

Ламбекова А.Н., Нурғалиева А.М. Банктердегі ішкі бақылаудың мазмұны, мақсаттары мен міндеттері..... 24

Биология

Сейлғазина С., Потороко И., Джаманова Г., Койгельдина А. Қоректік элементтердің эспарцетпен сіңірілуіне қоршаған орта жағдайының әсері 28

Техникалық ғылымдар

Сахметова Г.Е., Бренер А.М., Дильман В.В., Балабеков О.С., Ковалев Д.А. Биогазды өндіру реакторларда масштабты өтпе және жылу мен массаны беру процестердің модельдеу ерекшеліктері..... 34

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Жоғарғы үдемелі капиллярлық-кеуектік жылуалмастырғышты зерттеу және есептеу..... 41

Қалимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Рог О.А. Ақпаратқа қол жеткізу саралау үлгісін құру үшін логикасын пайдаланыңыз..... 48

Сүрімбаев Б.Н., Байқоңырова Ә.Ө., Болотова Л.С. Алтын құрамды сульфидті кендерді гравитациялық байыту үрдісін зерттеу..... 55

Машеков С.А., Нұртазаев А.Е., Нұғман Е.З., Абсадықов Б.Н., Машекова А.С. Бес қапасты бойлық сыналы орнақта жұқа жолақтарды илемдеген кезде пішінбіліктердің иілуін имитациялы модельдеу 61

Бектүреєва Г.У., Койманова К.С., Мамитова А.Д., Мықтыбаев А.Д., Сағатов Д.А., Достай Ш.С., Ақтаева У.Ж., Жуматаева С.Б., Шапалов Ш.К. Тағамдық қалдықты және азықты экструзиялық өңдеу..... 73

Абилжанұлы Т., Абилжанов Д.Т., Солдатов В.Т., Альиурина А.С. Пик-3,0 мал азығын кеңадымды жинағыш ұсақтағыштың эксплуатациянды-технологиялық көрсеткіштерді анықтау нәтижелері 80

Сағындықова А. Көп факторлы эксперимент жоспарлау индукциялық жылытқыш әдісімен астық кептіргіш зерттеу..... 84

Жакупбекова А.Е. Университет ситуациялық модель ретінде ситуацияларды топтарға бөлу.....92

Химия

Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Ордабаева А.Т., Молдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М., Жакупова А.Н. Ауыр көмірсутегі шикізатының тепе-тең кинетикалық анализі 97

Закарина Н.А., Айтуғанова Ш.Ж., Волкова Л.Д., Ким О.К. Лантанмен түрлендірілген НУ-цеолитті Al(2,5)NaHMM катализатордың активтілігін күрделі тәжірибелік реакторда зерттеу 104

Молдахметов З.М. Қазақстан республикасы органикалық синтез және көмірхимиясы институтындағы ғылыми зерттеулердің жағдайы мен даму мәселелері..... 113

Биология

Булгакова О.В., Жаббаева Д.Б., Берсімбаев Р.І. МикроРНК miR-155-5p Өкпе ісігінің патогенезіндегі рөлі 121

Жумабаева Б.А., Джангалина Э.Д., Айташева З.Г., Лебедева Л.П., Зұлпұхар Ж.Т., Туысқанова М. Алматы облысы жағдайындағы үрмебұршақ дәндерінің белоктық компоненттерінің белсенділігін анықтау..... 130

Кедельбаев Б.Ш., Есимова А.М., Кудасова Д.Е., Рысбаева Г.С., Нарымбаева З.К. Тасымалданатын мыс катализаторы қатысында гидролитикалық гидрлеу әдісімен коза-пая целлюлозасынан қант спиртін алу процесін зерттеу 140

Жер туралы ғылым

Салихов Т.Қ. Батыс қазақстан облысында жобаланған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватың территориясындағы өсімдік жамылғысының географиялық таралу заңдылықтары 145

Қоғамдық ғылымдар

Абдрасилов Т., Қалдыбай Қ., Нурматов Ж. Ислам философиясындағы адам мәселесі..... 155

Бақтиярова А. Ж. Қазақстан Республикасының ауылшаруашылығы саласының бүгінгі жағдайы мен негізгі мәселелері..... 164

Болтаева А. А. Қазақстандағы бизнестің әлеуметтік жауапкершілігінің дамуы..... 173

Косдаулетова Р.Е., Досқалиева Б.Б., Ярдякова И.В. Қазақстанның менеджментінің заманауи даму бағыттары... 180

Жұмақаева Б. Д. Саяси мінез құлық саясаттану ғылымының маңызды аспектілерінің бірі 188

Купешиова С.Т., Кареке Г.Т. Жоғары белгісіздік жағдайында тиімді инновациялық жоба тәуекелдердің басқару жүйесін құру..... 194

Мухтарова К.С., Ахметова З.Б., Ким И.А. ЕурАзӘЖ елдеріндегі интернет маркетингі инфрақұрылымының дамуы..... 200

Насимов М. Ө., Паридинова Б. Ж. Қайта өркендеу дәуіріндегі зайырлы саяси ойлар мен еуропалық ағартушылық дәуірдегі саяси идеялар..... 207

Сериқова М.А. Салықтықәкімшілендіруаудиттіңтиімділігінмәселелері..... 215

Тазабекова А.Ч. Алматы қаласының өнеркәсібінде кәсіпкерліктің дамуының бағыттары 225

Темірбаева Д.М. Қазақстанда балалармен үй аруашылықтарының бөлу үрдістері мен заңдылықтарын..... 233

Торланбаева К.Ө. Шоқан Уәлиханов қазақтардағы мұсылмандық туралы..... 244

СОДЕРЖАНИЕ

Физика

Бакытов Д., Курманбеков А.С., Исламов Р.А., Парецкая Н.А., Тамазян Р.А., Токмолдин С.Ж., Мартиросян К.С., Ильин А.И. Комплексобразование калия с иодом и некоторыми органическими лигандами, структура и свойства образующихся соединений..... 5

Химия

Алибеков Р.С., B.De Meulenaer, Серикбай Ф.Т. Химический анализ мягкого сыра с плесенью созрелого с *Penicillium caseicola*..... 17

Экономика

Ламбекова А.Н., Нурғалиева А.М. Содержание, цели и задачи внутреннего контроля в банках..... 24

Биология

Сейлғазина С., Потороко И., Джаманова Г., Койгельдина А. Влияние условий окружающей среды на поглощение элементов питания эспарцетом..... 28

Технические науки

Сахметова Г.Е., Бренер А.М., Дильман В.В., Балабеков О.С., Ковалев Д.А. Особенности моделирования процессов передачи тепла и массы и масштабный переход в реакторах производства биогаза..... 34

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Исследование и расчет высокофорсированного капиллярно-пористого теплообменника..... 41

Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Роз О.А. Применение логики для построения моделей разграничения доступа к информации..... 48

Суримбаев Б.Н., Байконурова А.О., Болотова Л.С. Исследование процесса гравитационного обогащения золотосодержащих сульфидных руд..... 55

Машеков С.А., Нуртазаев А.Е., Нугман Е.З., Абсадыков Б.Н., Машекова А.С. Имитационное моделирование изгиба валков при прокатке тонких полос в пятиклетевом продольно-клиновом стане..... 61

Бектуреева Г.У., Койманова К.С., Мамитова А.Д., Мықтыбаев А.Д., Сағатов Д.А., Достай Ш.С., Актаева У.Ж., Жуматаева С.Б., Шапалов Ш.К. Экструзионная обработка кормов и пищевых отходов..... 73

Абилжанұлы Т., Абилжанов Д.Т., Солдатов В.Т., Альиурина А.С. Результаты определения эксплуатационно-технологических показателей опытного образца широкозахватного подборщика – измельчителя кормов пик-3,0..... 80

Сағындықова А. Исследования процесса сушки зерна посредством индукционных нагревателей методом планирования многофакторного эксперимента..... 84

Жақупбекова А.Е. Университет как ситуационная модель классификация проблемных ситуаций..... 92

Химия

Ахметқаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Ордабаева А.Т., Мулдахметов Ж.Х., Байкенов М.И., Дюсекенов А.М., Жақупова А.Н. Равновесно-кинетический анализ твердого углеводородного сырья..... 97

Закарина Н.А., Айтүганова Ш.Ж., Волкова Л.Д., Ким О.К. Испытания активности модифицированного лантаном НУ-цеолитного катализатора на Al(2,5)NaНММ в крупнѐнных лабораторных реакторах..... 103

Мулдахметов З.М. Состояние и проблемы развития научных исследований в институте органического синтеза и углехимии РК..... 113

Биология

Булгакова О.В., Жаббаева Д.Б., Берсимбаев Р.И. Роль микроРНК miR-155-5p в патогенезе рака легкого..... 121

Жумабаева Б.А., Джангалина Э.Д., Айташева З.Г., Лебедева Л.П., Зултухар Ж.Т., Туысканова М. Определение активности белковых компонентов семян фасоли обыкновенной в условиях алматинской области..... 130

Кедельбаев Б.Ш., Есимова А.М., Кудасова Д.Е., Рысбаева Г.С., Нарымбаева З.К. Исследование процесса получения из целлюлозы гуза-паи сахарного спирта методом гидролитического гидрирования в присутствии нанесенного медного катализатора..... 140

Науки о Земле

Салихов Т.К. Географические закономерности распределения растительного покрова на территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» западно-казахстанской области..... 145

Общественные науки

Абдрасилов Т., Калдыбай К., Нурматов Ж. Проблема человека в исламской философии..... 155

Бактиярова А. Ж. Основные проблемы и текущая ситуация в сельскохозяйственном секторе Республики Казахстан..... 164

Болтаева А. Развитие социальной ответственности бизнеса в Казахстане..... 173

Косдаулетова Р. Е., Досқалиева Б. Б., Ярдықова И. В. Современные направления развития казахстанского менеджмента..... 180

Жумақаева Б. Д. Политическое поведение как объект исследования политической науки..... 188

Купешова С.Т., Карекке Г.Т. Построение эффективной системы управления рисками инновационного проекта в условиях высокой неопределенности..... 194

Мухтарова К.С., Ахметова З.Б., Ким И.А. Инфраструктура развития интернет-маркетинга в странах ЕАЭС..... 200

Насимов М. О., Паридинова Б. Ж. Светская политическая мысль эпохи Возрождения и политические идеи европейского Просвещения..... 207

Серикова М.А. Проблемы организации аудита эффективности налогового администрирования..... 215

Тазбақыева А. Ч. Тенденции развития предпринимательства в промышленности города Алматы..... 225

Темірбаева Д. М. Доходы домохозяйств с детьми в Казахстане: тенденции и особенности распределения..... 233

Торланбаева К.У. Чокан Валиханов о мусульманстве у казахов..... 244

CONTENT

Physics	
<i>Bakytov D., Kurmanbekov A.S., Islamov R.A., Paretskaya N.A., Tamazyan R.A., Tokmoldin S.Zh., Martirosyan K.S., Ilin A.I.</i> Potassium complexation with iodine and certain organic ligands, structure and properties of generated compounds.....	5
Chemistry	
<i>Alibekov R.S., Meulenaer B.De, Serikbay F.T.</i> Chemical analysis of soft moldy cheese repined with <i>Penicillium caseicola</i>	17
Economy	
<i>Lambekova A.N., Nurgaliyeva A.M.</i> Contents, objectives and tasks of internal control in banks.....	24
Biology	
<i>Seylgazina S., Potoroko I., Djamanova G., Koigeldina A.</i> Influence of environmental conditions on the supply of nutrients to hungarian sainfoin plants.....	28
Technical sciences	
<i>Sakhmetova G.E., Brener A.M., Dil'man V.V., Balabekov O.S., Kovalev D.A.</i> Peculiarities of modeling the heat and mass transfer with accounting the scaling for biogas production reactors.....	34
<i>Genbach A.A., Jamankulova N.O.</i> Research and calculation of high-forced capillary-porous heat exchanger.....	41
<i>Kalimoldayev M.N., Biyashev R.G., Rog O.A.</i> Application of logic for access control modeling.....	48
<i>Surimbayev B.N., Baikonurova A.O., Bolotova L.S.</i> Investigation of the process of gravity concentration of gold-containing sulfide ores.....	55
<i>Mashkov S.A., Nurtazaev A.E., Nugman Ye.Z., Absadykov B.N., Mashekova A.S.</i> Simulation modeling of the roll bending at the rolling of thin strips in the five-stand longitudinal-wedge mill.....	61
<i>Bekturyeva G.U., Koimanova K.S., Mamitova A.D., Miktibayev A.D., Sagatov D.A., Dostay Sh.S., Aktayeva U.Zh., Zhumatayeva S.B. Sh.K. Shapalov</i> Extrusion processing of food wastes in feed.....	73
<i>Abilzhanuly T., Abilzhanov D.T., Soldatov V.T., Alshurina A.S.</i> Results of determination operational-technological indicators of experimental sample of wide pickup chopper pik-3,0.....	80
<i>Sagyndikova Aigul.</i> Investigation of the grain drying process by induction heaters by method of planning a multifactor experiment.....	84
<i>Zhakupbekova A.Y.</i> The university as a situational model and classification of problematic situations.....	92
Chemistry	
<i>Akhmetkarimova Zh.S., Muldakhmetov Z.M., Ordabaeva A.T., Muldakhmetov Zh.H., Baikenov M.I., Dyusekenov A.M., Zhakupova A.N.</i> Equilibrium kinetic analysis of solid hydrocarbons.....	97
<i>Zakarina N. A., Aytuganova Zh. Sh., Volkova L.D., Kim O.K.</i> Tests of activity of hy-catalyst based on Al(2,5)NaHMM modified by lantan in bigger laboratory reactors	103
<i>Muldakhmetov Z. M.</i> The status and problems of development of scientific research in the institute of organic synthesis and coal chemistry of Kazakhstan.....	113
Biology	
<i>Bulgakova O.V., Zhabayeva D.B., Bersimbaev I.R.</i> The role of miR-155-5p in the pathogenesis of lung cancer.....	121
<i>Zhumabayeva B.A., Dzhangalina E.D., Aytasheva Z.G., Lebedeva L.P., Zulpukhar Zh.T., Tuysqanova M.</i> Determination of protein components activities for common bean harvested in almaty region	130
<i>Kedelbayev B.Sh., Yessimova A.M., Kudassova D.E., Rysbayeva G.S., Narymbaeva Z.K.</i> Study the process of obtaining of sugar alcohol from guza-paya cellulose by hydrolytic hydrogenation in the presence of supported copper catalyst.....	140
Earth science	
<i>Salikhov T.K.</i> Geographical distribution patterns of vegetation in design of state nature reserve "Bokeyorda" west kazakhstan region.....	145
Social Sciences	
<i>Abdrassilov T.K., K.Kaldybay K., Nurmatov Zh. Y.</i> The problem of man in islamic philosophy.....	155
<i>Bakhtiyarova A. Zh.</i> The basic problems and current situation in the agricultural sector of the Republic of Kazakhstan.....	164
<i>Boltaeva A.A.</i> Development of social responsibility of business in Kazakhstan.....	173
<i>Kosdauletova R.Y., Doskaliyeva B. B., Yardyakova I.</i> Modern directions of development of kazakhstan management.....	180
<i>Zhumakayeva B.D.</i> Political behavior as a subject of the political science study.....	188
<i>Kupeshova S.T., Kareke G.T.</i> Building an effective risk management system for an innovative project under conditions of high uncertainty.....	194
<i>Mukhtarova K.S., Akhmetova Z.B., Kim I.A.</i> Development of internet-marketing infrastructure in the eurAsian economic union.....	200
<i>Nassimov M. O., Paridinova B. Zh.</i> Secular political thought of the renaissance and the political ideas of the european enlightenment	207
<i>Serikova M.A.</i> Problems of organization of performance audit in tax administration	215
<i>Tazabekova A.</i> Entrepreneurship development trends in the industry of Almaty city.....	225
<i>Temirbayeva D. M.</i> Household income with children in Kazakhstan: trends and distribution patterns.....	233
<i>Torlanbayeva K.U.</i> Chokan Valikhanov on Islam among the Kazakhs.....	244

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). 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

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 01.06.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,9 п.л. Тираж 2000. Заказ 3.