

ISSN 0002-3213

2011•5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

---

## ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



REPORTS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Бас редактор  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

ҚР ҰҒА-ның академиктері: **У.Қ. Бішімбаев, З.Д. Дүйсенбеков, Т.И. Есполов, Б.Т. Жұмағұлов, С.З. Зиманов, Т.Ә. Қожамқұлов, Т.Ә. Момынов, С.С. Сартаев, Д.Қ. Сүлеев, И.В. Северский**; ҚР ҰҒА-ның шетелдік мүшелері: Әзірбайжан ҰҒА-ның академигі **Керимов М.К.**, Украина ҰҒА-ның академигі **Гончарук В.В.**, РҒА-ның корреспондент мүшесі **Величкин В.И.**; экономика ғылымдарының докторы, проф. **Ж.М. Әділов**, медицина ғылымдарының докторы, проф. **А.А. Ақанов**, экономика ғылымдарының докторы, проф. **И.Қ. Бейсембетов**, заң ғылымдарының докторы, проф. **Е.А. Оңғарбаев**, биология ғылымдарының кандидаты **Ж.С. Хайдарова** (жауапты хатшы)

## МАЗМҰНЫ

### Химия және химиялық технологиялар

<i>Борисенко А.В., Мұстафина Г.А., Фазылов С.Д., Молдахметов З.М., Жұрынов М.Ж.</i> Газтазартқыш қондырғының (Борисенко А.В. жүйесі) реакциялық аймағындағы физикалық-химиялық үдерістер.....	5
<i>Нұркенов О.А., Фазылов С.Д., Ахметкәрімова Ж.С., Жұрынов М.Ж., Сәрсенбекова А.Ж.</i> 1-бензилпиперазиннің жаңа көпфункционалы туындылары.....	13
<i>Тәшімов Л.Т., Балабеков Б.Ч.</i> Химия-технологиялық аппараттардағы суспензий ағымы мен қалдықтарын үлгілеу...19	
<i>Тәшімов Л.Т.</i> Жұмыс зонасындағы дисперстік фазаның пайда болуындағы химиялық реактор есебінің әдістемесі...27	

### Жер туралы ғалымдар

<i>Савоста В.С.</i> Гравитациялық тұрақтылықтың өзгеруі (анизотропиясы) жердің кеңістіктегі қозғалысы нәтижесі ретінде.....	32
---	----

### Биология

<i>Богоявленский А.П., Алексюк П.Г., Тұрмағамбетова А.С., Березин В.Э.</i> Вирусқа қарсы вакцина жасаудың иммунологиялық және молекулалық негіздері.....	38
<i>Нигматова В.Г., Әбуғалиева Г.К., Мирошник Т.Н., Балмұханов Т.С., Айтқожина Н.Ә.</i> Қазақстанда тұратын ұлты орыс әйелдеріндегі шашыранды склероз ауруының интерлейкин-13 ( <i>il-13ra1</i> ) рецепторы гені rs2495636 полиморфты вариантымен ассоциациясы.....	45
<i>Білалов Е.К., Тәшенов К.Т., Мақашев Е.К., Қарынбаев Р.С., Ким Т.Д., Макарушко С., Мұхамедьярова А., Агаділова А., Ташенова Б.</i> Кадмий тұзымен уландыру жағдайындағы жұмыртқалайтын тауықтардың өнімділігі.....	50
<i>Білалов Е.К., Тәшенов К.Т., Мақашев Е.К., Қарынбаев Р.С., Ким Т.Д., Макарушко С., Мұхамедьярова А., Агаділова А., Ташенова Б.</i> Қорғасын тұзымен уландыру жағдайындағы жұмыртқалайтын тауықтардың өнімділігі.....	55

### Қоғамдық ғылымдар

<i>Рақышев Б.Р.</i> Өмір кезеңдерінің сипаттамалары және жасқа қарай жіктеуді жетілдіру.....	59
--	----

---

---

Главный редактор  
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

академики НАН РК: **В.К. Бишимбаев, З.Д. Дюсенбеков, Т.И. Есполов, Б.Т. Жумагулов, С.З. Зиманов, Т.А. Кожамкулов, Т.А. Муминов, С.С. Сартаев, Д.К. Сулеев, И.В. Северский**; иностранные члены НАН РК: академик НАН Азербайджана **Керимов М. К.**, академик НАН Украины **Гончарук В.В.**, член-корреспондент РАН **Величкин В. И.**; доктор экономических наук, проф. **Ж.М. Адилов**, доктор медицинских наук, проф. **А.А. Аканов**, доктор экономических наук, проф. **И.К. Бейсембетов**, доктор юридических наук, проф. **Е.А. Онгарбаев**, кандидат биологических наук **Ж.С. Хайдарова** (ответственный секретарь)

## СОДЕРЖАНИЕ

### Химия и химические технологии

<i>Борисенко А.В., Мустафина Г.А., Фазылов С.Д., Мулдахметов З.М., Журинов М.Ж.</i> Физико-химические процессы в реакционной зоне газоочистной установки системы Борисенко А.В. ....	5
<i>Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Ахметкаримова Ж.С., Журинов М.Ж., Сарсенбекова А.Ж.</i> Новые полифункциональные производные 1-бензилпиперазина.....	13
<i>Ташимов Л.Т., Балабеков Б.Ч.</i> Моделирование течения суспензий и осадков в аппаратах химических технологий....	19
<i>Ташимов Л.Т.</i> Методология расчета химических реакторов с образованием дисперсной фазы в рабочей зоне.....	27

### Науки о Земле

<i>Савоста В.С.</i> Анизотропия гравитационной постоянной как следствие движения земли в пространстве.....	32
--	----

### Биология

<i>Богоявленский А.П., Алексюк П.Г., Турмагамбетова А.С., Березин В.Э.</i> Иммунологические и молекулярные основы разработки противовирусных вакцин.....	38
<i>Нигматова В.Г., Абуғалиева Г.К., Мирошник Т.Н., Балмуханов Т.С., Айтхожина Н.А.</i> Ассоциация полиморфного варианта rs2495636 гена рецептора интер-лейкина-13 ( <i>IL-13RA1</i> ) с рассеянным склерозом у русских женщин, проживающих в Казахстане.....	45
<i>Билялов Е.К., Ташенов К.Т., Макашев Е.К., Карынбаев Р.С., Ким Т.Д., Макарушко С., Мухамедьярова А., Агадилова А., Ташенова Б.</i> Продуктивность кур-несушек при интоксикации организма солью кадмия.....	50
<i>Билялов Е.К., Ташенов К.Т., Макашев Е.К., Карынбаев Р.С., Ким Т.Д., Макарушко С., Мухамедьярова А., Агадилова А., Ташенова Б.</i> Продуктивность кур-несушек при интоксикации организма солью свинца.....	55

### Общественные науки

<i>Ракишев Б.Р.</i> Характеристики этапов жизни и модернизация возрастных классификаций.....	59
--	----

Editor-in-chief

academician of NAS of the RK **M.Zh. Zhurinov**

Editorial staff:

academicians of NAS of the RK: **V.K. Bishimbaev, Z.D. Duisenbekov, T.I. Espolov, B.T. Zhumagulov, S.Z. Zimanov, T.A. Kozhamkulov, T.A. Muminov, S.S. Sartayev, D.K. Suleev, I.V. Seversky**; foreign members of the NAS of RK: academician of the NAS of Azerbaijan **Kerimov M. K.**, academician of the NAS of Ukraine **Goncharuk V.V.**, corresponding member of the RAS **Velichkin V.I.**; doctor of economic sciences, prof. **Zh.M. Adilov**, doctor of medical sciences, prof. **A.A. Akanov**, doctor of economic sciences, prof. **I.K. Beisembetov**, doctor of juridical sciences, prof. **E.A. Ongarbaev**, candidate of biological sciences **Zh.S. Khaidarova** (secretary)

**CONTENTS**

**Chemistry and chemical technologies**

*Borissenko A.V., Mustafina G.A., Fazylov S.D., Muldakhmetov Z.M., Zhurinov M.Z.* Physicochemical processes in the reaction zone of gas cleaning equipment of A.V. Borissenko.....5  
*Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Ahmetkarimova Z.S., Zhurinov M.Z., Sarsenbekova A.Z.* New multifunctional derivatives of 1-benzylpiperazine.....13  
*Tashimov L.T., Balabekov B.C.* Modeling of suspensions and deposits current in chemical technologies devices.....19  
*Tashimov L.T.* Methodology of chemical reactors calculation with formation of the disperse phase in the working zone.....27

**Earth science**

*Savosta V.C.* Anisotropy of the gravitational constant as a result of the Earth motion in space.....32

**Biology**

*Bogoyavlenskiy A.P., Alexyuk P.G., Turmagambetova A.S., Berezin V.E.* Immunological and molecular basis of antiviral vaccines development.....38  
*Nigmatova V.G., Abugalieva G.K., Miroshnik T.N., Balmukhanov T.S., Aitkhozhina N.A.* The association of interleukin-13 receptor *IL-13RA1* gene's polymorphic variant rs2495636 with multiple sclerosis russian women inhabiting in Kazakhstan.....45  
*Bilyalov E.K., Tashenov K.T., Makashev E.K., Karinbayev R.S., Kim T.D., Makarusko S., Mukhamedyarova A., Agadilova A., Tashenova B.* Productivity laying hens during intoxication organism cadmium salt.....50  
*Bilyalov E.K., Tashenov K.T., Makashev E.K., Karinbayev R.S., Kim T.D., Makarusko S., Mukhamedyarova A., Agadilova A., Tashenova B.* The efficiency of laying-hens at organism intoxication the salt of lead.....55

**Social sciences**

*Rakishev B.R.* Characteristics of life stages and modernization of age classifications.....59

УДК 537.5:544.51

А.В. БОРИСЕНКО, Г.А. МУСТАФИНА,  
С.Д. ФАЗЫЛОВ, З.М. МУЛДАХМЕТОВ, М.Ж. ЖУРИНОВ

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РЕАКЦИОННОЙ ЗОНЕ ГАЗООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ СИСТЕМЫ БОРИСЕНКО А.В.

Институт органического синтеза и углехимии РК, г.Караганда

*В работе рассмотрены теоретические основы химических превращений оксидов углерода, азота, серы в поле высокого напряжения в условиях неравновесности системы. Модель химических процессов рассмотрена с учетом физико-химической газодинамики в межэлектродной области аэроионной установки системы Борисенко А.В. (серия В).*

В последние годы успешно развиваются научные направления, связанные с использованием низкотемпературной плазмы для решения технологических и природоохранных задач [1-4].

В течение ряда лет компания «ABSolut Ecology» занимается разработкой новой аэроионной газоочистной установки, позволяющей с высокой эффективностью осуществлять очистку промышленных газовых выбросов от токсичных примесей CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и др. [5,6]. Сложность процессов, протекающих в реакционной зоне установки, не позволяет остановиться только на общепризнанных теориях в объяснении явлений в данной области. Поэтому в настоящее время целью наших исследований является накопление экспериментальных данных в широком диапазоне изменения параметров разряда и развитие различных моделей основных процессов, ответственных за существование реакционной зоны в аэроионной установке серии В.

Целью настоящей работы является анализ физико-химических процессов, приводящих к химическим превращениям оксидов углерода, азота, серы в поле высокого напряжения в условиях неравновесности системы и с учетом физико-химической газодинамики в межэлектродной области аэроионной установки серии В.

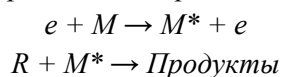
### *Химические реакции в аэроионной установке серии В*

В работе аэроионной установки серии В заложен принцип действия классического, электроэффлювиального ионизатора Чижевского. При электроэффлювиальном способе ионизация газа происходит под действием электрического поля высокой напряженности, которое появляется в системе двух электродов, имеющих разные размеры. Электроны, покинувшие металл острия, образуют лавину электронов, летящих от острия к положительному электроду. Положительные ионы кислорода притягиваются к отрицательному электроду – игле, сталкиваясь с металлом острия, выбивают дополнительные электроны. В системе возникают два противоположных лавинообразных процесса, которые, взаимодействуя друг на друга, образуют *темновой (тихий) разряд в газе* [7].

В межэлектродном пространстве газоразрядной установки серии В при потенциале игольчатого катода порядка 20-40 кВ создается электрическое поле высокой напряженности. Активная реакционная зона установки характеризуется как *униполярная, низкотемпературная неравновесная газоразрядная система* [5,6,8].

Уникальные физико-химические свойства слабоионизированной низкотемпературной плазмы обусловлены кинетическими характеристиками электронов, средняя энергия которых значительно превышает энергию тяжелых частиц (молекул, атомов и ионов).

Электроны, образующиеся во всех электрических разрядах при ионизации части атомов и молекул газа, обеспечивают передачу энергии от электрического поля тяжелым частицам газа [9-11]:



где  $e$  – электрон,  $M^*$  – атом или молекула в электронно-возбужденном состоянии,  $R$  – молекула-реагент.

Константы скоростей этих процессов зависят как от величины напряженности электрического поля, так и от химического состава газовой смеси. Условия разряда определяют типы активных частиц и их относительные количества [9-11].

В аэроионной установке серии  $B$  молекулы  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  при соударении с электронами приходят в возбужденное состояние. При многократном прохождении через активную зону молекула получает энергию, достаточную для реакции диссоциации (энергия электрического поля, преобразованная в энергию фотонного излучения, тепловой энергии экзотермической реакции). Далее осуществляется реакция распада с получением элементарных продуктов [5,6,8].

Квантово-химическое объяснение данного процесса основано на том, что при столкновениях молекула совершает одноквантовые переходы между дискретными колебательными уровнями энергии (рисунок 1) вплоть до некоторого уровня  $m$ , с которого осуществляется переход в непрерывный спектр колебательных энергий. За счет столкновительных процессов избыточная заселенность распространяется на еще более высокие колебательные уровни, включая уровень  $m$ . Превышение заселенности  $m$ -го уровня над равновесной увеличивает скорость диссоциации.

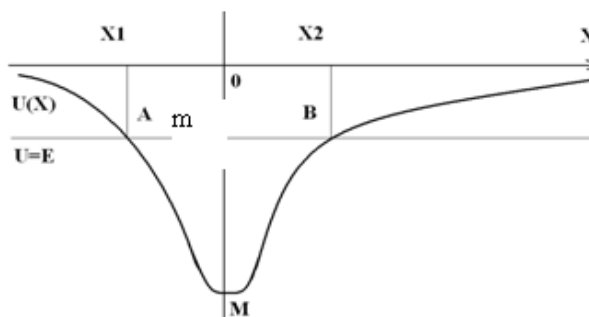


Рис. 1. Схема потенциальной ямы – ограниченная область пространства с пониженной потенциальной энергией частицы

Источником достаточной для генерации колебательно-возбужденных частиц со скоростями, большими, чем скорость колебательной релаксации, является мощный лазер инфракрасного диапазона (например,  $\text{CO}_2$ -лазеров) или любые фотонные излучатели [13,14].

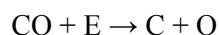
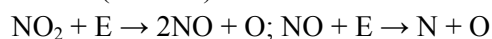
Для селективного воздействия на химические реакции используются любые методы, осуществляющие «разогрев» тех степеней свободы, которые непосредственно участвуют в реакции. Физический механизм этого воздействия такой же, как и при лазерной накачке [14,15].

Возвращаясь к процессам, протекающим в газоразрядной зоне аэроионной установки серии  $B$ , можно констатировать, что диссоциация молекул проходит по вышеописанному механизму. При достаточно длительном воздействии электронного, фотонного излучения на молекулу газа, на верхних электронных уровнях создается избыточная заселенность, которая приводит к диссоциации [16].

Авторами работы [17,18] исследовано формирование низкотемпературной плазмы импульсным электронным пучком и было обнаружено значительное снижение энергозатрат на конверсию газофазных соединений. Анализ экспериментальных работ, посвященных разложению примесей различных соединений ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CS}_2$  и др.) в воздухе импульсным электронным пучком показал, что его энергозатраты на разложение одной молекулы газа ниже даже ее энергии диссоциации. Авторы обуславливают это тем, что при воздействии электронного пучка формируются условия для протекания цепных процессов.

При достаточной цепи данных реакций электрофизическая установка обеспечивает незначительную часть полных затрат энергии на химический процесс. Основной источник в этом случае – тепловая энергия исходного газа или энергия экзотермических реакций цепного процесса (например, реакции окисления или полимеризации). Снижение температуры при цепном химическом процессе аналогично каталитическому эффекту. Цепной процесс может протекать во всем объеме газа, что значительно увеличивает скорость реакции по сравнению с гетерофазным каталитическим процессом [18].

Диссоциативный механизм очистки дымовых газов от токсичных компонентов описан в работе [19]. Нейтрализация вредных примесей в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания обеспечивается диссоциацией двуокиси азота, угарного газа и углеводородов в системе выброса отработавших газов двигателя до соединений, безвредных для человека и экологии. Диссоциация осуществляется электронным ударом молекул двуокиси азота ( $\text{NO}_2$ ), угарного газа ( $\text{CO}$ ) и углеводородов ( $\text{H}_n\text{C}_m$ ) переводом их возбужденного состояния на уровень нестабильного возбужденного состояния (7-15 эВ) в соответствии с нижеприведенными формулами:

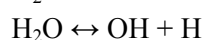
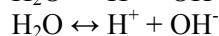
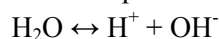


где E – энергия электронного удара.

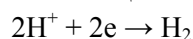
Сначала дымовые газы обрабатывают потоком альфа-частиц, вызывающих ударную ионизацию молекул воздуха с образованием положительных ионов, свободных электронов. Далее газ проходит через сетку, где поддерживается отрицательный электрический потенциал при помощи источника постоянного тока. Положительные ионы восстанавливаются на электроде. Свободные электроны, проходя через сетчатый электрод, получают облако электронов с энергией в диапазоне 7-15эВ, которая вызывает возбужденное состояние молекул вредных примесей и их диссоциацию в отработавших газах двигателя [19].

В аэроионной установке серии В лавинообразное движение заряженных частиц создает условия образования различных активных частиц и протекания цепных окислительно-восстановительных реакций. Очищаемый газ состава  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , твердые частицы многократно прокачиваются через активную зону установки за счет вихревого движения газового потока вдоль поверхности игольчатого инжектора [5-6,8].

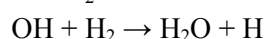
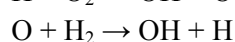
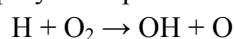
Униполярность активной среды установки В способствует диссоциации молекулы воды:



Ион водорода отбрасывается к катоду и нейтрализуется. Эта реакция является началом разветвленной цепной реакции в реакционной зоне установки:

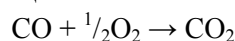


Далее протекает реакция водорода с кислородом, где на одну исчезнувшую активную частицу образуется три новых:



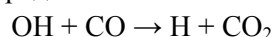
В результате число активных центров стремительно нарастает (разветвленно-цепной механизм), и если скорость обрыва цепей недостаточно велика, реакция может перейти во взрывной. Реакция сопровождается колоссальным выделением тепловой энергии (2800-3000°C). Обрыв цепи может быть осуществлен за счет потребления выделяемой энергии в эндотермических реакциях.

В присутствии ионизированного кислорода  $\text{O}_2^-$ , являющегося сильным окислителем, протекает реакция:

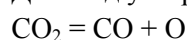


Температура в момент окисления достигает 3334°C.

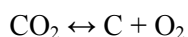
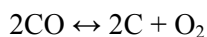
Далее инициируется процесс восстановления молекулярного водорода в условиях темного разряда:



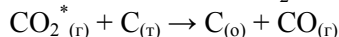
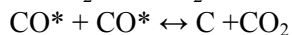
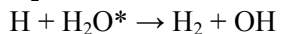
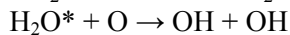
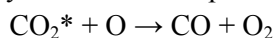
Диоксид углерода при 1300° распадается на окись углерода и кислород:



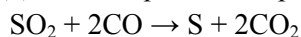
В реакционной зоне установки создаются условия термической диссоциации. Реакции диссоциации возбужденных молекул оксидов углерода  $\text{CO}_2(\text{IV})$ ,  $\text{CO}(\text{II})$  в этих условиях являются преобладающими и протекают с поглощением энергии вышеописанных реакций (начинается реакция при 1700°C, интенсивно – при 2500°C):



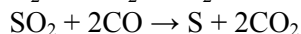
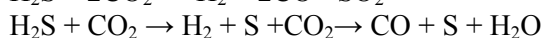
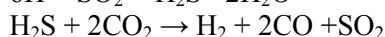
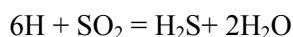
Возбужденные молекулы  $\text{O}_2^*$ ,  $\text{H}_2\text{O}^*$ ,  $\text{CO}^*$ ,  $\text{CO}_2^*$  при соударении с нейтральными молекулами излучают квант энергии или взаимодействуют:



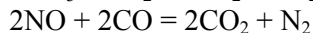
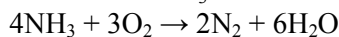
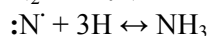
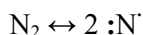
Диоксид серы  $\text{SO}_2$  в присутствии CO восстанавливается до элементарной серы:



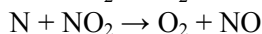
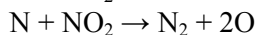
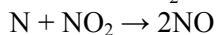
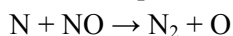
Механизм реакции восстановления  $\text{SO}_2$  в присутствии водорода возможно по следующей схеме:



Оксиды азота  $\text{NO}_x$  и азота  $\text{N}_2$  в активной зоне



Авторами работы [20] представлены результаты экспериментальных исследований разложения оксидов азота  $\text{NO}_x$  в дымовых газах, ионизируемых пучком электронов микросекундной длительности. Показано, что основным механизмом разложения оксидов является их диссоциация при взаимодействии с атомарным азотом. При этом в качестве конечного продукта образуются молекулярный кислород и азот.



Таким образом, источником для генерации колебательно-возбужденных частиц со скоростями, большими, чем скорость колебательной релаксации в аэроионной установке являются электроны, фотоны, испускаемые возбужденными атомами в газоразрядной области, тепловое излучение экзотермических реакций. Конечными продуктами химических реакций установки являются элементарные вещества, образованные диссоциацией исходных оксидов по разветвленно-цепному механизму и активированные электрическим полем высокого напряжения. Такой механизм удаления токсичных примесей может быть использован при создании безотходной электрофизической технологии очистки дымовых газов.

*Физико-химическая газодинамика в газоразрядной зоне*

Для приближения модели газоразрядных процессов в аэроионной установке серии В к реальным процессам, необходимо дополнить данную модель параметрами газодинамики. Исследование влияния газодинамических факторов на параметры и область существования газовых разрядов освещены в многочисленных работах [1, 21-28].

К настоящему времени закономерности электрического разряда в потоке газа изучены недостаточно полно как теоретически, так и практически, так как в такой системе происходят многочисленные элементарные *физико-химические процессы*. До сих пор малоизученным остается взаимное влияние газодинамических параметров потока и электрических характеристик разряда. Изучение этой взаимосвязи открывает новые перспективы использования потока для обеспечения однородности распределения основных электрических характеристик в зоне разряда, выравнивания электрических характеристик и повышения устойчивости разряда.



Авторы работы [1] исследовали тлеющий разряд в потоке (ТРП). В работе показано, что ТРП, так же как и тлеющий разряд в трубке, характеризуется высокой степенью неравновесности плазмы и достаточным большим значением «приведенной» напряженности электрического поля ( $E/N$ ) в области положительного столба, что в случае молекулярного газа обеспечивает *высокую эффективность преобразования электрической энергии в энергию колебательных уровней молекул*. В отличие от разряда, охлаждаемого и стабилизируемого стенками трубки, охлаждение и стабилизация ТРП осуществляется за счет конвективного выноса газа из зоны, занимаемой разрядом, что позволяет осуществлять стационарный неконтрагированный разряд большей мощности при повышенных давлениях. Именно эти особенности ТРП определяют его практическое применение в технике мощных быстропроточных лазеров, в плазмохимических реакторах и т.п. Рассмотрен механизм разряда в потоке газа. Под механизмом разряда авторы подразумевают связь элементарных процессов, определяющих баланс числа заряженных частиц с макроскопическими свойствами разряда – вольтамперной характеристикой (ВАХ), а также пространственным распределением плотности тока  $j$  и электрического поля  $E$  в разряде. Эта связь самосогласованна, поскольку константы скоростей многих элементарных процессов резко зависят от напряженности электрического поля, и, кроме того, скорости отдельных процессов могут нелинейным образом зависеть от плотности тока.

Исследования показали влияние параметров потока на величину предельного энерговыклада в разряд. При увеличении скорости потока  $V$  (м/с) величина  $W^*$  – предельного энерговыклада в разряд ( $\text{Джг}^{-1}$ ) проходит через максимум ( $V_{\text{max}} \approx 30\text{-}300$  м/с), положение и величина которого определяются, в частности, геометрией разрядной камеры. Сильное влияние на предельные характеристики разряда оказывает профиль скорости потока. При увеличении степени турбулентности  $E$  сначала наблюдается уменьшение  $(jE)^*$  – предельной объемной мощности тлеющего разряда в потоке газа ( $\text{Втсм}^{-3}$ ), а, начиная с некоторого значения  $E$ , наблюдается рост и последующее насыщение  $(jE)^*$  [1].

Исследованию катодной газодинамики в тлеющем разряде посвящены работы [24,25]. Авторы данных работ рассматривали вопросы оценки энерговыклада в катодном слое для среды лазера при  $p = 0,5\text{-}8$  бар, плотности тока  $j = 50, 300$  А/см<sup>2</sup>. Предпринята попытка анализа термоионизационной неустойчивости катодного слоя, исследованы расширяющиеся поперек поля катодные слои с использованием системы уравнений вязкого теплопроводного умеренного разряженного газа.

В работах [23] проведен анализ видеок кадров короны (отрицательное напряжение), который показал, что чехол короны в диапазоне напряжения 5-13 кВ имеет шарообразную форму, размеры короны монотонно увеличиваются с ростом напряжения. При более высоких напряжениях форма коронного разряда изменяется и приобретает специфические очертания. Отмечено, что данный факт связан несовпадением зон ионизации и рекомбинации, которое объясняется исключительно гидродинамическим движением среды как целого.

Авторами работ [2,7,12, 29,30] рассмотрена газодинамика в коронном разряде. В данном случае на процессы в газоразрядной зоне оказывает большое влияние электрический ветер (ионный ветер), который возникает в поле коронного разряда. Электрический ветер приводит к нарушению ламинарного потока в газоочистных установках [2] и представляет собой коллективное движение газа в разрядном промежутке, возникающее в результате столкновений заряженных молекул, движущихся по направлению силовых линий поля с нейтральной компонентой газовой среды.

Авторами [29] проведены отдельные эксперименты, которые показали, что появление короны сопровождается появлением электрического ветра достаточно высокой скорости: до нескольких метров в секунду. Возникающий электрический ветер выносит ионизированный газ в межэлектродный промежуток и при этом у противоиэлектрода наблюдается расширение светящейся области, сопровождающееся увеличением яркости свечения. В результате исследований выявлены и описаны некоторые особенности коронного разряда в воздухе при атмосферном давлении и показаны их взаимосвязь с электрическим ветром. Наличие электрического ветра в разрядном промежутке может существенным образом изменить общую картину теплопередачи в разрядном промежутке за счет увеличения коэффициента теплоотдачи плазмообразующего газа стенке установки [2].

Важной частью газодинамических течений являются вихревые структуры. Ими определяются такие характеристики течения, как положение точки отрыва потока, эффективность перемешивания внутри лазеров или камер сгорания, наличие зон возвратного течения и стабилизация пламени в вихревых горелках. Работа [31] посвящена анализу взаимодействия одиночных вихрей и вихревых течений на энерговыделении, вызванного неравновесным состоянием среды. Примером такой среды может служить среда газового разряда.

Межэлектродное пространство аэроионной установки серии *B* характеризуется сложной газодинамикой. Газ тангенциально подается в межэлектродное пространство с определенной скоростью ( $V=10$  м/с). В результате газ вращается внутри установки вокруг игольчатого инжектора. Очищаемый газ при многократном прохождении по спирали поверхности игольчатого инжектора подвергается длительному воздействию фотонного, теплового излучений, что создает избыточную заселенность верхних электронных уровней. Под действием центробежной силы, возникающей при вращательном движении газа, переноса зарядов в электрическом поле твердые частицы отбрасываются от центра к периферии, осаждаются на аноде [8].

Турбулентное движение ионного ветра обусловлено движением заряженных частиц в униполярном электрическом поле. Образуются микровихри возле острии игл, которые далее определяют образование вихрей в основном газовом потоке. Продольная прокачка газа через такую газоразрядную зону определяет вихревой характер газового потока.

В настоящее время нами не исследовано влияние энергии вихревых потоков в электромагнитном поле катодной области и геомагнитном поле Земли на физико-химические процессы в реакционной зоне установки, хотя данный фактор является одним из основных параметров, регулирующих возможность протекания химических реакций. Вопросы такого характера рассматриваются спиновой химией, основным объектом которой является *угловой момент реагентов*. Фундаментальный закон об угловом запрете означает, что химические реакции разрешены только для таких угловых состояний реагентов, угловой момент которых совпадает с угловым состоянием продукта. Запреты химическим реакциям по угловому моменту значительно превосходят строгость энергетических запретов.

Под действием магнитного поля на химические системы понимается, что действие магнитного поля связано лишь с влиянием на магнитную подсистему – на энергию магнитных частиц вещества (молекулы, свободные радикалы, обладающие моментом количества движения – спином). Образование химической связи возможно, если сталкивающиеся радикалы находятся в синглетном состоянии. Такая реакция протекает быстро, эффективно и безактивационно, т.е. энергия активации реакции близка к нулю. Таким образом, управляя спиновыми состояниями реагирующих частиц, можно изменять временной масштаб реакции – управлять скоростью химического взаимодействия [32,33].

#### *Заключение*

Многочисленные исследования ведущих научных центров РАН физико-химических процессов электрического разряда в потоке газа, а также результаты исследований реакционной зоны газоразрядной установки серии *B*, показывают сложную взаимосвязь между параметрами электрического разряда и газового потока на физико-химические процессы в межэлектродном пространстве.

В реакционной зоне установки серии *B* имеется зона каталитической активации молекул. Электрическое поле высокой напряженности является источником факторов возбуждения колебательных и вращательных уровней, ответственных за процесс диссоциации. Газодинамика в установке серии *B*:

- «электронный ветер»;
- вихревые структуры в газовом потоке;
- тангенциальное движение газового потока

также определяют особенности условий протекания восстановительных процессов и критических условий работы установки серии *B*.

Исследования спинового состояния реагирующих веществ в реакционной зоне установки позволит в будущем рассмотреть вопрос эффективного и безактивационного управления скоростью химического взаимодействия.

Таким образом, электрическое поле высокой напряженности, неравновесность реакционной системы, физико-химическая газодинамика обуславливают и объясняют образование элементарных веществ (сажи, серы, кислорода и т.д.) в реакционной зоне аэроионной установке серии *B*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Велихов Е.П., Голубев В.С., Пашкин С.В. Тлеющий разряд в потоке газа //Успехи физ. Наук. 1982. Т.137. Вып.1. С.117-150.

2. Чекалов Л.В. Научные основы создания электрогазоочистного оборудования нового поколения: автор. на соискание ученой степени доктора технических наук. Семibrатово, 2007. 20 с.
3. Токарев А.В. Коронный разряд и его применение. Бишкек: КРСУ, 2009. 138 с.
4. Верецагин И.П., Ткаченко В.М., Чекалов Л.В. К обоснованию применения дымовых электрофильтров с увеличенным межэлектродным расстоянием //Электричество, 2009. – № 2. С. 53-102.
5. Борисенко А.В., Гришин А.В., Газалиев А.М., Мулдахметов З.М., Журинов М.Ж. Активные факторы темного электрического разряда между игольчатым катодом и жидким анодом в системе твердый электрод-газ-жидкость //Доклады НАН РК. 2006. №3 С.69-74.
6. Борисенко А.В. Универсальная установка по очистке промышленных дымовых газов в электрическом поле высокой напряженности //Материалы докл. Межд. научно-практ. конф. «Химия –XXI век: Новые технологии, новые продукты». Кемерово, 2006. С. 309-312.
7. Чижевский А.Л. Аэроионы и жизнь. Беседы с Циолковским. М.: Мысль, 1991. 137с.
8. Борисенко А.В. Научные основы и практические аспекты электрохимических процессов в газовой фазе в зоне темного электрического разряда между игольчатым катодом и «жидким» анодом: автор. на соискание ученой степени доктора химических наук. Караганда: 2007. 26 с.
9. Словецкий Д.И. Механизмы химических реакций в неравновесной плазме. М.: Наука, 1980. 310 с.
10. Русанов В.Д., Фридман А.А. Физика химически активной плазмы. М.: Наука, 1984. 414 с.
11. Зайцев Ю.В., Соловьёв А.В., Носачёв К.В. Механизм образования различных видов ионов в электроэффлювиальном ионизаторе //Электронный научный журнал «Исследовано в России». 2006, 111 С.1056-1064. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/111.pdf>.
12. Мордовский госуниверситет им. Н.П.Огарёва, факультет электронной техники и НПП "Альфаприбор». Прибор «АЭРОИОН-25».
13. Гурвич Л.В. Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. М.: Наука, 1974. 351 с.
14. Осипов А.И., Уваров А.В. Кинетические и газодинамические процессы в неравновесной молекулярной физике // Успехи физ. наук. 1992. Т.162. №11. С.3-41.
15. Неравновесная колебательная кинетика. Пер. с англ. /Под ред. М. Капителли. М.: Мир, 1989. 392с.
16. Бочарова А.В. Борисенко А.В. Квантово-химический подход к проблеме газовых реакций в электрических разрядах // Вестник КарГУ. Серия хим. 2005. №4(40). С.15-21.
17. Власов В.А., Пушкарев А.И., Ремнев Г.Е., Сазонов Р.В., Сосновский С.А. Неравновесные плазмохимические процессы – основа будущих плазменных технологий //Известия Томского политехнического университета. Сер. Математика и механика. Физика, 2007. Т.311. №2. С.75-79
18. Пушкарев А.И., Новоселов Ю.Н., Ремнев Г.Е. Цепные процессы в низкотемпературной плазме. Новосибирск: Наука, 2006. 226с.
19. Патент РФ RU2323355. Международная заявка (PCT) WO 2008/140349. Ладыченко Э.Л. и др. Способ нейтрализации вредных примесей в отработавших газах двигателя внутреннего сгорания и устройство для его осуществления. 15.05.2007. Опубл.27.04.2008 Бюл. №12..
20. Денисов Г.В., Новоселов Ю.Н., Ткаченко Р.М. Диссоциация оксидов азота под действием импульсного пучка электронов //Письма в ЖТФ. 2000. Т.26. Вып. 16. С.30-34.
21. Компаниец В.З., Овсянников А.А., Левицкий А.А., Полак Л.С. Химические реакции в турбулентных потоках газа и плазмы. М.: Наука, 1978. 218 с.
22. Акишев Ю.С., Пашкин С.В., Соколов Н.А. Динамика контрагирования стационарного тлеющего разряда в потоке воздуха Физика плазмы. 1978. Т. 4. Вып. 4. С. 858-863.
23. Афанасьев С.Б., Лавренюк Д.С., Петрушенко И.Н., Стишков Ю.К. Некоторые особенности коронного разряда в воздухе //Журнал теоретической физики. – 2008. Т.78. Вып.7. С.30-34.
24. Баранов Г.А., Смирнов С.А. О влиянии газодинамической структуры потока на параметры самостоятельного разряда //Журнал технической физики. 1999. Т.69. №11. С. 42-48.
25. Смирнов С.А., Баранов Г.А. Газодинамика и термоионизационная неустойчивость катодной области тлеющего разряда. I //Журнал технической физики. 2001. Т.71. Вып.7. С. 30-38.
26. Дандарон Г.-Н.Б., Балданов Б.Б. Экспериментальное исследование влияния газа на импульсы тока отрицательной короны в токе аргона //Прикладная физика. 2007. №1. С.84-86.
27. Мухамадияров Х.Г. Обобщенные тепловые и энергетические характеристики тлеющего разряда в потоке воздуха: автореф. канд. тех. наук: 01.02.05. Казань, 2006. 10 с.
28. Яшимов М.Ю. Исследование взаимодействия мощного лазерного излучения с потоками газа и плазмы и управление его характеристиками:– механика жидкости, газа и плазмы: автореф. на соискание ученой степени ученой степени доктора физ.-мат. наук: 01.02.05. М.: 2009. 20с.
29. Винякин М.Ю., Зуев Д.В., Стишков Ю.К. Взаимосвязь кинематики электрического ветра с формой чехла коронного разряда // IX Межд. научная конф. «Electrohydrodynamics of Liquids (MPEEL)». Санкт-Петербург, 2009. С.37-44.
30. Кулешов П.С. Экспериментальное изучение взаимодействия коронного разряда и испарения воды //Электронный научный журнал «Исследовано в России» – <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005.227.pdf> – С.2330-2343
31. Винниченко Н.А. Влияние энерговыделения на структуру вихревых течений в неравновесном газе: автор. на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. Специальности 01.04.17 – Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва. М.: 2009. 10с.

32. Каплан Л.Г., Откidyчев П.А. Механизм возникновения магнитного поля при вихревых процессах в звездных плазмах //Космические исследования. 2009. Т.47, №3. С.238-246.

33. Дроздов А.В. Спиновые подсистемы – новый масштаб рассмотрения действия факторов низкой интенсивности //Материалы VIII International Crimean Conference «Cosmos & Biosphere». Sudak, Ukraina, 2009.

#### REFERENCES

1. Velihov E.P., Golubev V.S., Pashkin S.V. *Uspehi fizicheskikh nauk*. **1982**, 137, 1, 117-150 (in Russ.).
2. Chekalov L.V. *Semibratovo*, **2007**, 20 p. (in Russ.).
3. Tokarev A.V. *Bishkek, KRSU*, **2009**, 138 p. (in Russ.).
4. Verewagin I.P., Tkachenko B.M., Chekalov L.V. *Jelektrichestvo*, **2009**, 2, 53-102 (in Russ.).
5. Borisenko A.V., Grishin A.V., Gazaliev A.M., Muldahmetov Z.M., Zhurinov M.Zh. *Doklady NAN RK*, **2006**, 3, 69-74 (in Russ.).
6. Borisenko A.V. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Himija – XXI vek: Novye tehnologii, novye produkty»*. Kemerovo, **2006**, 309-312 (in Russ.).
7. Chizhevskij A.L. *Besedy s Ciolkovskim.Mysl'*, **1991**, 137 p. (in Russ.).
8. Borisenko A.V. *Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni doktora himicheskikh nauk*. Karaganda, **2007**, 26 p. (in Russ.).
9. Sloveckij D.I. *Mehanizmy himicheskikh reakcij v neravnesnoj plazme*. Nauka, **1980**, 310 p. (in Russ.).
10. Rusanov V.D., Fridman A.A. *Fizika himicheskii aktivnoj plazmy*. Nauka, **1984**, 414 p. (in Russ.).
11. Zajcev Ju.V., Solov'jov A.V., Nosachjov K.V. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/111.pdf>. 1056-1064.
12. Mordovskij gosuniversitet imeni N.P.Ogarjova, *Pribor AEROION-25*. (in Russ.).
13. Gurvich L.V. *Jenergii razryva himicheskikh svyazey. Potencially ionizacii i srodstvo k jelektronu*. Nauka, **1974**, 351 p. (in Russ.).
14. Osipov A.I., Uvarov A.V. *Uspehi fizicheskikh nauk*. **1992**, 162, 11, 3-41 (in Russ.).
15. *Neravnesnaja kolebatel'naja kinetika*. Mir, **1989**, 392 p. (in Russ.).
16. Bocharova A.V. Borisenko A.V. *Vestnik KarGU. Serija himicheskaya*. **2005**, 4, 40, 15-21 (in Russ.).
17. Vlasov V.A., Pushkarev A.I., Remnev G.E., Sazonov R.V., Sosnovskij S.A. *Fizika*, **2007**, 311, 2, 75-79 (in Russ.).
18. Pushkarev A.I., Novoselov J.N., Remnev G.E. *Tsepnye processy v nizkotemperaturnoj plazme*. Novosibirsk, Nauka, **2006**, 226 p. (in Russ.).
19. Ladychenko Je.L. *Patent RF RU2323355. Mezhdunarodnaja zajavka (RST) WO 2008/140349*. 15.05.2007. Publ.27.04.2008, Bjuliten 12 (in Russ.).
20. Denisov G.V., Novoselov Ju.N., Tkachenko R.M. *Pis'ma v ZhTF*. **2000**, 26, 16, 30-34 (in Russ.).
21. Kompaniec V.Z., Ovsjannikov A.A., Levickij A.A., Polak L.S. *Himicheskie reakcii v turbulentnyh potokah gaza i plazmy*. Nauka, **1978**, 218 p. (in Russ.).
22. Akishev J.S., Pashkin S.V., Sokolov N.A. *Fizika plazmy*. **1978**, 4, 4, 858-863 (in Russ.).
23. Afanas'ev S.B., Lavrenjuk D.S., Petrushenko I.N., Stishkov J.K. *Zhurnal teoreticheskoi fiziki*. **2008**, 78, 7, 30-34 (in Russ.).
24. Baranov G.A., Smirnov S.A. *Zhurnal tehniceskoi fiziki*. **1999**, 69, 11, 42-48 (in Russ.).
25. Smirnov S.A., Baranov G.A. *Zhurnal tehniceskoi fiziki*. **2001**, 71, 7, 30-38 (in Russ.).
26. Dandaron G.-N.B., Baldanov B.B. *Prikladnaja fizika*. **2007**, 1, 84-86 (in Russ.).
27. Muhamadjarov H.G. *Avtoreferat kandidata tehniceskikh nauk*. 01.02.05. Kazan', **2006**, 10 p. (in Russ.).
28. Jashimov M.Ju. *Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni doktora fiziko-matematicheskikh nauk*. **2009**, 20 p. (in Russ.).
29. Vinajkin M.Ju., Zuev D.V., Stishkov Ju.K. *IX Mezhdunarodnaya nauchnaja konferentsia «Electrohydrodynamics of Liquids (MPEEL)»*. Sankt-Peterburg, **2009**, 37-44 (in Russ.).
30. Kuleshov P.S. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005.227.pdf>. 2330-2343
31. Vinnichenko N.A. *Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata fiziko-matematicheskikh nauk*. **2009**, 10 p. (in Russ.).
32. Kaplan L.G., Otkidychev P.A. *Kosmicheskie issledovaniya*. **2009**, 47, 3, 238-246 (in Russ.).
33. Dроздов А.В. *Materialy VIII International Crimean Conference «Cosmos & Biosphere»*. **2009** (in Russ.).

Борисенко А.В., Мустафина Г.А., Фазылов С.Д., Молдахметов З.М., Жұрынов М.Ж.

#### ГАЗТАЗАРТҚЫШ ҚОНДЫРҒЫНЫҢ (БОРИСЕНКО А.В. ЖҮЙЕСІ) РЕАКЦИЯЛЫҚ АЙМАҒЫНДАҒЫ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҮДЕРІСТЕР

Теңсіздіктік жүйе жағдайында жоғары қуатты өрісте көміртек, азот, күкірт тотықтарының химиялық түрленістерінің теориялық негіздері қарастырылған. Газтазартқыш Борисенко А.В. қондырғысында (В сериясы) электродтар аралығындағы химиялық үдерістердің үлгісі физикалық-химиялық газодинамиканы ескере отырып зерттелді.

Borissenko A.V., Mustafina G.A., Fazylov S.D., Muldakhmetov Z.M., Zhurinov M.Z.

#### PHYSICO-CHEMICAL PROCESSES IN THE REACTION ZONE OF GAS CLEANING EQUIPMENT OF A.V. BORISSENKO

This article discusses the theoretical basis of chemical transformations of carbon oxides, nitrogen oxides and sulfur oxides in a high voltage field, non-equilibrium state of the system. The model of chemical processes is considered in the light of physicochemical gas dynamics in the interelectrode area of aeroionic equipment of A.V. Borissenko (series B).

О.А. НУРКЕНОВ, С.Д. ФАЗЫЛОВ,  
Ж.С. АХМЕТКАРИМОВА, М.Ж. ЖУРИНОВ, А.Ж. САРСЕНБЕКОВА

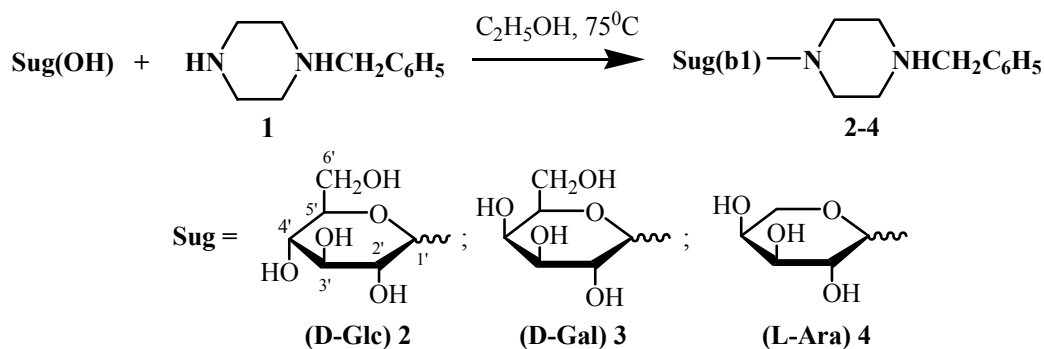
## НОВЫЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ 1-БЕНЗИЛПИПЕРАЗИНА

Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда

На основе 1-бензилпиперазина осуществлен синтез новых полифункциональных производных, в частности, N-гликозиламинов, тиоамидов, N-аллилтиокарбамид, тиазолин, гидразид, гидразон и 1,3,4-оксадиазол. Структура и состав синтезированных производных доказаны современными физико-химическими методами ИК- и ЯМР<sup>1</sup>H-спектроскопией, элементным анализом.

Вещества, содержащие пиперазиновый фрагмент, интересны как потенциально биологически активные соединения. Многие производные пиперазина обладают широким спектром фармакологической активности (например, психостимулирующим, противосудорожным и другими свойствами). В медицинской практике широко используются лекарственные препараты, содержащие пиперазиновый фрагменты [1,2]. Работы по поиску новых, более совершенных пиперазина продолжают. В настоящей работе нами приведены результаты исследований, выполняемые в Институте органического синтеза и углехимии РК по синтезу новых производных пиперазина, а именно получение N-гликозиламинов на основе 1-бензилпиперазина **1** и некоторых моносахаридов для последующего изучения их биологических свойств.

Синтез N-гликозиламинов осуществляли известным классическим методом, предложенным В.Сорокиным в работе [3], прямой конденсацией 1-бензилпиперазина **1** с моносахаридом в спиртовом растворе. Так, при конденсации D-глюкозы, D-галактозы и L-арабинозы с 1-бензилпиперазином **1** в растворе абсолютного этилового спирта (без добавления катализатора) образуются соответствующие 1-гликопиперазиламины **2-4**:



Синтезированные гликозиды **2-4** получены с выходом 88-92,1%, представляют собой слегка светло-желтые порошки, умеренно растворимые в полярных органических растворителях.

Строение полученных соединений **2-4** подтверждены данными ИК- и ЯМР<sup>1</sup>H-спектроскопии.

В ИК-спектрах N-гликозиламинов **2-4** следует отметить наличие широкой интенсивной полосы в области 3405 см<sup>-1</sup>, соответствующей валентным колебаниям гидроксильным группам (ОН) углевода. Наличие нескольких пиков в области 1010-1080 см<sup>-1</sup> свидетельствуют о пиранозной форме гликозидного остатка. Полосы поглощения синтезированных гликозидов **2-4** в области около 890 см<sup>-1</sup> свидетельствуют о β-конформации агликона у аномерного центра. β-Конформация синтезированных гликозидов подтверждается также специфическим расположением в спектрах ЯМР<sup>1</sup>H аномерного протона H-1 в области 3,68-3,86 м.д. с высокой КССВ J = 6,5-7,2 Гц.

При анализе спектра ЯМР<sup>1</sup>H (DMSO-d<sub>6</sub>, 500 МГц) соединения **2** установлено, что сигналы протонов СН-, СН<sub>2</sub>-групп глюкозной части молекулы проявляются в области 2,55-3,40 м.д. в виде







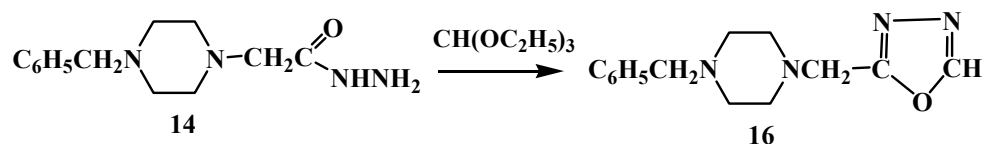


Как уже было сказано, интерес к химии гидразидов обусловлен в основном тем, что большинство его производных обладают широким спектром физиологической активности, в том числе и выраженной противотуберкулезной активностью [20-22].

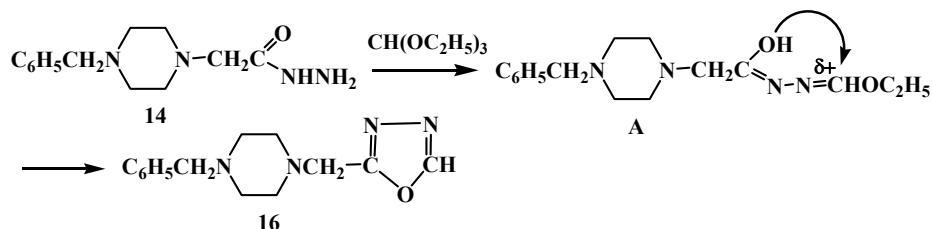
Известно, что модификация исходных гидразидов под действием подходящих реагентов является одним из способов уменьшения их токсичности, а также получения на их основе новых диазогетероциклов. Исследование сцинтилляционной эффективности большого количества различных органических веществ привело к открытию новых, весьма перспективных классов соединений, одним из которых является класс оксадиазолов.

С целью изучения взаимосвязи биоактивности и строения в ряду производных полученного гидразида, а также попытки получения на его основе 1,3,4-оксадиазола была проведена конденсация гидразида N-1-бензилпиперазинилуксусной кислоты **14** с ортомуравьиным эфиром [23]. Ортомуравьиный эфир широко применяется в органической химии для синтеза разнообразных гетероциклических систем [6].

В [24] описывается применение ортомуравьиного эфира при синтезе 1,3,4-оксадиазолов из гидразидов карбоновых кислот. Реакцию конденсации с ортомуравьиным эфиром проводили при кипячении гидразида **14** с трехкратным количеством ортомуравьиного эфира в течении 8-10 часов. Так, взаимодействием гидразида N-1-бензилпиперазинилуксусной кислоты **14** с ортомуравьиным эфиром продуктом реакции был замещенный 1,3,4-оксадиазол **16**, образовавшийся по схеме:



Показано, что образование 1,3,4-оксадиазола **16** вероятно протекает через формирование интермедиата **A** при присоединении эфирного реагента к  $\beta$ -атому гидразогруппы, отщеплении двух молекул этилового спирта и переходе атома водорода от  $\alpha$ -азота этой же группы на карбонильный кислород. Реакционным центром в этом интермедиате для дальнейших превращений является положительно заряженный атом углерода в азометиновой группировке. Следовательно, карбонильный атом углерода интермедиата **A** является более предпочтительным реакционным центром для атаки нуклеофильного реагента – атома O гидроксильной группы и прохождения последующей циклизации с образованием пятичленного продукта **16**.



Таким образом, представленный материал свидетельствует о целесообразности и перспективности поиска биологически активных веществ на основе 1-бензилпиперазина.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: ООО РИА «Новая волна», 15-е издание, -2007. – 1206 с.
2. Padma A., Beal L.S., Heidelbaugh T.M. and ets. // J. Org. Chem. – 2000. – Vol.65. -P. 2684-2686.
3. Кулаков И.В., Нуркенов О.А., Ильин А.И., Кулманов М.Е. N-аминогликозиды: методы синтеза, строение и биологическая активность. – Изд. «Гласир»: Караганда, -2010. -156с.
4. Wipf P., Venkatraman S.J. // J. Org. Chem. -1996. – Vol.61. -P. 8004-8006.
5. Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А. Пестициды и окружающая среда. – М.: Химия, 1977. – 240 с.
6. Эльдерфилд Р. Гетероциклические соединения. – Изд. ИЛ: Москва, – 1960. -Т.5. – 401 с.
7. Петров К.А., Андреев Л.Н. // Усп. химии. -1969. -Т.38. – С.41-52.
8. McManus S.P., Lee K.Y., Pittman C.U. // J. Org. Chem. – 1974. – Vol.39. -P.3041-3043.
9. Kappe C.O., Stadler A. Microwaves in Organic and Medicinal Chemistry, – Weinheim: Wiley-VCH, 2005. – 410 p.
10. Рахманкулов Д. Л., Шавиукова С. Ю. // История науки и техники. -2008. -№3. -Вып.1. – С. 52–55.
11. Villemín D., Martín B., Bar N. // Molecules. -1998. -Vol.3. -P.88-93.
12. Федорович И.С., Гануцак Н.И., Карпач В.В., Обушак Н.Д., Лесюк А.И. // Журн. орг. химии.- 2007.- Т.43.- Вып.8.- С. 1196-1199.
14. Reddy C.R., Mahipal B. Yaragorla S.R. // Tetrahedron Lett. – 2007. -Vol.48. – P. 7528-7532
15. Кляцкая С.В., Третьяков Е.В., Василевский С.Ф. // Изв. АН. Сер. хим. -2002. – №1.- С.122-124.

- 16 Мавров М.В., Злотин С.Г. // Химия гетероцикл. соед. -2009. – №6. -С. 853-857.  
17. Кулаков И.В. Синтез, строение, химические превращения и биологическая активность новых азот- и серосодержащих полифункциональных производных некоторых алкалоидов, моносахаридов и гетероциклов: автореф... докт. хим. наук. 02.00.03., 02.00.10. –Караганда: АО «МНПХ «Фитохимия», 2010. -44 с.  
18. Дембицкий В.М., Толстиков Г.А., Толстиков А.Г. // Химия в интересах устойчивого развития. -2003. -№11.-С. 341-344.  
19. Jagodzinski T.S. // Chem. Rev. – 2003. – Vol.103. – P.197-199.  
20. Медне К.К. // Сб. статей Межд.науч.конф. «О проблеме изыскания и изучения новых лекарственных препаратов». – Рига, 1959. – С. 53.  
21. Бердинский И.С., Сенницкая Л.В., Черешнева Л.Ф. // Хим.-фарм. журнал. – 1973. – № 1. – С. 10-14.  
22. Канаи Коми, Косэки Юити Муохаеи Тоёо. // Кэккаку, Кэккаку. – 1964. – Vol. 39, №2. – P. 74-78.  
23. Кулаков И.В., Нуркенов О.А., Айнабаев А.А., Турдыбеков Д.М., Турдыбеков К.М., Газалиев А.М. // Журн. общ. химии. – 2007. – Т. 77, Вып. 9. – С. 1538-1541.  
24. Несынов Е.П., Греков А.П. // Усп. химии. – 1964. – Т.33, Вып. 10. – С.1184.

#### REFERENCES

1. Mashkovskij M.D. *Novaja volna*, 15, **2007**, 1206 p. (in Russ.).
2. Padma A., Beal L.S., Heidelbaugh T.M. *J. Org. Chem.*, **2000**, 65, 2684-2686 (in Russ.).
3. Kulakov I.V., Nurkenov O.A., Il'in A.I., Kulmanov M.E. *N-aminoglikozidy: metody sinteza, stroenie i biologicheskaja aktivnost'*. **2010**, 156 p. (in Russ.).
4. Wipf P., Venkatraman S.J. *J. Org. Chem.* **1996**, 61, 8004-8006.
5. Mel'nikov N.N., Volkov A.I., Korotkova O.A. *Pesticidy i okruzhajuwaja sreda*. **1977**, 240 p. (in Russ.).
6. Jel'derferl R. *Geterociklicheskie soedinenija*. **1960**, 5, 401 p. (in Russ.).
7. Petrov K.A., Andreev L.N. *Uspekhi himii*. **1969**, 38, 41-52 (in Russ.).
8. McManus S.P., Lee K.Y., Pittman C.U. *J. Org. Chem.* **1974**, 39, 3041-3043.
9. Kappe C.O., Stadler A. *Weinheim: Wiley-VCH*, **2005**, 410 p.
10. Rahmankulov D. L., Shavshukova S. Ju. *Istorija nauki i tehniki*. **2008**, 3, 1, 52–55 (in Russ.).
11. Vilemin D., Martin V., Bar N. *Molecules*. **1998**, 3, 88-93.
12. Fedorovich I.S., Ganuwak N.I., Karpjak V.V., Obushak N.D., Lesjuk A.I. *Zhurnal organicheskoi himii*. **2007**, 43, 8, 1196-1199 (in Russ.).
14. Reddy C.R., Mahipal B. Yaragorla S.R. *Tetrahedron Lett.* **2007**, 48, 7528-7532.
15. Kljakkaja S.V., Tret'jakov E.V., Vasilevskij S.F. *Izvestia Akademii Nauk. Seriya khimichskaya*. **2002**, 1, 122-124 (in Russ.).
- 16 Mavrov M.V., Zlotin S.G. *Himija geterotsiklicheskih soedineniy*. **2009**, 6, 853-857 (in Russ.).
17. Kulakov I.V. *Avtoreferat doktora himicheskikh nauk*. **2010**, 44 p. (in Russ.).
18. Dembiцкий V.M., Tolstikov G.A., Tolstikov A.G. *Himija v interesah ustojchivogo razvitija*. **2003**, 11, 341-344 (in Russ.).
19. Jagodzinski T.S. *Chem. Rev.* **2003**, 103, 197-199.
20. Medne K.K. *Sbornik statej Mezunarodnoi .nauchnoi konferentsii «O probleme izyskanija i izuchenija novyh lekarstvennyh preparatov»*. Riga, **1959**, 53 (in Russ.).
21. Berdinskij I.S., Sennickaja L.V., Cheresheva L.F. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*. **1973**, 1, 10-14 (in Russ.).
22. Kanai Komi, Kosjeki Juiti Muohaеi Tojoo. *Kjekkaku, Kjekkaki*. **1964**, 39, 2, 74-78 (in Russ.).
23. Kulakov I.V., Nurkenov O.A., Ajnabaev A.A., Turdybekov D.M., Turdybekov K.M., Gazaliev A.M. *Zhurnal obschestva khimii*. **2007**, 77, 9, 1538-1541 (in Russ.).
24. Nesynov E.P., Grekov A.P. *Usekhi khimii*. **1964**, 33, 10, 1184 (in Russ.).

Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Ахметкәрімова Ж.С., Жұрынов М.Ж., Сәрсенбекова А.Ж.

#### 1-БЕНЗИЛПИПЕРАЗИННІҢ ЖАҢА КӨПФУНКЦИЈАЛЫ ТУЫНДЫЛАРЫ

1-бензилпиперазин негізінде жаңа көп функционалды туындыларын, атап айтқанда, N-гликозиламиндер, тиоамидтер, N-аллилтиокарбамид, тиазолин, гидразид, гидразон және 1,3,4-оксадиазолды алуындағы синтезі жүргізілген. Синтезделген туындыларының құрылысы мен құрамы қазіргі заманғы физика-химиялық әдістерімен ИҚ- және ЯМР<sup>1</sup>H-спектроскопиясы, элементті анализбен дәлелденген.

Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Ahmetkarimova Zh.S., Zhurinov M.Zh., Sarsenbekova A.Zh.

#### NEW MULTIFUNCTIONAL DERIVATIVES 1- BENZYLPIPEROZINE

*Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry of Kazakhstan Republic  
100008, Karaganda, Alikhanova Str., 1.*

On the basis of 1-benzylpiperozin the synthesis of new multifunctional derivatives is carried out, in particular, N-glikozilamines, thiamides, N-allilthiokarbamide, thiozoline, hydrazide, hydrazone and 1,3,4-oxodiazole. The structure and composition of the synthesized derivatives are proved by modern physical and chemical methods IR- and a nuclear magnetic resonance <sup>1</sup>H – spectroscopies, the element analysis.

Л.Т. ТАШИМОВ, Б.Ч. БАЛАБЕКОВ

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ И ОСАДКОВ В АППАРАТАХ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Международный Казахско-Турецкий университет им. Яссауи

(Представлена академиком НАН РК М.Ж. Журиновым)

*Предложены новые подходы к математическому описанию течения суспензий и осадков, учитывающие экспериментально обнаруженные характеристики течения таких систем в химико-технологических аппаратах. Приведен пример методики расчета бункерных емкостей на основании изложенной реологической модели.*

### 1. Введение

Экспериментальные исследования и опыт эксплуатации промышленного оборудования показывают, что закономерности течения вязких суспензий и осадков, образующихся в химических аппаратах, существенно отличаются от закономерностей течения многих сред с известными реологическими характеристиками. Причем особенности течения суспензий и осадков выражаются как в специальном виде уравнений движения, так и в специфической постановке граничных условий [1, 2]. В настоящей работе предложены новые подходы к математическому описанию течения суспензий и осадков, учитывающие экспериментально обнаруженные характеристики течения таких систем [3, 4, 5, 6].

На основании анализа ряда химических производств, в которых реагирующие среды представляют собой суспензии, можно предложить следующую обобщенную технологическую схему (рисунки 1).

Для проведения реакционно-диффузионного технологического процесса в химическом реакторе 1 проводится предварительная ситовая классификация (разделение суспензии) в классификаторе 2.

Суспензия подается в классификатор из смесителя для приготовления суспензии 3.

В смеситель поступает твердая дисперсия, которая готовится в диспергаторе 4 и жидкие реагенты из емкости 5.

После диспергатора также возможна ситовая классификация, но порошкообразной смеси до ее поступления в реакционный аппарат.

Осадки и шламы в виде густой суспензии образуются как после классификатора, так и в самом реакторе, если химическая реакция сопровождается образованием твердой фазы.

Эти осадки и шламы поступают в бункеры и затем выводятся из системы шнеками 8.

Таким образом, можно выделить следующие этапы обработки суспензий в подобных химико-технологических схемах.

1. Предварительная подготовка суспензии для достижения необходимого фракционного состава с помощью классификаторов.
2. Осуществление основного производственного процесса в реакторе.
3. Выгрузка и транспортировка осадка или шлама.

Образовавшиеся в реакторе продукты также могут представлять собой суспензии, которые нуждаются в последующей обработке для достижения заданного качества. Эта обработка может заключаться в доведении дисперсного состава до заданной степени с помощью управляемой коагуляции и стабилизации суспензии.

Этот процесс происходит в специальных технологических системах. При этом возможно добавление специальных реагентов в суспензионную смесь и последующая обработка в реакционно-диффузионных аппаратах и осадителях.

В той или в иной мере описанная схема применима ко многим химико-технологическим производствам в фармацевтике, водоподготовке, производстве кислот (в частности, экстракционной фосфорной кислоты), производстве полимеров, нефтехимии и т.д.

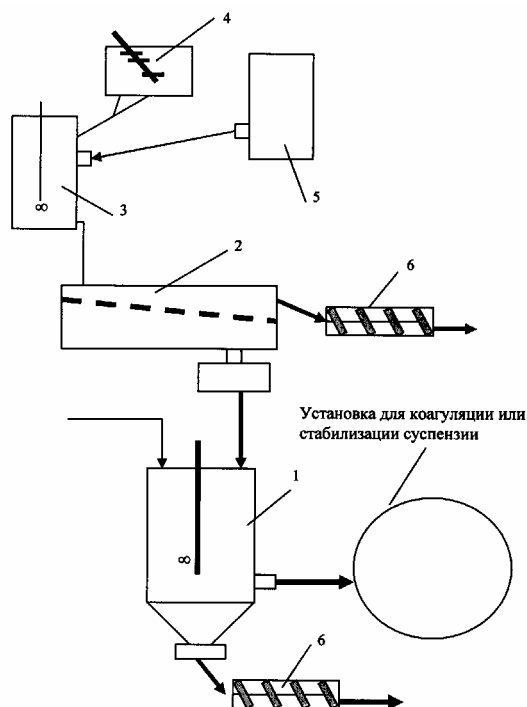


Рис. 1. Обобщенная схема суспензионных реакционно-диффузионных процессов

## 2. Новые подходы к моделированию течения суспензий и осадков

Уравнения движения тонкого слоя вязкой жидкости в приближении Нуссельта [2, 7] можно записать в следующем виде:

$$\frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_s \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \rho_s g \cos \gamma = 0 \quad (1)$$

$U$  – продольная компонента скорости пленки жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\gamma$  – угол наклона опорной поверхности.

Эффективная вязкость суспензии с учетом влияния частиц твердой фазы, взвешенных в жидкости, определяется из соотношения [7]:

$$\mu_s = \mu_l \mu_r, \quad (2)$$

где  $\mu_l$  – вязкость чистой жидкости;  $\mu_r$  – относительная вязкость суспензии, зависящая от содержания твердой фазы в суспензии.

Эффективная плотность суспензии с учетом запыленности:

$$\rho_s = \rho_l (1 - \phi) + \rho_d \phi, \quad (3)$$

где  $\phi$  – объемное содержание твердой фазы в текущей пленке;  $\rho_l$  – плотность конденсата;  $\rho_d$  – плотность твердой фазы.

Относительную вязкость суспензии  $\mu_r$  в работах [1, 2, 7] предлагается рассчитывать по формуле:

$$\mu_r = \left( 1 - \frac{\phi}{\phi_m} \right)^{-\alpha}, \quad (4)$$

где  $\phi_m$  – максимально возможное объемное содержание твердой фазы в конденсате, при которой его можно еще рассматривать как жидкость;  $\alpha$  – эмпирический показатель.

Известно [7], что для широкого класса жидкостей с гидрофильными включениями мелкодисперсной твердой фазы в широком диапазоне изменения режимных параметров справедливы оценки:

$$\phi_m \approx 0,68; \alpha \approx 1,82. \quad (5)$$

В то же время, как видно из формулы (4), при  $\phi \rightarrow \phi_m$ , эффективная вязкость, рассчитанная по формуле (4), стремится к бесконечности. Это обстоятельство противоречит данным экспериментальных исследований [3, 4]. Действительно суспензию с максимальным содержанием твердой фазы можно отнести к плотным осадкам, которые обладают текучестью.

Поэтому мы предлагаем несколько иную модель, устраняющую отмеченное противоречие.

Во-первых, для малых значений параметра  $\phi$  модель должна быть согласованной с формулой (4). Во-вторых, для  $\phi \rightarrow \phi_m$  должно реализовываться асимптотическое поведение  $\mu_r \rightarrow \mu_m$ , где  $\mu_m$  – некоторое предельное значение относительной вязкости.

Введем параметр

$$\beta = \frac{\phi}{\phi_m - \phi}. \quad (6)$$

В соответствии с нашими предположениями функция  $\mu_r(\beta)$  должна удовлетворять условиям:

$$\frac{d\mu_r}{d\beta}(0) = \alpha, \quad (7)$$

$$\lim_{\beta \rightarrow \infty} \mu_r = \mu_m, \quad (8)$$

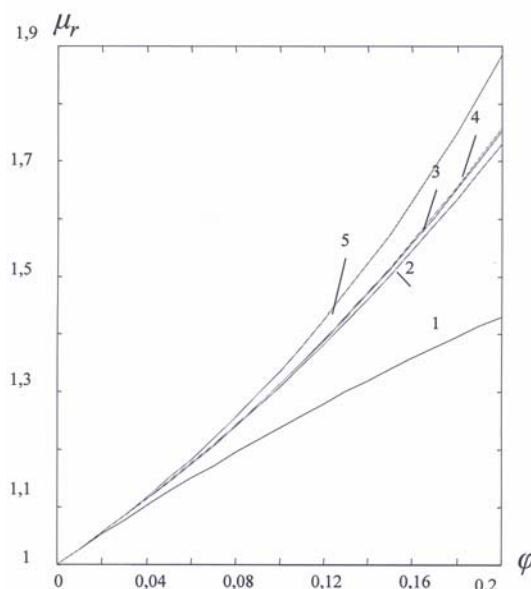
$$\mu_r(0) = 1. \quad (9)$$

Наиболее простое выражение для искомой функции имеет вид:

$$\mu_r = \frac{\frac{\alpha\mu_m}{\mu_m - 1}\beta + 1}{\frac{\alpha}{\mu_m - 1}\beta + 1}. \quad (10)$$

На рисунках 2 и 3 показаны некоторые результаты расчетов по формулам (4) и (10) для различных значений предельной относительной вязкости.

Расчет по формуле (2.10): 1 –  $\mu_m = 2$ , 2 –  $\mu_m = 20$ , 3 –  $\mu_m = 100$ , 4 –  $\mu_m = 1000$ ; 5 – расчет по формуле (2.4)



**Рис. 2.** Зависимость относительной вязкости слабоконцентрированной суспензии от концентрации твердой фазы

Расчет по формуле (2.10): 1 –  $\mu_m = 2$ , 2 –  $\mu_m = 20$ , 3 –  $\mu_m = 100$ , 4 –  $\mu_m = 1000$ ; 5 – расчет по формуле (2.4)

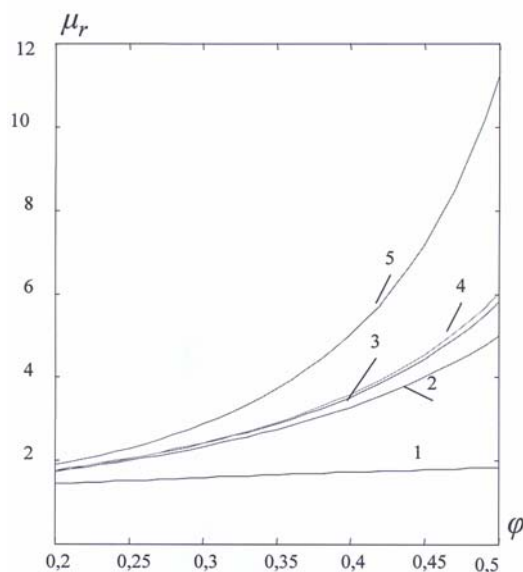


Рис. 3. Зависимость относительной вязкости концентрированной суспензии от концентрации твердой фазы

Из графиков видно, что в диапазоне концентраций твердой фазы в суспензии менее 0,2 разница расчетных значений относительной вязкости по формулам (4) и (10) не превышает 18% при  $\mu_m \geq 20$ .

Однако, в диапазоне концентраций от 0,2 до 0,5 расчетные значения уже отличаются более, чем на 50 % даже для  $\mu_m = 1000$ .

Отсюда можно сделать вывод, что для неконцентрированных суспензий расчет по упрощенной формуле (4) вполне приемлем. Однако, при описании течения густых осадков рекомендуется использовать соотношение (10).

Поведение частиц твердой фазы вблизи твердой поверхности существенно отличается от особенностей течения жидкости. Поэтому граничное условие на твердой стенке требует учета возможного проскальзывания частиц в виде [3]:

$$\zeta d_p \tau_w = \left( \vec{U}_p - \vec{U}_l, \vec{e} \right), \quad (11)$$

где  $\tau_w$  – касательное напряжение на стенке;  $\vec{e}$  – единичный вектор в направлении скольжения;  $\vec{U}_p, \vec{U}_l$  – скорость твердой частицы и жидкости соответственно;  $d_p$  – диаметр частицы;  $\zeta$  – коэффициент проскальзывания, связанный с относительной вязкостью зависимостью [4, 5]:

$$\zeta = K_\zeta \mu_r. \quad (12)$$

Граничное условие для скорости жидкости у стенки с учетом проскальзывания частиц твердой фазы можно записать в виде [2, 7]:

При  $y = 0$

$$U = U_w = \phi d_p \zeta \tau_w, \quad (13)$$

где  $\tau_w$  – касательное напряжение на стенке.

При малой скорости газа можно пренебречь касательным напряжением на границе раздела жидкой и газовой фаз:

$$\mu_{con} \left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{y=h} = \tau_s = 0, \quad (14)$$

где  $\tau_s$  – касательное напряжение на границе раздела жидкой и паровой фаз;  $h$  – толщина слоя суспензии.

Исходя из граничных условий, получаем:

$$\mu_s \frac{\partial U}{\partial y} + (y - h) \rho_s g \cos \gamma = 0. \quad (15)$$

Решение уравнения (15) с учетом условия проскальзывания приобретает вид:

$$U = \frac{\rho g \cos \gamma}{2\mu_1 \mu_r} y(2h - y) + \phi \mu_r K_\zeta (hd_p \rho_{con} g \cos \gamma). \quad (16)$$

Для поверхностной скорости суспензии из формулы (16) получаем:

$$U_f = \frac{\rho g \cos \gamma}{2\mu_1 \mu_r} h^2 + \phi \mu_r K_\zeta (hd_p \rho_s g \cos \gamma), \quad (17)$$

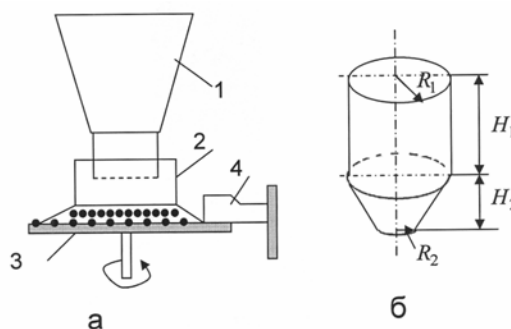
В следующем разделе работы приведен пример методики расчета бункерных емкостей на основании изложенной реологической модели.

### 3. Расчет бункерных емкостей для выгрузки осадков из химических реакторов

Проектирование емкостей бункерного типа состоит в определении их геометрических размеров, отвечающих ряду условий.

Этими условиями являются: соответствие геометрической вместимости бункера требуемому объему размещаемого груза; отсутствие торможения груза на наклонных стенках бункера; беспрепятственный выпуск груза через разгрузочное отверстие (отсутствие сводообразования над разгрузочным отверстием); обеспечение требуемой производительности по выдаче груза из бункера.

Основные геометрические параметры бункеров приведены на рисунке 4.



1- корпус бункера; 2- приемный стакан; 3- питатель; 4- срезающий нож

Рис. 4. Схемы бункеров для выгрузки осадков из реакторов

Объем бункера цилиндрической формы, состоящего из цилиндра в верхней части и усеченного конуса в нижней, находим по следующей формуле:

$$\Omega = \left( \frac{1}{3} \pi H_1 (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2) \right) + \pi R_1^2 H_1. \quad (18)$$

Геометрические размеры бункера принимаются обычно конструктивно, исходя из места его расположения и выполняемых функций.

Выгрузка осадка (или шлама) осуществляется обычно в периодическом режиме. При этом размеры выпускного отверстия бункера  $A$  и  $B$  должны быть достаточными для обеспечения требуемой пропускной способности (производительности). Вместе с тем они должны исключать сводообразование (зависание) груза в бункере. Во избежание опасности резкого обрушения больших масс груза через отверстия, а также утяжеления затворов выпускные отверстия не должны быть излишне большими.

Одним из наиболее важных параметров бункеров является пропускная способность, которую можно рассчитать по формуле:

$$Q = V_f \rho S, \quad (19)$$

где  $V_f$  – скорость истечения осадка.

Скорость истечения осадка можно рассчитать из следующих соображений. Т.к. истечение вязкого осадка происходит в ползущем режиме, то полную потерю давления по высоте слоя осадка определим, исходя из средней диссипации энергии [8] по формуле:

$$\Delta P = \frac{\lambda}{\text{Re}} \frac{H}{d_e} \frac{V_f^2 \rho}{2}. \quad (20)$$

После преобразований получаем:

$$\Delta P = \frac{\lambda}{2} \mu \frac{H V_f}{d_e^2}. \quad (21)$$

Запишем уравнение Бернулли применительно к поверхности осадка в коническом бункере и выпускному отверстию:

$$\rho g H + \rho \frac{1}{2} \left( \frac{R_2^2}{R_1^2} \right)^2 V_f^2 = \rho \frac{1}{2} V_f^2 + \Delta P. \quad (22)$$

Отсюда получаем выражение для мгновенной скорости истечения:

$$V_f = -\frac{G \mu H}{2(1-\beta)} + \frac{\sqrt{G^2 \mu^2 H^2 + 8GH(1-\beta)}}{2(1-\beta)}, \quad (23)$$

где

$$\beta = \frac{R_2^4}{R_1^4} \quad (24)$$

Расчет времени опорожнения бункера получаем, решая дифференциальное уравнение:

$$\frac{1}{\beta} \frac{dH}{dt} = -\frac{G \mu H}{2(1-\beta)} + \frac{\sqrt{G^2 \mu^2 H^2 + 8GH(1-\beta)}}{2(1-\beta)}, \quad (25)$$

где

$$G = \frac{\lambda}{\rho d_e^2}. \quad (26)$$

Аналитическое решение этого уравнения в полном виде затруднительно.

Поэтому рассмотрим несколько предельных ситуаций.

1. Случай суспензии малой вязкости, т.е.  $\mu G \ll 1$ .

Получаем:

$$\frac{1}{\beta} \frac{dH}{dt} \approx \frac{\sqrt{2GH(1-\beta)}}{(1-\beta)} \quad (27)$$

Уравнение для расчета времени опорожнения  $T$  бункера в случае 1:

$$\int_0^{H_0} \frac{dH}{\sqrt{2GH}} = \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta}} \int_0^T dt. \quad (28)$$

Отсюда получаем

$$T = \frac{1}{\beta} \sqrt{\frac{2(1-\beta)H_0}{G}}. \quad (29)$$

2. Случай суспензии очень высокой вязкости, т.е.  $\mu G \gg 1$

Перепишем уравнение, введя малую поправку  $\gamma$

$$\frac{1}{\beta} \frac{dH}{dt} = -\frac{G \mu H}{2(1-\beta)} + \frac{\sqrt{(1+\gamma)G^2 \mu^2 H^2}}{2(1-\beta)}, \quad (30)$$

где

$$\gamma = \frac{8(1-\beta)}{GH_0 \mu^2} = \frac{\chi}{\mu^2}. \quad (31)$$



Полученное уравнение имеет смысл только при конечных значениях высоты. Т.е. решать это уравнение до полного опорожнения бункера  $H = 0$  не корректно.

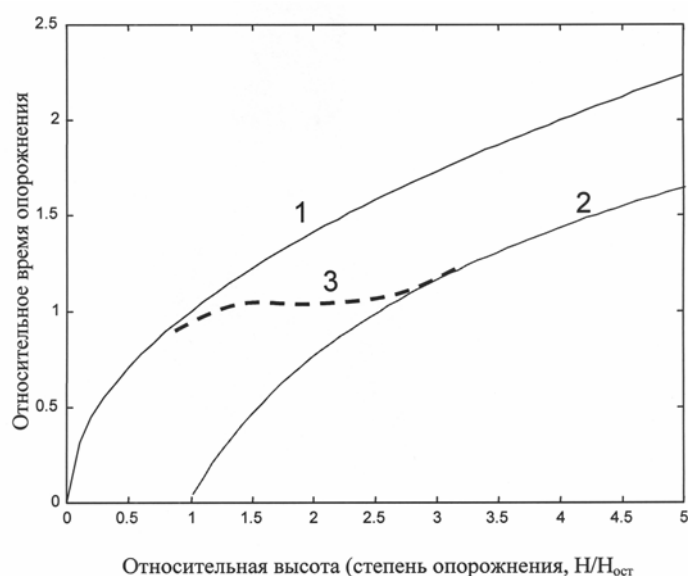
При высокой вязкости некоторое количество суспензии остается в бункере. Обозначим высоту остающейся в бункере суспензии  $H_{ост}$ .

Тогда для времени опорожнения бункера получаем

$$T = \frac{2(1-\beta)}{\beta G \mu \left( \sqrt{1 + \frac{\chi}{\mu^2}} - 1 \right)} \ln \frac{H_0}{H_{ост}}. \quad (32)$$

Из последнего соотношения видно, что при  $\mu \rightarrow \infty$  получаем  $T \rightarrow \infty$ .

На рисунке 5 показаны характерные кривые времен истечения вязкой суспензии из конического бункера.



Кривая 1- график истечения при малой вязкости;  
кривая 2- график истечения при большой вязкости; 3- переходная область

**Рис. 5.** Зависимость времени истечения суспензии из конического бункера от высоты слоя

При расчете скорости истечения нужно учитывать, что при большой вязкости и слипаемости твердой фазы скорость истечения падает от некоторого начального значения до нулевого. В этот момент образуется статически устойчивый свод. В этом случае скорость истечения зависит от скорости перемещения сводообрушающего органа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ташимов Л.Т., Каугаева А.М., Якубова Р.Р. Особенности моделирования реакторов с образованием осадка в рабочей зоне, Труды МНПК «Процессы, машины и аппараты промышленных технологий». Шымкент, 2006, стр.16-18
2. Л.Ташимов, А.Каугаева. Новые подходы к моделированию течения суспензий и осадков, Поиск сер. естественных и технических наук, № 4 (2006) стр. 173-177
3. Бекаулова А.А., Ташимов Л.Т., Балабеков Б.Ч. Особенности моделирования химических реакторов с образованием дисперсной фазы в рабочей зоне //Научно-теоретический и практический жур. Оралдың ғылым жаршысы. – 2009. – С. 83-88.
4. Пен Р.З., Чендылова Л.В., Шапиро И.Л. Реологические свойства меловальных суспензий. //Химия растительного сырья.- 2004.- № 1.- С. 11- 14.
5. Полулях А.Д., Сансиев В.Г. Гидродинамика потока водоугольной суспензии на ситовой поверхности //Геотехнічна механіка: Міжвід. зб.наук.праць/Ін-т геотехнічної механіки ім.М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ.- 2006. – Вып. 64. – С.106-118.
6. Сансиев В.Г. Течение вязкой жидкости по ситовой поверхности //Обогащение полезных ископаемых. Научно-техн. сборник. Украины. – Дніпропетровськ.- 2005. – Вып. 22 (63). –С. 136-145.

7. Ташимов Л., Каугаева А., Балабеков Б. Особенности гидродинамики сред, имеющих фрактальную структуру //Поиск. Серия естественных и технических наук. – 2006. – № 4. – С. 169-173.

8. Горюшинский И.В., Кононов И.И., Денисов В.В., Горюшинская Е.В., Петрушкин Н.В. Емкости для сыпучих грузов в транспортно-грузовых системах. //Самара, 2003. – 150 с.

#### REFERENCES

1. Tashimov L.T., Kaugaeva A.M., Iakubova R.R. *Protsessy, mashiny i apparaty promyshlennykh tekhnologii*. **2006**, 16-18 (in Russ.).

2. Tashimov L., Kaugaeva A. *Poisk. Seriya estestvennykh i tekhnicheskikh nauk*. **2006**, 4, 173-177 (in Russ.).

3. Bekaulova A.A., Tashimov L.T., Balabekov B.Ch. *Oraldyn gylm zharshysy*. **2009**, 83-88 (in Russ.).

4. Pen R.Z., Chendylova L.V., Shapiro I.L. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*. **2004**, 1, 11- 14 (in Russ.).

5. Poluliakh A.D., Sansiev V.G. *Geotekhnichna mekhanika: Mizhvid*. **2006**, 64,106-118 (in Russ.).

6. Sansiev V.G. *Obogashchenie poleznykh iskopaemykh*. **2005**, 22 (63), 136-145(in Russ.).

7. Tashimov L., Kaugaeva A., Balabekov B. *Poisk. Seriya estestvennykh i tekhnicheskikh nauk*. **2006**, 4, 169-173 (in Russ.).

8. Goriushinskii I.V., Kononov I.I., Denisov V.V., Goriushinskaya E.V., Pet-rushkin N.V. *Emkosti dlia sypuchikh gruzov v transportno-gruzovykh sistemakh*. Samara, **2003**, 150 p. (in Russ.).

*Тәшімов Л.Т., Балабеков В.С.*

#### ХИМИЯ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АППАРАТТАРДАҒЫ СУСПЕНЗИЙ АҒЫМЫ МЕН ҚАЛДЫҚТАРЫН ҮЛГІЛЕУ

Химия-технологиялық аппараттардың эксперимент ретінде көрсетілген суспензийдің ағымы мен қалдықтарының жаңа математикалық көрінісі келтірілді. Бункер ыдысындағы реологиялық үлгісін есептеу әдісі мысалға алынды.

*Tashimov L.T., Balabekov B.C.*

#### MODELING OF SUSPENSIONS AND DEPOSITS CURRENT IN CHEMICAL TECHNOLOGIES DEVICES

New approaches to the mathematical modeling of the flows of suspensions and sediments, allowing for experimentally found out characteristics of such systems in chemical-technological devices have been submitted. The example of a calculation procedure of bunker capacities on the basis of the carried out rheological model has been resulted.

Л.Т. ТАШИМОВ

## МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ С ОБРАЗОВАНИЕМ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ

Международный Казахско-Турецкий университет им. Яссауи

(Представлена академиком НАН РК М.Ж. Журиновым)

*Разработана методология математического моделирования периодических реакторов с перемешиванием в условиях образования и осаждения нерастворимой твердой фазы в рабочей зоне. Описано распределение концентрации дисперсной твердой фазы по высоте периодического реактора с перемешиванием с учетом химической реакции образования дисперсной фазы и процесса осаждения взвеси и дана схема расчета времени пребывания реагентов в реакторе.*

### 1 Концепция и общая схема расчета

В настоящее время использование химических аппаратов и реакторов с образованием, агрегацией и седиментацией нерастворимых фаз в рабочем объеме аппарата приобретает все более широкий характер, особенно в ряде современных технологических процессов. Известные теоретические модели процессов агрегации дисперсных фаз и их седиментации малоприменимы для инженерных расчетов, т.к. слишком сложны и сопряжены с необходимостью использования трудноопределимых параметров, а типовые методы моделирования химических реакторов вообще не учитывают реальную динамику структуры потоков в аппарате, обусловленную образованием новых дисперсных фаз [1, 2].

Поэтому разработка методологии математического моделирования периодических реакторов с перемешиванием в условиях образования и осаждения нерастворимой твердой фазы в рабочей зоне является актуальной проблемой. В настоящей статье предлагаются возможные подходы к решению этой проблемы.

Особенность процесса в химическом реакторе с образованием нерастворимой фазы в рабочей зоне заключается в том, что в образующейся суспензии при перемешивании формируется продольный (т.е. по высоте аппарата) градиент концентрации твердой фазы, так называемая мусть. По завершении процессов химических превращений кривая концентрации стабилизируется, что означает завершение первой стадии процесса.

Вторая стадия заключается в осаждении мути и формировании осадка. Время химических превращений и время осаждения в сумме определяют время пребывания реагентов в химическом аппарате.

Таким образом, при создании методики расчета должны быть решены следующие задачи:

1. Описано распределение концентрации дисперсной твердой фазы по высоте периодического реактора с перемешиванием с учетом химической реакции образования дисперсной фазы и процесса осаждения взвеси.
2. Разработана методика расчета времени пребывания реагентов в реакторе с учетом описанных эффектов.

Общий вид диффузионной модели реактора с перемешиванием в нашем случае запишем следующим образом [3]

$$D_{ef} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - (f(\phi)W_{oc} - V) \frac{\partial C}{\partial z} + kA_0 \exp(-kt) = \frac{\partial C}{\partial t} \quad (1)$$

Первое слагаемое в левой части описывает процесс перемешивания с эффективным коэффициентом диффузии, зависящим от гидродинамической структуры потоков в реакторе.

Второе слагаемое описывает процесс осаждения мути. Для упрощения инженерного расчета скорость осаждения рассчитывается для кластеров среднего порядка (и, соответственно, среднего размера) [4], а коэффициент, учитывающий фактор стесненности,  $-f(\phi)$  может рассчитываться по известной методике [5] по полной концентрации кластеров всех порядков.

Третье слагаемое в левой части описывает интенсивность образования мономеров в процессе химических превращений.

Таким образом, для реализации заявленной программы расчета необходимо, помимо исходных данных, разработать подход к расчету эффективного коэффициента диффузии для модели (1)

Скорость стоксовского осаждения с учетом изменения среднего размера частиц при агрегации

$$W_{oc} = a^2 \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right)^2 \quad (2)$$

Уравнение модели для реакции псевдопервого порядка (т.е. при высокой концентрации разбавителя) [6]

$$D_{ef} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + V \frac{\partial C}{\partial z} - a^2 \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right)^2 \frac{\partial C}{\partial z} + kA_0 \exp(-kt) = \frac{\partial C}{\partial t} \quad (3)$$

Процесс образования суспензии в периодическом реакторе с мешалкой можно рассматривать в предположении Ван де Вюзе [3], т.е. в приближении существования изотропной турбулентности.

1. Уравнение диффузии запишем в виде:

$$D_{ef} \frac{\partial C_{sol}}{\partial z} - W_{sol} C_{sol} = I = C_l^0 \exp(-kt), \quad (4)$$

где  $W_{sol} = W_{oc} - Wh$

Решение уравнения диффузии получаем в виде

$$C_{sol} = -\frac{D_{ef} C_l^0 \exp(-kt)}{W_{sol}} + C_{sol}(0) \exp\left(\frac{W_{sol} z}{D_{ef}}\right). \quad (5)$$

Средняя концентрация в реакторе по высоте

$$\bar{C}_{sol} = \frac{D_{ef} C_{sol}(0)}{W_{sol} H} (\exp(W_{sol} H / D_{ef}) - 1) - \frac{D_{ef} C_l^0}{W_{sol}} \exp(-kt). \quad (6)$$

Общая схема расчета на основании этой методики изложена в следующем разделе статьи.

## 2. Методика инженерного расчета реактора

### I. Задаваемые исходные данные

1. Производительность реактора по целевому продукту –  $Q$
2. Исходные реагенты и их стехиометрическое соотношение по технологии – А, В. Далее будем считать, что основная реакция протекает по первому или второму порядкам. Исходное состояние реагентов- жидкие растворы.
3. Условия проведения процесса – рассматривается изотермический периодический реактор с перемешиванием.
4. Концентрация растворов. Физико-химические характеристики: плотность, вязкость.
5. Габариты реактора (если они заданы)

### II. Расчетные исходные данные

1. Расчет кинетических коэффициентов агрегации.
2. Расчет константы скорости химической реакции.
3. Расчет константы Гамакера [7] и постоянной агрегации по теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека [7].

I. Расчет процесса агрегации в условиях протекания химической реакции по предложенным в работе моделям

1. Расчет элементов матрицы агрегации [8].
2. Расчет кинетики агрегации и построение кинетических кривых для эволюции кластеров по порядкам и общего числа кластеров нерастворимой фазы в условиях протекания реакции заданного порядка.

## 3. Расчет эволюции среднего порядка кластеров.

**III. Расчет аппарата и времени пребывания в реакторе**

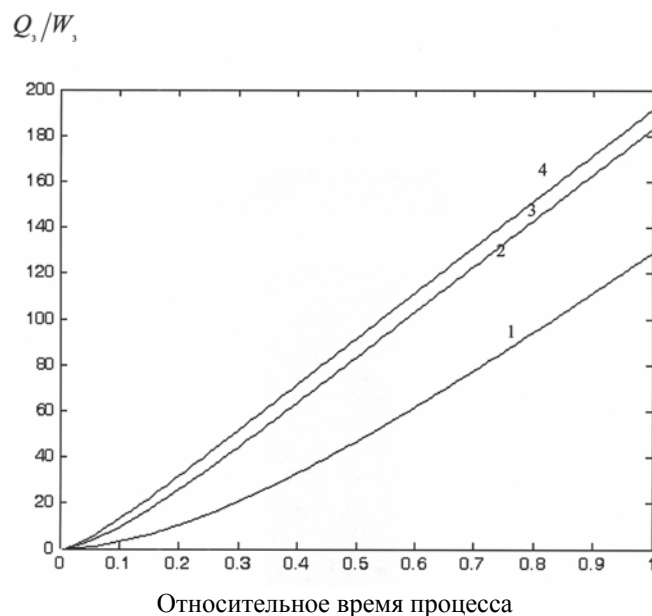
1. Выбор типа химического реактора- предпочтителен реактор с коаксиальными цилиндрами в качестве перемешивающих устройств.
2. Предварительная оценка габаритов аппарата – диаметра и высоты рабочей зоны.
3. Выбор числа оборотов вращения цилиндров.
4. Расчет интенсивности и числа вихревых зон.
5. Расчет эффективного коэффициента диффузии.
6. Расчет кривых распределения дисперсной фазы по высоте аппарата на основе диффузионной модели.
7. Определение времени формирования кривой стабилизированного распределения.
8. Расчет времени осаждения мути в условиях агрегации
9. Проверка правильности выбора габаритов аппарата.
10. Пересчет, если он необходим.

Далее рассматривается пример расчета стадии осаждения мути в случае условного представления мути в виде двух фракций: мелкой и фракции агрегированных кластеров.

На рисунках 1, 2 приведены графики, иллюстрирующие изменение удельных количеств различных фракций в осадке в течение первого периода осаждения  $T_2$ , т.е. до осаждения густой части суспензии.

После завершения первого периода осаждения в реакторе еще остается муть первой фракции в зоне высотой

$$H_1 = (W_2 - W_1)T_2. \quad (7)$$



1-  $a = 0.01 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 2-  $a = 0.05 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 3-  $a = 0.1 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 4-  $a = 0.2 \text{ м}^3/\text{с}$

**Рис. 1.** Изменение приведенного количества осадка агрегированной фракции в течение первого периода осаждения

В этой зоне будет наблюдаться градиент плотности первой фракции. Этот градиент можно рассчитать из следующих соображений.

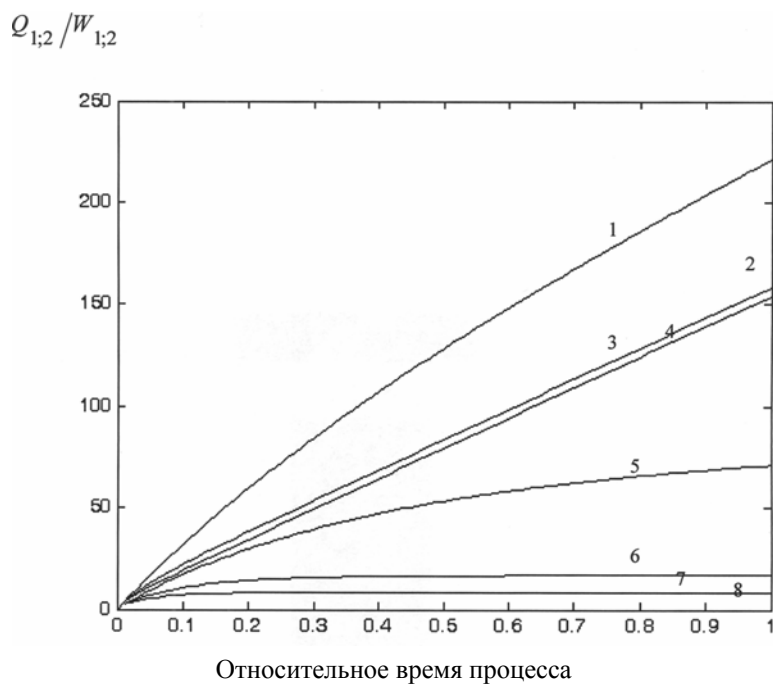
Т.к.  $\rho_1(t) = \rho_{10} - \rho_3(t)$ , то для учета временного запаздывания процесса седиментации в между фронтальными разделами можно записать

$$t = \frac{z}{W_2 - W_1}, \quad (8)$$

где  $z$  – текущая координата в направлении осаждения.

Тогда получаем выражение для расчета плотности мелкой фракции в зоне между фронтальными разделами

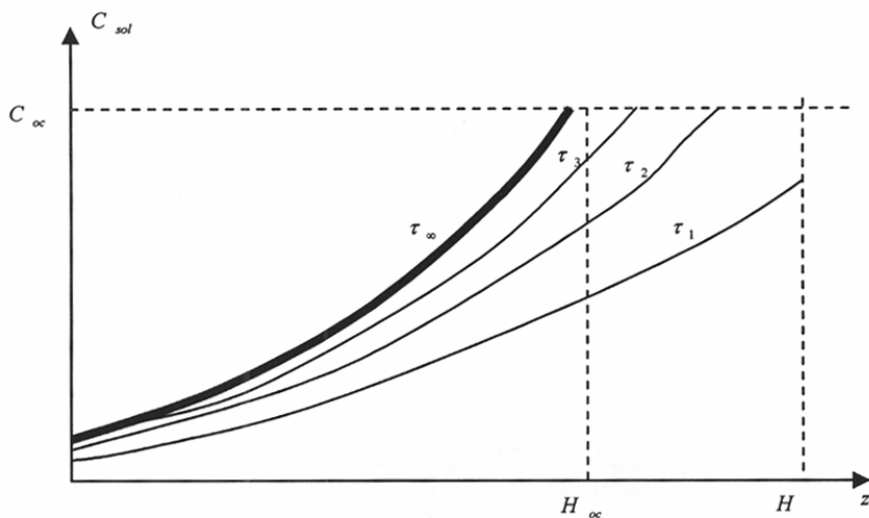
$$\rho_1(z) = \rho_{10} - \rho_3 \left( \frac{z}{(W_2 - W_1)} \right). \quad (9)$$



Относительное время процесса  
 Фракция 1: 1-  $a = 0.01 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 2-  $a = 0.05 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 3-  $a = 0.1 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 4-  $a = 0.2 \text{ м}^3/\text{с}$   
 Фракция 2: 5-  $a = 0.01 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 6-  $a = 0.05 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 7-  $a = 0.1 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 8-  $a = 0.2 \text{ м}^3/\text{с}$

**Рис. 2.** Изменение приведенного количества осадка исходных фракций в течение первого периода осаждения

Таким образом, представленная модель позволяет рассчитывать практически все основные характеристики процесса осаждения суспензии с учетом агрегации фракций.



**Рис. 3.** Формирование стабилизированной кривой распределения дисперсной фазы.

Если реактор работает в периодическом режиме, то в процессе совместного протекания химических реакций, процессов агрегации и осаждения взвеси кривая распределения дисперсной фазы по высоте аппарата изменяется во времени. По истечении определенного периода формируется стабилизированная кривая распределения. Время формирования этой кривой и определяет необходимое время пребывания реагентов в реакторе. Этот процесс схематично показан на рисунке 3.

Результаты приложения изложенных научных разработок были использованы для выдачи рекомендаций по оптимальному выбору параметров и организации процесса при проектировании реконструируемой технологической линии на ТОО «Казфосфат» в схеме производства двойного суперфосфата с учетом кинетики образования и сепарации полидисперсной взвеси сульфата кальция в многосекционном экстракторе экстракционной фосфорной кислоты.

На основании анализа технологического регламента и с учетом теоретических разработок был предложен ряд изменений параметров технологического режима.

Ожидаемый экономический эффект в результате полномасштабного внедрения данной разработки составляет 14,3 млн. тенге, при производстве суперфосфата составил более 200 тыс.т/год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бекаулова А.А., Ташимов Л.Т., Балабеков Б.Ч. Особенности моделирования химических реакторов с образованием дисперсной фазы в рабочей зоне //Научно-теоретический и практический жур. Оралдын ғылым жаршысы. – 2009. – С. 83-88.
2. Jysoo Lee, Preben Alstrøm, and H.Eugene Stanley. Scaling of the Minimum Growth Probability for the “Typical” Diffusion-Limited Aggregation Configuration // Phys. Rev. Lett.-1989.-v.62, No 25.-P. 3013.
3. Ф. Стренк. Перемешивание и аппараты с мешалками. Л. Химия, 1975, 384 с.
4. Бекаулова А., Ташимов Л.Т., Балабеков Б.Ч. Экспериментальные исследования фракционного состава суспензии при химическом осаждении из растворов //Вестник МКТУ им. А.Ясави. – Туркестан – 2009. – С.15-21.
5. Schwarzer S., Havlin Sh., Ossadnik P., Stanley H.E. Number of branches in diffusion-limited aggregates: The skeleton //Phys. Rev. E. -1996. – Vol. 53, № 2. – P. 1795-1804.
6. Witheridge Grant M., Wilkinson David L. Density measurement of particle and floc suspensions. J. Hydraul.Eng. – 1989. – 115, № 3. – С. 403-408.
7. Зонтаг Г., Штрэнге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем.- Л.: Химия, 1973. – 152.
8. Балабеков О.С., Бренер А.М., Бекаулова А.А. Влияние вида агрегационных ядер на решение уравнений агрегации в физико-химических системах // Доклады НАН РК. – 2008. №6. – С.35-39.

#### REFERENCES

1. Bekaulova A.A., Tashimov L.T., Balabekov B.Ch. *Oraldyn gylym zharshysy*. **2009**, 83-88 (in Russ.).
2. Jysoo Lee, Preben Alstrøm, and H.Eugene Stanley. *Phys. Rev. Lett.* **1989**, 62, 25, 3013.
3. F. Strenk. L. *Khimiia*, **1975**, 384 p. (in Russ.).
4. Bekaulova A., Tashimov L.T., Balabekov B.Ch. *Vestnik MKTU*, **2009**, 15-21(in Russ.).
5. Schwarzer S., Havlin Sh., Ossadnik P., Stanley H.E. *Phys. Rev. E.*, **1996**, 53, 2, 1795-1804.
6. Witheridge Grant M., Wilkinson David L. *J. Hydraul.Eng.* , **1989**, 115, 3, 403-408.
7. Zontag G., Shtrenge K. *Khimiia*, **1973**, 152 (in Russ.).
8. Balabekov O.S., Brenner A.M., Bekaulova A.A. *Doklady NAN RK*, **2008**, 6, 35-39 (in Russ.).

*Ташимов Л.Т.*

#### ЖҰМЫС ЗОНАСЫНДАҒЫ ДИСПЕРСТІК ФАЗАНЫҒ ПАЙДА БОЛУЫНДАҒЫ ХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОР ЕСЕБІНІҢ ӘДІСТЕМЕСІ

Периодты реакторлардың ерімейтін қатты фазасының жұмыс зонасындағы араластыру барысында пайда болуы және оның отыруының математикалық үлгісі қарастырылды. Осының нәтижесінде үдеріс өлшемін отыруы және реагенттердің реактордағы болу уақытының өлшемі берілді.

*Tashimov L.T.*

#### METHODOLOGY OF CHEMICAL REACTORS CALCULATION WITH FORMATION OF THE DISPERSE PHASE IN THE WORKING ZONE

The methodology of mathematical modeling of periodic reactors under the conditions of formation and sedimentation of an insoluble solid phase in a working zone has been developed. Distribution of concentration of a disperse solid phase over the height of the periodic reactor allowing for chemical reactions of formation of a disperse phase and process of sedimentation of a suspension has been described and the scheme of calculation of time of stay of reagents in the reactor has been given too.

УДК 530.12, 531.51, 523,11

В.С. САВОСТА

## АНИЗОТРОПИЯ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОСТОЯННОЙ КАК СЛЕДСТВИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ В ПРОСТРАНСТВЕ

Институт горного дела Алматы

(Представлена академиком НАН РК Е.И. Роговым)

*Предполагается, что гравитационная постоянная, самая неточно измеренная из всех физических констант является в общем случае не скалярной постоянной, а тензором гравитации, который зависит от координат и скорости движения лабораторной системы в пространстве. Конкретный вид тензора гравитации может быть определен в наземных или орбитальных лабораториях из экспериментов по определению сил гравитационного притяжения тел при их различном расположении в лабораторной системе.*

Основополагающая гипотеза специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна предполагает изотропность скорости света, т. е. одинаковость ее во всех направлениях [1]. Изотропность скорости света означает, что в произвольной инерциальной системе отсчета (ИСО) световой сигнал из точки А в точку В распространяется за время  $\Delta t_{AB} = l / C_{AB}$ , равное времени распространения светового сигнала от точки В к точке А  $\Delta t_{BA} = l / C_{BA}$ , то есть

$$\Delta t_{AB} = l / C_{AB} = \Delta t_{BA} = l / C_{BA} \quad (1)$$

где  $l$  – расстояние между точками А и В,  $C_{AB}$  – скорость света в направлении от точки А к точке В,  $C_{BA}$  – скорость света в направлении от В к А,  $C_{AB} = C_{BA} = C$ .

Гипотеза изотропности скорости света считается экспериментально доказанной гипотезой. В качестве основного аргумента в пользу этой гипотезы приводят опыты Майкельсона и Морли, которые якобы доказывают, что скорость света во всех направлениях одинакова. Однако эти опыты доказывают только то, что средняя скорость света по замкнутому пути одинакова во всех ИСО [2], то есть

$$C = \frac{2l}{\Delta t_{AB} + \Delta t_{BA}} = \frac{2C_{AB}C_{BA}}{C_{BA} + C_{AB}} \quad (2)$$

Выражение (2) легко проверяется из формулы для действительной скорости света в движущейся системе  $K'$  [2], [3]:

$$\vec{C}^o = \frac{\vec{C}}{1 + \frac{(\vec{V} \cdot \vec{C})}{C^2}} = \frac{\vec{C}}{1 + \frac{V}{C} \cos \alpha}, \quad (3)$$

где  $\vec{C}$  – вектор по модулю равный, константе средней скорости света и направленный по лучу света,  $\vec{V}$  – вектор скорости движущейся системы  $K'$  относительно неподвижной системы  $K$ ,  $\alpha$  – угол между направлениями скоростей  $\vec{C}$  и  $\vec{V}$ .

Непосредственно из выражения (15) в работе [2] следует, что действительная скорость света  $\vec{C}^o$  в движущейся системе  $K'$  зависит от направления, т.е. анизотропна. Однако средняя скорость по замкнутому пути будет всегда одинакова для любых направлений  $\alpha$  и равна константе  $C$ , действительно

$$C = \frac{2l}{\Delta t} = 2l \left/ \left( \frac{l}{C_\alpha^o} + \frac{l}{C_{-\alpha}^o} \right) \right. = 2l \left/ \left( \frac{l \left( 1 + \frac{VC}{C^2} \cos \alpha \right)}{C} + \frac{l \left( 1 - \frac{VC}{C^2} \cos \alpha \right)}{C} \right) \right. = C$$



Естественно, что действительная скорость света в любом направлении в движущейся ИСО  $K'$ , но измеренная в неподвижной системе  $K$ , всегда будет равна  $C$ .

Фактически опыты Майкельсона и Морли доказывают только гипотезу Лоренца – Фитцджеральда о том, что продольные направлению скорости движения  $\vec{V}$  в пространстве размеры тел сокращаются пропорционально  $\sqrt{1 - V^2/C^2}$ , а время на этих телах замедляется пропорционально  $1/\sqrt{1 - V^2/C^2}$  [4]. Поэтому считать опыты Майкельсона и Морли доказательством изотропности скорости света совершенно безосновательно. Более того, в настоящее время существуют эксперименты по измерению скорости света в одном направлении, например, [4,5], которые однозначно говорят, что скорость света в произвольных ИСО в противоположных направлениях в общем случае не одинакова. То есть постулат Эйнштейна о постоянстве и изотропности скорости света в любых ИСО не соответствует действительности.

Ранее [3], [7] было показано, что природе также не соответствует принцип относительности Эйнштейна, поскольку поперечная сила  $\vec{F}_c$ , действующая на вращающиеся тела при их поступательном движении, равна:

$$\vec{F}_c = \frac{[\vec{V} \cdot \vec{L}]\omega^2}{2C^2}, \quad (4)$$

где  $\vec{V}$  – абсолютная скорость ИСО в пространстве;  $\vec{L}$  – момент импульса тела;  $\vec{\omega}$  – угловая скорость вращения тела;  $C$  – скорость света.

Следовательно, согласно (4) поперечная сила в разных ИСО будет иметь разные значения, так как зависит от абсолютной скорости системы  $\vec{V}$  в пространстве. Возможно, что для Земли это скорость относительно системы покоя реликтового излучения, которая согласно [7,8] равна  $390 \pm 60$  км/с (что соответствует опытам Стефана Маринова [5]). То есть, измеряя величину поперечной силы для различных направлений момента импульса вращающегося тела  $\vec{L}$ , закрепленного динамометром внутри замкнутой системы, мы можем определить вектор абсолютной скорости  $\vec{V}$  системы в пространстве.

Это, наряду с экспериментами по измерению скорости света в одном направлении, противоречит принципу относительности Эйнштейна, утверждающему, что никакими экспериментами внутри ИСО нельзя определить, движется она или покоится.

Трудность проведения экспериментов по измерению поперечной силы заключается в том, что для достижения достаточной для точного измерения поперечной силы необходима большая угловая скорость вращения тела порядка  $10^4 - 10^5$  рад/с. Это требует высокой прочности вращающегося тела на растяжение, магнитные подшипники в местах соприкосновения вращающегося тела с установкой и условия, чтобы тело вращалось в вакууме.

Покажем другой способ определения величины абсолютной скорости  $V$  лабораторной системы отсчета (наземной) в пространстве. Этот способ основан на измерении гравитационной силы притяжения двух тел при их различной ориентации в пространстве. Аргумент, что такое взаимодействие можно рассматривать только в рамках общей теории относительности (ОТО) здесь не работает, поскольку массы тел невелики и сила  $\vec{F}$  их взаимодействия достаточно точно описывается законом всемирного тяготения Ньютона:

$$\vec{F} = -\gamma \frac{m_1 m_2}{R^3} \vec{R}, \quad (5)$$

где  $m_1, m_2$  – массы тел,  $\vec{R}$  – вектор, соединяющий тела 1 и 2,  $\gamma$  – гравитационная постоянная.

Выражение (5) справедливо в покоящейся системе  $K$  при условии, что тела 1 и 2 покоятся в этой системе. Верно ли это выражение для случая, когда тела покоятся в движущейся системе  $K'$ , но движутся вместе с этой системой в покоящейся системе  $K$ , требует экспериментальной проверки, поскольку оно не инвариантно относительно преобразований Лоренца. К необходимости экспериментальной проверки постоянства гравитационной «постоянной» склоняет тот факт, что гравитационная постоянная является самой неточно измеренной из всех физических констант. Отно-

сительная погрешность измерения гравитационной постоянной согласно [7] составляет 0,000615, а ее величина  $\gamma = (6,6720 \pm 0,0041) \times 10^{-11} \frac{Нм^2}{кг^2}$ .

Неточность измерения гравитационной постоянной можно было бы приписать не совершенству приборов измерения и методики проведения экспериментов. Однако тот факт, что со времен Кавендиша (1789 г.) точность таких измерений практически не увеличилась, позволяет сделать естественное предположение о том, что неточность гравитационной постоянной является не следствием неточности измерений, а свойством природы. То есть гравитационная постоянная является скаляром только в покоящейся инерциальной системе отсчета (ИСО)  $K$  при условии, что при гравитационном взаимодействии тела покоятся в этой системе. Следовательно, гравитационную «постоянную»  $\gamma$  в общем случае следует рассматривать не как скалярную постоянную величину, а как изменяющийся по мере вращения Земли тензор гравитации  $\gamma_p^m$ , где  $m, p = 1, 2, 3$ . В покоящейся

(ИСО)  $K$  для неподвижных тел этот тензор будет иметь вид  $\gamma_p^m = \begin{pmatrix} \gamma & 0 & 0 \\ 0 & \gamma & 0 \\ 0 & 0 & \gamma \end{pmatrix}$ , т.е. фактически постоянная скалярная величина.

В случае, когда тела движутся в системе  $K$ , оставаясь неподвижными в системе  $K'$ , тензор гравитации  $\gamma_p^m$ , будет иметь иной вид, который без непосредственных экспериментов определить невозможно. Такие эксперименты можно производить только в лабораторной (движущейся) системе отсчета  $K'$ , рассматривая их из покоящейся системы  $K$  при различной ориентации этих тел в пространстве движущейся системы  $K'$ . Очень важно то, как радиус – вектор, соединяющий два тела, ориентирован относительно абсолютной скорости системы в пространстве. Покажем это.

Пусть массы тел  $m_1 = m_2 = m_0$ , тело 1 закреплено в начале координат движущейся (ИСО)  $K'$ , а тело 2 находится на расстоянии  $R$  от тела 1 и прикреплено к динамометру, закрепленному в системе  $K'$ . Рассмотрим взаимодействие тел 1 и 2 из неподвижной системы  $K$  в двух случаях: 1) вектор  $\vec{R}$  параллелен вектору абсолютной скорости  $\vec{V}$  системы  $K'$ , 2) вектор  $\vec{R}$  перпендикулярен вектору  $\vec{V}$ .

(Сразу же следует подчеркнуть, что приводимые ниже доводы совершенно не справедливы для зарядов. В случае, если массы заменить зарядами, то в любой ИСО, как бы она не двигалась, сила взаимодействия зарядов останется одинаковой, поскольку в этом случае на заряды, рассматриваемые из неподвижной системы  $K$ , будет действовать еще и сила Лоренца, аналога которой в гравитации нет.)

Если в первом приближении предполагая, что в неподвижной системе  $K$  гравитационная постоянная остается скаляром, не зависящем от состояния движения тел 1, 2, то согласно преобразованиям Лоренца [1] и абсолютным преобразованиям [4], имеем величины сил, измеренных из неподвижной системы  $K$  в первом случае:

$$1) F_1 = \gamma \frac{m_0^2 / (1 - \beta^2)}{R^2 (1 - \beta^2)} = \gamma \frac{m_0^2}{R^2 (1 - \beta^2)^2},$$

а во втором

$$2) F_2 = \gamma \frac{m_0^2 / (1 - \beta^2)}{R^2} = \gamma \frac{m_0^2}{R^2 (1 - \beta^2)}, \text{ где } \beta = \frac{V}{C}.$$

То есть показания динамометров в системе  $K$  будут разными, поэтому следует ожидать, что и в движущейся системе  $K'$ , где тела 1, 2 покоятся, динамометры также покажут разные значения:  $F'_1 = \gamma_1 m_0^2 / R^2$  и  $F'_2 = \gamma_2 m_0^2 / R^2$ . Поэтому в движущейся системе  $K'$  гравитационная постоянная даже приближенно является не скаляром, а тензором гравитации  $\gamma_p^m$  таким, что составляющие силы гравитационного притяжения будут равны:

$$F_p = \gamma_p^m X_m \frac{m_0^2}{R^3} = (\gamma_p^1 X_1 + \gamma_p^2 X_2 + \gamma_p^3 X_3) \frac{m_0^2}{R^3} \quad (6),$$

где  $X_p$  – координаты тела 2;  $p = 1, 2, 3$ ;  $\vec{R} = X_1\vec{i} + X_2\vec{j} + X_3\vec{k}$ ;  $X_1 = x$ ,  $X_2 = y$ ,  $X_3 = z$ ; штрихи при переменных опускаем, поскольку рассматриваем только систему  $K'$ . При этом  $\gamma_1 = \gamma_1^1$  и из соображения симметрии  $\gamma_2 = \gamma_2^2 = \gamma_3^3$ .

В этом приближении при условии, что динамометр в системе  $K$  показывает одинаковое значение для одинаковой силы, не зависимо от его пространственного расположения, будет справедливо равенство  $F_1/F_2 = F_1'/F_2'$ . Тогда  $F_2'/F_1' = 1 - \beta^2$ , откуда мы можем оценить величину скорости движения Земли в пространстве. Поскольку  $(F_1' - F_2')/F_1' = \beta^2$  равно относительной ошибке измерения гравитационной постоянной в системе  $K'$ , мы можем оценить величину абсолютной скорости Земли в пространстве:

$$V = C\sqrt{(F_1' - F_2')/F_1'} = \sqrt{0,000615 \times 2,998 \times 10^8} = 7,4 \times 10^6 \text{ м/с}.$$

Это лишь оценочная величина скорости движения Земли в пространстве, действительная скорость может отличаться в несколько раз, (но не на порядок). Тем не менее, мы можем утверждать, что действительная скорость Земли в пространстве в сотни раз больше, чем ее скорость в Солнечной системе и в десятки раз больше ее скорости в Галактике. При этом скорость Земли на основании измерений гравитационной постоянной окажется в 180 раз большей, чем ее скорость относительно системы покоя реликтового излучения  $V = 400 \pm 60$  км/с [9]. Поскольку относительная погрешность измерения гравитационной постоянной  $\delta$  при такой скорости будет равна

$$\delta = (V/C)^2 = 1,80 \cdot 10^{-6},$$

т.е. в 340 раз меньше, чем экспериментально наблюдаемая ошибка.

Это говорит о том, что основная составляющая скорости Земли в пространстве есть – скорость самой Галактики, которая движется, по всей видимости, со скоростью  $V_G$  большей, чем ее скорость относительно системы покоя реликтового излучения  $V_p \sim 600$  км/с [8]. А это может означать лишь то, что источник реликтового излучения находится не в центре вселенной, а в центре некоторой группы Галактик (своего рода мировселенной), что противоречит гипотезе о первородном взрыве, создавшем всю Вселенную.

Однако точная величина скорости Земли может быть определена лишь из экспериментальных значений тензора гравитации.

Конкретный вид тензора гравитации  $\gamma_p^m$ ;  $p, m = 1, 2, 3$  может быть определен непосредственно из гравитационных экспериментов, методика проведения которых зависит от местоположения гравитационной лаборатории (широты), времени суток и, возможно, звездного времени. При этом необходимо также учитывать типы динамометров, используемых в экспериментах.

Отдельный вопрос, как влияет Луна на измерения гравитационной постоянной, а она действительно влияет, но не с такой силой, какая должна была бы привести к экспериментально наблюдаемой относительной ошибке  $\delta$ . Автор рассчитал (что является по объему и содержанию отдельной большой работой) это влияние и получил максимальную относительную ошибку измерения гравитационной постоянной  $\gamma$  за счет влияния Луны, равную  $\delta = 2,2 \cdot 10^{-7}$  в  $1/0,00036 = 2795$  раз меньшую, чем наблюдается при измерениях и в 8,2 раз меньше ошибки, которая обуславливалась бы движением Земли относительно системы покоя реликтового излучения. Основой такого влияния на гравитационные эксперименты является тот факт, что наземная гравитационная лаборатория вращается вместе с Землей и приблизительно каждую четверть суток меняет свою ориентацию относительно Луны.

Следовательно, влиянием Луны и естественно Солнца (его влияние в 4 раза меньше) ошибку измерения гравитационной постоянной объяснить нельзя. Нельзя также объяснить ее приборной ошибкой, поскольку со времен Кавендыша приборная ошибка, естественно уменьшалась в 150 раз, но на погрешности измерения гравитационной постоянной это никак не сказалось. Единственным разумным объяснением большой величины относительной ошибки измерения гравитационной постоянной – это значит признать то, что пространство (эфир вакуум) реально, т.е. физически существует и взаимодействует с движущимися в нем телами. Такое пространство принципиально отличается от пространства теории относительности, в которой оно существует только как формально математическое и никакими опытами не обнаружимо.

Напротив, реальное физическое пространство обнаруживает себя, взаимодействуя с движущимися в нем телами. В реальном пространстве движущиеся тела сокращаются в направлении, параллельном их абсолютной скорости, а время в них замедляется. В таком пространстве не приходится говорить, что оно изотропно и однородно в любой инерциальной системе отсчета, опыты говорят, что это не так. Физическое пространство, как в принципе и время, можно изучать. Причем не гипотетически, а экспериментально с помощью физических приборов и наблюдением за космическими телами и квантовыми частицами.

Такое изучение может привести к совершенно неожиданному выводу, что принцип относительности Эйнштейна, не работающий в специальной теории относительности, не работает также и в общей теории относительности (ОТО). Действительно, поскольку метрический тензор  $g_{ik}$  [10], входящий в уравнение гравитационного поля, зависит от гравитационной постоянной, которая в ОТО не зависит от скорости гравитационного тела. Поэтому говорить о справедливости самого уравнения гравитации, по крайней мере, безосновательно. Его справедливость требуется проверять не только умозрительно, но и прямыми экспериментами по изучению пространства и времени.

Следует ожидать того, что время на движущихся в пространстве (реальном, а не математическом) телах в разных направлениях течет по-разному. Это утверждение основано на том, что собственное время является функцией компоненты метрического тензора  $g_{44}$ . При этом для слабого гравитационного поля (у Земли оно именно такое) согласно [10] будет справедливо приближение

$$t = \frac{\tau}{\sqrt{-g_{44}}} = \frac{\tau}{\sqrt{1 + \frac{2\Phi}{C^2}}} \approx \tau \left(1 - \frac{\Phi}{C^2}\right), \quad (7)$$

где  $t$  – время в гравитационном поле с потенциалом  $\Phi$ ,  $\tau$  – время в пространстве свободном от гравитационных полей,  $C$  – скорость света.

Из формулы (7) естественно вытекает, что время в поле гравитации течет медленней, но не так, как предсказывал Эйнштейн, в общей теории относительности, поскольку в этой его теории пространства (эфира) как такового не существует, как и в СТО. Поэтому совсем не ясно, что собственно искривляется и замедляется в гравитационном поле и вообще, что такое это гравитационное поле.

У нас же все ясно – и пространство, и время реальны, и меняются при взаимодействии с движущимися в них телами, в свою очередь, меняя метрику и время на этих телах.

Действительно, если не изобретать новых гипотез, то гравитационный потенциал на движущихся в пространстве телах определяется по формуле

$$\Phi_p = \frac{m}{R^3} \gamma_p^m \sum_1^3 X_m \quad (8)$$

Формула (8) совпадает с обычной формулой потенциала гравитационного поля  $\Phi = \gamma \frac{m}{R^2}$  только для покоящихся тел в пространстве, а для движущихся тел в формулу (7) необходимо подставлять гравитационный потенциал в виде (8). Это приводит нас к совершенно неожиданному выводу, что время на поверхности движущегося в пространстве массивного сферического тела в различных точках течет по-разному. Ничего подобного никто, включая Эйнштейна, прежде не предполагал. Однако такое наше утверждение можно проверить экспериментально.

При этом вполне естественно спросить, почему тогда эффект разности скорости хода часов не наблюдается на Земле. Это происходит потому, что Земля вращается вокруг собственной оси, и время в данной точке Земли постоянно меняет свой ход – то ускоряясь, то замедляясь. Тем не менее эффект изменения хода времени можно косвенно определить из исследования вариаций результатов измерений гравитационной постоянной [11]. В частности, на рис. 5 (звездное время) периодичность таких вариаций просматривается. Однако даже такие измерения желательно было бы проводить не путем усреднения по множеству значений, а многосуточными постоянными (почасовыми) измерениями вариаций изменения гравитационной постоянной. Только такие измерения позволят нам определить абсолютную скорость Земли в пространстве, и сравнить ее со скоростью, полученной из измерений скорости света в одном направлении [5], и со скоростью системы покоя реликтового излучения [9]. При этом для чистоты эксперимента желательно было бы иметь две одинаковые экспериментальные установки, из которых одна ориентированна по меридиану, а дру-

гая по широте лаборатории. Вероятней всего, результаты измерений на этих установках будут разными.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел. Собрание научных трудов Том 1. М.: Наука, 1965, статья 1 - 1905. с. 7-35.
2. Савоста В.С. «Гипотеза о законе поперечной силы, действующей на вращающиеся тела при их поступательном движении в свободном пространстве (вакууме)» Деп. 9142 – Ка 09 от 13.08.09.
3. Савоста В.С. Одновременность как критерий параллельности движущихся тел и закон поперечной силы. Доклады Национальной Академии Наук Республики Казахстан 2.2005. с. 106-112.
4. Савоста В.С. Вывод абсолютных преобразований координат и времени. Вестник Национальной Академии Наук Республики Казахстан, 4.2007, с. 68-72.
5. Маринов С. Экспериментальные нарушения принципов относительности, эквивалентности и сохранения энергии. Физическая Мысль России, №2, 1995.-с. 52-77.
6. Савоста В.С. Закон поперечной силы в специальной теории относительности. Доклады Национальной Академии Наук Республики Казахстан, 2.2007, с. 53-56.
7. Яворский Б. М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М. «Наука» 1990 г.
8. Физический энциклопедический словарь М. «Советская энциклопедия», 1983.
9. Физика космоса М. «Советская энциклопедия» 1986.
10. Паули В. Теория относительности М. «Наука». 1983.
11. Измайлов В.П., Карагиоз О.В., Пархомов А.Г. Исследование вариаций результатов измерений гравитационной постоянной. Физическая Мысль России. №1/2 1999. С.20-26.

## REFERENCES

- 1.Einshtein A.K. K eloktrodinamike dviguchixcy tel. Sobranie nauchnih trudov Tom 1. M:Nauka., **1965**, statya 1 – 1905.c.7-35 (in Russ.).
- 2.Savosta V.C. :”Gipoteza o zakone poperechnoi cily, deictvujchei na vrachajchiecy tela pri ix postupatelno, dvijeny v svobodnom proctranctve (vakkume)” Dep.9142-Ka 09 ot 13.08.09.
- 3.Savosta V.C. Odnovremennost kak kritery parallelnosti dvijuhcy tel I zakon poperechnoi cily, Doklady Nacionalnoi Akademi Nauk Recpubliki Kazakctan 2. **2005**. 106-112 (in Russ.).
- 4.Savosta V.C. Vivod abcoljtnih preobrazovani koordinat i vremeni. Vectnik Nacionalnoi Akademi Nauk Recpubliki Kazakctan 4. **2007**. 68-72 (in Russ.).
- 5.Marinov C. Ekpcperimentalnie narusheniya principov otnocitelnocti, ekvivalentnocti coxraneniya energy, Fisicheckaya Mycl Roccyu, №2, **1995**, 52-77 (in Russ.).
- 6.Savosta V.C. Zakon poperechnoi cily v specialnoi teory otnocitelnocty, Doklady Nacionalnoi Akademi Nauk Recpubliki Kazakctan 2. **2007**. 53-56 (in Russ.).
- 7.Yavorcky B.M., Detlaf A.A. Spravochnik po fizike. M.”Nauka”, **1990** (in Russ.).
- 8.Fizichecky enciklopedichecky clover M. Sovetckaya enciklopodiya, **1983** (in Russ.).
- 9.Fizika kocmoca M. Sovetckaya enciklopodiya, **1986** (in Russ.).
- 10.Pauly V. Teoriya otnocitelnocty M. Nauka, **1983** (in Russ.).
- 11.Izmailov V.P., Karagioz O.V., Parxomov A.G. Icledovanie variacy rezultatov izmereny gravitawionnoi poctoyanno. Fizicheckaya Mycl Roccyu. **1999**, 20-26 (in Russ.).

*Савоста В.С.*

ГРАВИТАЦИОННОЕ ТУРАКТЫЛЫҚТЫҢ ӨЗГЕРУІ (АНИЗОТРОПИЯСЫ)  
ЖЕРДІҢ КЕҢІСТІКТЕГІ ҚОЗҒАЛЫСЫ НӘТИЖЕСІ РЕТІНДЕ

Гравитациялық тұрақты барлық физикалық тұрақтының ішіндегі ең дәл өлшенбегені бола тұра скалярлық тұрақты емес гравитацияның тензоры, ол кеңістіктегі зертханалық жүйенің координаты мен қозғалыс жылдамдығына байланысты болады. Гравитация тензорының нақтылы түрі жердегі және орбитадағы зертханаларда денелердің гравитациялық тарту күшін анықтауға байланысты тәжірибелерден (зертханалық жүйедегі әртүрлі орналасуынан) білуге болады.

*Savosta V.C.*

ANISOTROPY OF THE GRAVITATIONAL CONSTANT AS A RESULT OF THE EARTH MOTION IN SPACE

It is supposed that the gravitation constant, the most inaccurately measured constant of all physical constants, in general case is not a scalar constant but a *gravitation tensor* which depends on coordinates and speed of movement of laboratory system in the space. Certain kind of gravitation tensor can be determined in surface or orbital laboratories by means of experiments on identification of forces of gravitation of bodies at their various positions in the laboratory system.

## **ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ПРОТИВОВИРУСНЫХ ВАКЦИН**

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы

*(Представлена академиком НАН РК М.Х. Саятовым)*

*Статья описывает молекулярные и иммунологические особенности формирования иммунного ответа и механизмы действия иммуностимулирующих средств.*

Разработка способов диагностики и профилактики вирусных инфекций невозможна без изучения механизмов протекания инфекционного процесса. На сегодняшний день установлено, что в результате проникновения вируса в организм хозяина развиваются сложные процессы, приводящие к накоплению в крови специфических к данному возбудителю антител.

При первичном ответе процесс накопления антител характеризуется тремя этапами: латентной фазой – интервалом времени между проникновением антигена в организм и появлением первых выявляемых антител в сыворотке; фазой роста – быстрым увеличением количества антител в сыворотке до максимально возможных величин и заключительной фазой снижения – затухания ответа вплоть до практически полного исчезновения антител [1].

Время достижения максимума антител варьирует в зависимости от используемого антигена: для чужеродных эритроцитов это время составляет 4-5 дней, для белковых молекул – 9-14 дней. При повторной иммунизации титр антител увеличивается значительно быстрее за счет образовавшихся клеток памяти от первичной иммунизации. Изучение механизмов формирования гуморального иммунного ответа привело к пониманию особой роли различных популяций Т-лимфоцитов. Стало очевидным, что В-клетка – предшественница антителопродуцирующего плазмацита – не может реализовать свой потенциал до тех пор, пока не получит помощь со стороны одной из субпопуляций Т-лимфоцитов – Т-хелперов (Т-помощников) [2]. В ходе выполнения дальнейших исследований было установлено, что в процессе антителообразования участвуют 3 основных типа клеток: В-клетки, Т-клетки и макрофаги. Функция каждого типа клеток в гуморальном ответе предопределена. В упрощенной форме клеточные отношения выглядят следующим образом. Фагоциты или дендритные клетки обладают примитивной способностью отличать «свое» от «чужого». Это связано с тем, что все бактерии и вирусы имеют в своем составе некие консервативные структуры, отсутствующие у высших животных. Janeway С.А. назвал их молекулярными структурами, ассоциированными с возбудителем (сокращенно PAMPs). К ним относятся тейхоевые кислоты и липополисахариды грам-положительных и грам-отрицательных микробов, различные компоненты клеточной стенки бактерий и гликопротеиды вирусов и т.д. В процессе эволюции у фагоцитов выработались рецепторы, распознающие PAMPs, и, следовательно, возбудителя. Эти рецепторы были названы рецепторами, распознающими структуры возбудителя (сокращенно PRR). PRR могут находиться на клетках (интегрины, CD14 и другие) и в составе сывороточных белков (С-реактивный белок, маннозосвязывающий рецептор и другие). В дальнейшем взаимодействие Fab-фрагмента молекулы IgG-антитела с детерминантной группой антигена ведет к некоторому изменению конформации антитела и появлению способности у Fc-фрагмента этой молекулы взаимодействовать со специальным рецептором на поверхности фагоцитирующих клеток, который так и называется Fc-рецептор (FcR). Взаимодействие Fc-фрагмента IgG- или IgA-антител, находящегося в комплексе с чужеродным антигеном, с Fc $\gamma$ R или Fc $\alpha$ R фагоцита соответственно ведет к поглощению и интернализации этого антигена. В настоящее время детально изучена молекулярная структура FcR и пути активации фагоцитов, опосредуемые через эти рецепторы [3-9].

Fc $\gamma$ R является гликопротеином. Существуют 3 рецептора для взаимодействия с IgG и 2 рецептора для взаимодействия с IgA. Эти рецепторы, за исключением Fc $\gamma$ RIIA, состоят из  $\alpha$ -цепи и 2-х  $\gamma$ -цепей. Первая цепь имеет 3 фрагмента: экстрацеллюлярный, трансмембранный и короткий внутриклеточный. В силу последнего обстоятельства сигнал, передаваемый с  $\alpha$ -цепи при ее взаимодействии с опсонизированной бактерией внутрь фагоцита, не передается. Для этого существует рядом находящийся димер из  $\gamma$ -цепей, локализованный только внутриклеточно. Характерной чертой данного димера является наличие у него ITAM-домена (иммуноглобулинподобного тирозин активирующего мотива), в составе которого имеются 2 тирозиновых остатка. У Fc $\gamma$ RIIA имеется только  $\alpha$ -цепь с довольно длинным внутриклеточным фрагментом, содержащим ITAM-домен. Для активации фагоцита необходимо кросс-связывание чужеродным антигеном 2-х рядом расположенных Fc $\gamma$ R. Это ведет к активации тирозинкиназы семейства Src, осуществляющей фосфорилирование тирозиновых остатков ITAM-домена. Фосфорилированный домен соединяется с тирозинкиназой из семейства Syk, которая активирует фосфолипазу C, которая расщепляет фосфатидилинозитол с образованием 2-х очень важных мессенджеров: инозитолтрифосфата (IP3) и диацилглицерола (ДАГ). IP3 стимулирует выход Ca<sup>++</sup> из внутриклеточных депо, ДАГ активирует серин/треониновую протеинкиназу C – ПКС, играющей ключевую роль в активации клеток любого происхождения [10-13]. При фагоцитозе этот фермент участвует в поглощении чужеродного антигена. Это происходит следующим образом: в месте прикрепления антигена к фагоциту происходит переход низкомолекулярного G-актина в полимеризованный F-актин, входящий в состав цитофиламентов псевдоподии, формирующейся в месте контакта клетки с возбудителем. Цитофиламенты перекрестно сшиваются белком актиногелином – MARCKS, после его фосфорилирования ПКС. В результате этого F-актин переходит в состояние геля. При сокращении актина антиген охватывается псевдоподией фагоцитарной клетки, которая смыкается над этой бактерией, и она оказывается внутри фагоцита [2].

Главным кульминационным событием фагоцитарного процесса является трансформация поглощенного антигена, находящегося в фагосоме. Происходит созревание фагосомы, заключающееся в ее слиянии с лизосомами: первичными и вторичными гранулами фагоцитов (дегрануляция), и образовании фаголизосомы, являющейся местом гибели и деградации возбудителя. В этом процессе принимают участие белки gab-семьи GTP-связывающих молекул, а также белки из семьи аннексинов. Особую роль в процессе слияния играют белки gab-5 и gab-7: вещества, ингибирующие функциональную активность этих белков, полностью препятствуют процессу образования фаголизосомы. В процессе слияния участвует также белок актиногелин, принимающий, как ранее отмечалось, участие в образовании псевдоподии [14].

После внутриклеточной переработки фрагменты антигена выводятся на клеточную поверхность в иммуногенной, доступной для В- и Т-клеток, форме. В-клетки распознают антиген на поверхности макрофага с помощью своих антигенраспознающих рецепторов (поверхностных IgM) и тем самым подготавливают себя к продукции антител. Одна из субпопуляций Т-клеток – Т-хелперы (Т-помощники) также распознают этот антиген и становятся способными к оказанию помощи В-клеткам для полноценного развития последних в антителопродукторы [15].

На каждом из этих этапов происходит экспрессия тех или иных поверхностных молекул – рецепторов и маркеров – и продукция биологически активных веществ – цитокинов. Следует особо отметить, что все гистофизиологические процессы в иммунной системе, равно как и функция иммунокомпетентных клеток, имеют определенное метаболическое обеспечение, которое складывается из специфического и неспецифического компонента. К первому относятся метаболические пути, специфически запускающие процессы пролиферации, дифференцировки или апоптоза иммунокомпетентных клеток (например, протеинкиназная или аденилатциклазная системы), а ко второму можно отнести все метаболические процессы, связанные с жизнеобеспечением клетки (синтез ДНК, РНК, белка, энергетический метаболизм и др.), которые являются необходимым условием нормального функционирования специфических метаболических систем, а, следовательно, и обеспечения эффективного выполнения специфических функций иммунной системы [16, 17].

Важным достижением современной иммунологии является установление того факта, что функциональное состояние фагоцита зависит от Т-системы иммунитета и, прежде всего, от Th1-клеток. Показана прямая зависимость между иммунорегуляторным индексом (CD4/CD8) и способностью

фагоцитов убивать золотистый стафилококк. Установлено, что чем выше иммунорегуляторный индекс или чем выше количество CD4-клеток, тем сильнее способность фагоцитов уничтожать возбудитель ( $r=0,85$ ,  $p<0,01$ ) [18].

Роль Т-клеток в процессе фагоцитоза заключается в синтезе ряда цитокинов, которые активируют нейтрофилы и клетки моноцитарно-макрофагальной природы. Для активации макрофагов обязательным является наличие 2-х сигналов. Одним из этих сигналов должен быть  $\gamma$ -интерферон, который на первых этапах инфекции синтезируется преимущественно НК-клетками, а на поздних CD4- и CD8 Т-лимфоцитами. Вторым сигналом могут быть ФНО- $\alpha$ , ИЛ-1, колониестимулирующие факторы и другие цитокины [19, 20].

Активация клеток моноцитарно-макрофагальной системы является главным фактором в защите организма от внутриклеточных возбудителей (вирусов, микобактерий, листерий, сальмонелл, легионелл, патогенных простейших, грибов и других). Некоторые внутриклеточные бактерии обладают способностью разрушать мембрану фагосомы, выходить в цитоплазму, размножаться и длительно персистировать. Такая клетка может экспрессировать на своей поверхности антигенные детерминанты возбудителя в комплексе с молекулами гистосовместимости первого класса. Эти детерминанты распознаются антиген-специфическими CD8<sup>+</sup>Т-киллерами и клетка, их содержащая, уничтожается. Освобождающиеся из клетки бактерии могут быть захвачены свежими макрофагами, которые с помощью костимулирующих молекул взаимодействуют с CD4<sup>+</sup>Th1-клетками и активируются, что может привести к гибели в фаголизосоме микроорганизмов.

Таким образом, иммунный ответ – это комплексный процесс, включающий активацию врожденного неспецифического антигена с помощью TLR-рецепторов, переработку и представление антигена в иммуногенной форме на поверхности фагоцитирующих клеток, кооперативное взаимодействие различных клеточных элементов: собственно фагоцитов: нейтрофилов, моноцитов и макрофагов; CD4<sup>+</sup> Th1-клеток, активирующих фагоциты к внутриклеточному киллингу возбудителя, и CD8<sup>+</sup> цитотоксических Т-лимфоцитов, убивающих инфицированные фагоциты и другие клеточные элементы, распознавание сформированного иммуногена Т- и В-клетками посредством их антиген-распознающих рецепторов, внутриклеточный синтез и секреция антител и переключение продукции одного класса иммуноглобулинов (IgM) на другой (IgG, IgA). Результатом перечисленных событий является нейтрализация и уничтожение чужеродного антигена [21].

Изучение механизмов возникновения и регуляции гуморального и клеточного иммунного ответа привело к изменению направленности конструирования новых вакцинных препаратов. Разработка новых специфических профилактических препаратов против вирусных инфекций идет в направлении минимизации влияния соединений на организм человека или животных. Наблюдается постепенный переход от живых и инактивированных цельновирионных вакцин к субъединичным и генноинженерным [22-25].

Такой подход при конструировании современных профилактических препаратов для ветеринарии и медицины ограничивается одним существенным фактором – достаточно слабой иммуногенностью полипептидных соединений по сравнению с целыми вирусными частицами. Подобная особенность субъединичных вакцинных препаратов может быть связана с иной пространственной организацией используемых антигенов по сравнению с вирусными частицами, иным типом распознавания таких антигенов иммунокомпетентными клетками или механизмами контроля активности иммунного ответа на различные антигены, связанными с существованием Ig-генов главного комплекса гистосовместимости [26]. Установлено, что надмолекулярная организация полипептидных антигенов имеет огромное значение для их иммуногенности. Минимальной иммуногенной составляющей полипептидной цепи может быть так называемый эпитоп, состоящий из 3-10 аминокислотных остатков, способный формировать  $\alpha$ -спираль. Универсальной шкалы зависимости иммуногенности от молекулярной массы полипептидной цепи не существует, однако известно, что при переходе от мономерной формы флагеллина к полимерной его иммуногенность может возрастать на два порядка.

Помимо увеличения молекулярной массы антигена на его иммуногенность влияет увеличение числа групп формирующих специфический иммунный ответ, т.е. увеличение валентности антигена. С повышением числа подобных структур иммуногенность антигена увеличивается даже при постоянной молекулярной массе антигена. Подобное увеличение иммуногенности антигена воз-



можно до достижения определенной плотности эпитопов, после которой начинается снижение иммуногенности за счет стерических взаимодействий эпитопов.

Наконец, самой интересной составляющей иммуногенности антигенов является влияние молекулярных агрегатов. До 99% белкового антигена, не находящегося в агрегированном состоянии, не стимулирует формирование специфического иммунитета. Это связано с эндоцитозными процессами, происходящими при презентации антигена хелперным клеткам. Иммуногенность белковых молекул возрастает в ряду эпитопы, мономеры, мицеллы, липосомы, иммуностимулирующие комплексы, наночастицы.

К настоящему времени накопилось достаточное количество фактического материала, свидетельствующего о возможности стимуляции иммуногенеза современных вакцинных препаратов целым рядом неспецифических веществ, не обладающих собственным фармакологическим или каким-либо иным биологическим действием на организм, но участвующих тем или иным образом в формировании надмолекулярной организации белкового антигена. Эту группу веществ – неспецифических стимуляторов иммуногенеза – объединяют под общим названием адьюванты, а способность этих веществ стимулировать иммуногенез называют адьювантным действием [27-30].

Результаты исследований влияния различных соединений на стимуляцию иммунного ответа показали, что механизм действия подобных соединений можно разделить на 3 основные группы (рис. 1), участвующие в стимуляции различных звеньев формирования иммунного ответа [31-34].

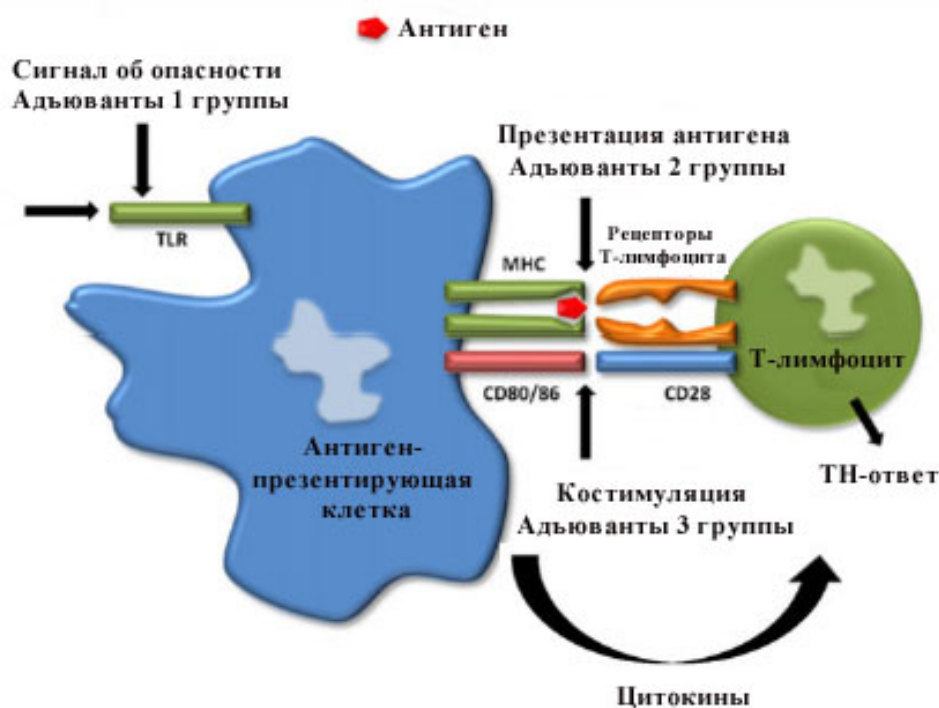


Рис. 1. Схема механизма действия различных групп иммуностимулирующих соединений

Показано, что стимулирующее влияние адьювантов на иммуногенез связано не столько со сложностью строения химического соединения, сколько с его физическим или физико-химическим состоянием (жидкое или твердое вещество, истинный или коллоидный раствор), способностью изменять физико-химическое состояние антигена (сорбция, эмульгирование), а также характером ответной реакции организма на введение адьюванта [35].

Несмотря на значительные успехи при изучении адьювантного действия различных веществ, существует множество разнообразных точек зрения на механизм стимулирующего действия адьювантов на иммуногенез. Как правило, усиление действия антигена при введении его с адьювантами объясняют следующими причинами:

1) замедленной резорбцией антигена с места его введения вследствие образования «депо», что создает условия для проявления эффекта суммации антигенных раздражений;

- 2) воспалительной реакцией организма, возникающей в ответ на введение адьюванта как чужеродного вещества;
- 3) образованием комплекса антигена с адьювантом по типу химической связи, в результате чего повышается активность действия антигена;
- 4) стимуляцией адьювантом фагоцитарной активности ретикуло-эндотелиальной системы (РЭС), усилением плазмноклеточной реакции;
- 5) усилением или замедлением синтеза белка в организме;
- 6) стрессорным действием на организм [35].

Другими словами существует две противоположных точки зрения на механизм действия адьювантов. Первая стимуляцию иммуногенеза под влиянием адьювантов объясняет результатом действия адьюванта на организм; вторая, напротив, основную роль при этом приписывает изменению антигена под действием адьюванта, в результате чего он приобретает свойство повышенной иммуногенности.

В соответствии с современным состоянием науки полагают, что адьюванты оказывают комбинированное действие как на антиген, изменяя его химико-физическое состояние, способствующее более активному воздействию на иммунобиологические защитные механизмы организма, так и непосредственно на организм, вызывая ряд неспецифических реакций, которые или сами выполняют защитные функции, или на основе которых разворачивается процесс иммуногенеза, но уже под влиянием в организме специфического чужеродного антигена (например, усиление синтеза белка) [36].

Таким образом, при создании новых типов вакцин, содержащих тот или иной иммуностимулятор, следует учитывать природу соединения, к которой он относится, и степень воздействия данного соединения как на сам антиген, так и на организм в целом. Это позволит не только сократить случаи неэффективности вакцинации, но и позволит выйти на новый уровень вакцинопрофилактики.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Петров Р.В. Иммунология. М.: Медицина. 1983. 368 с.
- 2 Галактионов В.Г. Иммунология. М.: Изд-во МГУ им. Ломоносова. 1998. 480 с.
- 3 Иммунология инфекционного процесса./ Под ред. Покровского В. И., Гордиенко С. П., Литвинова В. И. М.: Медицина. 1993. 306 с.
- 4 Пинегин Б.В. Современные представления о стимуляции антиинфекционного иммунитета с помощью иммуномодулирующих препаратов // Антибиотики и химиотерапия. 2000. Т. 45, № 12. С. 3-8.
- 5 Плейфер Дж. Наглядная иммунология. М.: «Гэотар Медицина». 2000. 96 с.
- 6 Тутова Н.Г. Иммунный ответ лимфоцитов: новые концепции // Вестник Российской академии медицинских наук. 1996. №5. С. 18-24.
- 7 Janeway Ch., Travers P. Immunobiology. 3 ed. Curr. Biol. Ltd., 1997, 345 p.
- 8 Kumagai Y., Takeuchi O., Akira S. Pathogen recognition by innate receptors // J. Infect. Chemother. 2008. V. 14, N 2. P. 86-92.
- 9 Randhawa A.K., Hawn T.R. Toll-like receptors: their roles in bacterial recognition and respiratory infections // Expert Rev Anti Infect Ther. 2008. V. 6, N 4. P. 479-495.
- 10 Hadden J.W. T-cell adjuvants // Int. J. Immunopharmacol. 1994. V. 16, N 9. P. 703-710.
- 11 Hart D. N. J. Dendritic cells: unique leucocyte populations which control the primary immune response // Blood. 1997. Vol. 90. P. 3245-3287.
- 12 Pashine A., Valiante N.M., Ulmer J.B. Targeting the innate immune response with improved vaccine adjuvants//Nature medicine 2005. V. 11. P. 63-68.
- 13 Rappuoli R. Bridging the knowledge gaps in vaccine design // Nat Biotechnol. 2007. V. 25. P. 1361-1366.
- 14 Potter C.W., Jennings R. Effect of priming on subsequent response to inactivated influenza vaccine // Vaccine. 2003. Vol. 21, N 9. P. 940-945.
- 15 Romagnani S. Induction of TH1 and TH2 responses: a key role for the 'natural' immune response? // Immunol. Today. 1992. Vol. 13. P. 379-381.
- 16 Mosmann T. R., Coffman R. L. TH1 and TH2 cells: different patterns of lymphokine secretion lead to different functional properties // Annu. Rev. Immunol. 1989. Vol. 7. P. 145-173.
- 17 Beacock-Sharp H., Donachie A.M., Robson N.C., Mowat A.M. A role for dendritic cells in the priming of antigen-specific CD4(+) and CD8(+) T lymphocytes by immune-stimulating complexes in vivo // Int. Immunol. 2003. Vol. 15, N 6. P. 711-720.
- 18 Ройт А., Бростофф Д., Мейл Д. Иммунология. М.: «Мир». 2000. 592 с.
- 19 Воробьев А.А. Иммунобиотехнология на пути в XXI век // Вестник РАМН. 1999. № 2. С. 65-69.
- 20 Воробьев А.А., Медуницын Н.В. Новые принципы и методы создания иммунобиологических препаратов // Вестник РАМН. 1999. № 10. С. 15-17.

- 21 Кетлинский С.А. Роль Т-хелперов типов 1 и 2 в регуляции клеточного и гуморального иммунитета // Иммунология. 2002. №2. С. 77-79.
- 22 Babiuk L., Lewis P., van Drunen Little-van den Hurk S., Tikoo S., Liang X. Nucleic acid vaccines: veterinary applications // *Curr.Top.Microbiol.Immunol.* 1998. Vol. 226. P. 90-106.
- 23 Bagarazzi M.L., Boyer J.D., Ayyavoo V., Weiner D.B. Nucleic acid-based vaccines as an approach to immunization against human immunodeficiency virus type-1 // *Curr.Top.Microbiol.Immunol.* 1998. Vol. 226. P. 107-143.
- 24 Bona C.A. Idiotype vaccines: forgotten but not gone [news; comment] // *Nat.Med.* 1998. Vol. 4. P. 668-669.
- 25 Bowersock T.L., Martin S. Vaccine delivery to animals // *Advanced Drug Delivery Reviews.* 1999. Vol. 38. P.167-194.
- 26 Хаитов Р.М., Игнатьева Г.А., Сидорович И.Г. Иммунология. М.: Медицина. 2000. 432 с.
- 27 Воробьев А.А., Васильев Н.Н. Адьюванты. М.: «Медицина».1969.205 с.
- 28 Allison A.C. Immunological adjuvants and their modes of action // *Arch. Immunol. Ther. Exp.* 1997. Vol. 45, N 2. P. 141-147.
- 29 Berezin V.E., Bogoyavlenskiy A.P., Khudiakova S.S., Alexuk P.G., Omirtaeva E.S., Zaitceva I.A., Tustikbaeva G.B., Barfield R.C., Fetterer R.H. Immunostimulatory complexes containing *Eimeria tenella* antigens and low toxicity plant saponins induce antibody response and provide protection from challenge in broiler chickens // *Veterinary Parasitology.* 2010. V. 167. P. 28-35.
- 30 Berezin V.E., Bogoyavlenskiy A.P., Khudiakova S.S., Zaitceva I.A., Alexuk P.G., Korotetskiy I.S., Turmagambetova A.S. Nanoparticles incorporating HA and NA influenza virus antigens and plant saponins as efficient delivery system for mucosal immunization // *Proceedings of the Thirteenth Annual Conference on Vaccine Research.* USA. Maryland. 2010. P.108.
- 31 Brunner R., Jensen-Jarolim E., Pali-Schöll I. The ABC of clinical and experimental adjuvants – A brief Overview // *Immunol Lett.* 2010. V. 128, N 1. P. 29–35.
- 32 Garçon N., Chomez P., Van Mechelsen M. GlaxoSmithKline adjuvant systems in vaccines: concepts, achievements and perspectives // *Expert Rev Vaccines.* 2007. V. 6. P. 723-739.
- 33 Kawai T., Akira S. Toll-like receptor and rig-I-like receptor signaling // *Ann N Y Acad Sci.* 2008. V. 1143. P. 1–20.
- 34 Matzinger P. The danger model: a renewed sense of self // *Science.* 2002. V. 296. P. 301–305.
- 35 Воробьев В.А., Быков А.С., Бойченко М.Н. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. М.: Медицинское информационное агентство. 2004. 692 с.
- 36 Медуницин Н.В. Вакцинология. М.: «Триада X». 1999. 272 с.

## REFERENCES

- 1 Petrov R.V. *Immunologija.* **1983**, 368 p. (in Russ.).
- 2 Galaktionov V.G. *Immunologija.* **1998**, 480 p. (in Russ.).
- 3 *Immunologija infekcionnogo processa.* Medicina. **1993**, 306 p. (in Russ.).
- 4 Pinegin B.V. *Antibiotiki i himioterapija.* **2000**, 45, 12, 3-8 (in Russ.).
- 5 Plejfer Dzh. *Nagljadnaja immunologija.* **2000**, 96 p. (in Russ.).
- 6 Titova N.G. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk.* **1996**, 5, 18-24 (in Russ.).
- 7 Janeway Ch., Travers P. *Immunobiology.* 3 ed. Curr. Biol. Ltd., **1997**, 345 p.
- 8 Kumagai Y., Takeuchi O., Akira S. *J. Infect. Chemother.* **2008**, 14, 2, 86–92.
- 9 Randhawa A.K., Hawn T.R. *Expert Rev Anti Infect Ther.* **2008**, 6, 4, 479–495.
- 10 Hadden J.W. *Int. J. Immunopharmacol.* **1994**, 16, 9, 703-710.
- 11 Hart D. N. *J. Blood.* **1997**, 90, 3245–3287.
- 12 Pashine A., Valiante N.M., Ulmer J.B. *Nature medicine.* **2005**, 11, 63-68.
- 13 Rappuoli R. *Nat Biotechnol.* **2007**, 25, 1361-1366.
- 14 Potter C.W., Jennings R. *Vaccine.* **2003**, 21, 9, 940-945.
- 15 Romagnani S. *Immunol. Today.* **1992**, 13, 379–381.
- 16 Mosmann T. R., Coffman R. L. *Annu. Rev. Immunol.* **1989**, 7, 145–173.
- 17 Beacock-Sharp H., Donachie A.M., Robson N.C., Mowat A.M. *Int. Immunol.* **2003**, 15, 6, 711-720.
- 18 Rojt A., Brostoff D., Mejl D. *Immunologija.* **2000**, 592 p. (in Russ.).
- 19 Vopob'ev A.A. *Vestnik RAMN.* **1999**, 2, 65-69 (in Russ.).
- 20 Vopob'ev A.A., Medunicyn N.V. *Vestnik RAMN.* **1999**, 10, 15-17 (in Russ.).
- 21 Ketlinskij S.A. *Immunologija.* **2002**, 2, 77-79 (in Russ.).
- 22 Babiuk L., Lewis P., van Drunen Little-van den Hurk S., Tikoo S., Liang X. *Curr.Top.Microbiol.Immunol.* **1998**, 226, 90-106.
- 23 Bagarazzi M.L., Boyer J.D., Ayyavoo V., Weiner D.B. *Curr.Top.Microbiol.Immunol.* **1998**, 226, 107-143.
- 24 Bona C.A. *Nat.Med.* **1998**, 4, 668-669.
- 25 Bowersock T.L., Martin S. *Advanced Drug Delivery Reviews.* **1999**, 38,167-194.
- 26 Haitov R.M., Ignat'eva G.A., Sidorovich I.G. *Immunologija.* **2000**, 432 p. (in Russ.).
- 27 Vorob'ev A.A., Vasil'ev N.N. *Adjuvanty.* **1969**, 205 p. (in Russ.).
- 28 Allison A.C. *Arch. Immunol. Ther. Exp.* **1997**, 45, 2, 141-147.
- 29 Berezin V.E., Bogoyavlenskiy A.P., Khudiakova S.S., Alexuk P.G., Omirtaeva E.S., Zaitceva I.A., Tustikbaeva G.B., Barfield R.C., Fetterer R.H. *Veterinary Parasitology.* **2010**, 167, 28-35.
- 30 Berezin V.E., Bogoyavlenskiy A.P., Khudiakova S.S., Zaitceva I.A., Alexuk P.G., Korotetskiy I.S., Turmagambetova A.S. *Proceedings of the Thirteenth Annual Conference on Vaccine Research.* **2010**, 108.
- 31 Brunner R., Jensen-Jarolim E., Pali-Schull I. *Immunol Lett.* **2010**, 128, 1, 29–35.
- 32 Garçon N., Chomez P., Van Mechelsen M. *Expert Rev Vaccines.* **2007**, 6, 723-739.

33 Kawai T., Akira S. *Ann N Y Acad. Sci.* **2008.** 1143, 1–20.

34 Matzinger P. *Science.* **2002.** V. 296. P. 301–305.

35 Vorob'ev V.A., Bykov A.S., Bojchenko M.N. *Medicinskoe informacionnoe agentstvo.* **2004.** 692 p. (in Russ.).

36 Medunicin N.V. *Vakcinologija.* Triada H. **1999.** 272 p. (in Russ.).

*Богоявленский А.П., Алексюк П.Г., Тұрмағамбетова А.С., Березин В.Э.*

ВИРУСҚА ҚАРСЫ ВАКЦИНА ЖАСАУДЫҢ ИММУНОЛОГИЯЛЫҚ  
ЖӘНЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

(РМК «Микробиология және вирусология институты» ҚР БҒМ ҒК, Алматы)

Иммунды күшейткіш заттардың әсер ету механизмі мен иммунды жауап түзілуінің молекулалық және иммунологиялық ерекшеліктері сипатталған.

*Bogoyavlenskyi A.P., Alexyuk P.G., Turmagambetova A.S., Berezin V.E.*

IMMUNOLOGICAL AND MOLECULAR BASIS  
OF ANTIVIRAL VACCINES DEVELOPMENT

(SNE “Institute of microbiology and virology” SK MES RK, Almaty)

The article describes molecular and immunological features of the immune response formation and mechanisms of immunostimulatory agents' action.

В.Г. НИГМАТОВА, Г.К. АБУГАЛИЕВА,  
Т.Н. МИРОШНИК, Т.С. БАЛМУХАНОВ, Н.А. АЙТХОЖИНА

## АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФНОГО ВАРИАНТА rs2495636 ГЕНА РЕЦЕПТОРА ИНТЕРЛЕЙКИНА-13 (*IL-13RA1*) С РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ У РУССКИХ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В КАЗАХСТАНЕ

Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина КН МОН РК

*Проведено изучение ассоциации полиморфизма 1398 A>G гена *IL-13RA1*, расположенного на X хромосоме с риском развития рассеянного склероза в казахстанской популяции в двух этнических группах (казахи, русские). Обнаружены статистически достоверные различия в распределении частот аллелей ( $\chi^2=10,01$ ;  $P=0,002$ ) и генотипов ( $\chi^2=14,10$ ;  $P=0,001$ ) между русскими женщинами с клинически диагностированным рассеянным склерозом (РС) и контрольной группой. Распределение генотипов в этих группах соответствовало равновесию Харди-Вайнберга. В казахской этнической группе достоверных различий между пациентами и контролем среди мужчин и женщин не обнаружено. Выявлены статистически значимые межэтнические различия в распределении частот аллелей ( $\chi^2=39,22$ ;  $P<0,001$ ) и генотипов ( $\chi^2=40,24$ ;  $P<0,001$ ) между контрольными группами женщин.*

### Введение

Аутоиммунные заболевания, к которым относится рассеянный склероз (РС), представляют собой тяжелые патологические состояния, причиной которых является дисфункция в работе иммунной системы. РС является хронической нейродегенеративной патологией, пусковой фактор развития которой является предметом обсуждения. Однозначно установлено то, что генетическая составляющая играет ведущую роль по сравнению с ролью внешней среды как фактора риска возникновения РС [1].

Цитокины – небольшие белковые молекулы, которые регулируют межклеточные и межсистемные взаимодействия, определяют выживаемость клеток, стимуляцию или подавление их роста, дифференциацию, функциональную активность и апоптоз, а также обеспечивают согласованность действия иммунной, эндокринной и нервной систем в нормальных условиях и в ответ на патологические воздействия [2]. Интерлейкины относятся к группе цитокинов и взаимодействуют с клетками-мишенями через специфические рецепторы на их поверхности. Интерлейкин 13 (IL-13) является мощным модулятором активности моноцитов, В-клеток и оказывает ингибирующий эффект на продукцию других цитокинов, стимулирующих начало воспалительного процесса [3]. Взаимодействие IL-13 с клетками-мишенями происходит посредством формирования комплекса, в состав которого входит низкоафинная субъединица рецептора IL-13, обозначаемая как *IL-13RA1* и кодируемая геном *IL-13RA1*, расположенным на X хромосоме. Ранее зарубежными исследователями проводился поиск ассоциации полиморфизмов гена *IL-13RA1* с астмой, некоторые из полиморфных сайтов выявили достоверную связь с развитием заболевания [4, 5]. В нашей предшествующей работе полиморфный сайт 1398 A>G гена *IL-13RA1* показал достоверные различия в распределении аллелей и генотипов между исследованными этническими группами, но не был ассоциирован с развитием рака тела матки (РТМ) у казахов и русских, проживающих в Казахстане [6].

В предлагаемой работе проведен поиск ассоциации полиморфного сайта 1398 A>G гена *IL-13RA1* с развитием РС у представителей двух основных национальностей, проживающих в Казахстане – казахов и русских.

### Материалы и методы

В качестве материала исследования использована венозная кровь, полученная от 111 пациентов с диагнозом РС из городов Алматы и Астана. Контрольная группа сформирована из образцов крови от 249 здоровых доноров г. Алматы без клинических проявлений семейного анамнеза по неврологическим заболеваниям. Средний возраст в контрольной группе составлял  $40,9 \pm 6,0$  лет, в группе

пациентов – 40,5±4,8 лет. Соотношение мужчин и женщин в казахской этнической группе составляло 1:1, в русской – 1:2 для групп контроля и пациентов, соответственно. ДНК выделяли из крови, используя наборы производства компании «Ахуген» (США). Последовательность олигонуклеотидных праймеров к исследуемому участку подбирали при помощи программы Primer-Express, в соответствии данным электронных геномных баз ENSEMBL и NCBI. Тестирование полиморфизма гена *IL-13RA1* осуществляли при помощи использования варианта полимеразой цепной реакции (ПЦР-ПДРФ) – анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов. Реакцию амплификации проводили согласно следующему протоколу: первичная денатурация 2 мин – 94°C, 35 циклов по схеме: 40 сек – 95°C, 40 сек – 55°C, 50 сек – 72°C, конечная элонгация в течение 10 мин – 72°C. Использованы праймеры следующих нуклеотидных последовательностей: 5'-GAA AGC CTC TCA GTG ATG GAG-3' (прямой) и 5'-GAG GTG CCT GTT TTT AAA TGG-3' (обратный). После амплификации и рестрикции с использованием рестриктазы *MseI* (аналог *Tru9I*) электрофоретическое разделение продуктов проходило в 8% полиакриламидном геле при силе тока 40 мА в течение 2-3 часов. Достоверность различий оценивали с помощью критерия  $\chi^2$ . Рассчитывали отношение шансов – odds ratio (OR) для наблюдаемых аллелей и генотипов. Распределение частот генотипов в исследуемых популяциях проверяли на соответствие уравнению Харди-Вайнберга. Обработку данных проводили при помощи программы Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

Описания исследований, посвященных описанию полиморфизма гена *IL-13RA1* rs2495636, обозначаемого так же, как 1398 A/G или 1368 A/G различными авторами, сравнительно малочисленны, вероятно, в связи с тем, что он расположен в 3'-нетранслируемой области гена. Однако имеются литературные данные, описывающие наличие ассоциации полиморфных изменений в 3'-нетранслируемых областях других генов и развитием патологического процесса [7].

В результате амплификации фрагмента гена рецептора *IL-13RA1* образуется ампликон длиной 140 п. н. Синтезированный продукт имеет два сайта узнавания рестриктазой *MseI* (*TruI*). В результате полной рестрикции образуются и электрофоретически детектируются фрагменты размером 17, 29, 94 п.н., соответствующие генотипу AA. Гомозиготный по аллелю G вариант после рестрикции представлен после электрофоретического разделения двумя фрагментами – 17 и 123 п.н., а гетерозиготный – комбинацией всех приведенных выше фрагментов: 17, 29, 94, 123 п.н.

Ген *IL13-RA1* локализован на X хромосоме, а РС встречается в два раза чаще, у женщин, чем у мужчин. Поэтому мужчины и женщины были поделены на разные группы при генотипировании. В таблице 1 приведены данные по распределению аллелей и генотипов у женщин из русской этнической группы.

**Таблица 1.** Распределение частот аллелей и генотипов полиморфизма rs 2495636 гена *IL13-RA1* у РС пациентов-женщин из русской этнической группы

Аллели/ генотипы	Частота встречаемости		OR	CI (95%)	$\chi^2$	P
	Пациенты	Контроль				
A	0,755	0,899	0,35	0,18 – 0,68	<b>10,01</b>	0,002
G	0,245	0,101	2,88	1,47 – 5,66		
AA	0,549	0,833	0,24	0,11 – 0,54	<b>14,10 (9,11)</b>	0,001 (0,003)
AG	0,412	0,131	4,65	2,00 – 10,81		
GG	0,039	0,036	1,10	0,18 – 6,83		

\*В скобках указаны данные, описывающие аддитивную модель наследования

В исследованной выборке женщин отклонения от равновесия Харди-Вайнберга для групп пациентов и контроля не наблюдалось. Так как наследование большинства мультифакторных заболеваний описывается при помощи мультипликативной, общей и аддитивной моделей, мы при использовании всех возможных для наших условий вариантов расчетов получили аналогичные результаты. Распределение частот аллелей различается достоверно между больными РС и контролем, так же как распределение генотипов в той же группе. Значения P указывают на то, что с вероятностью 95% можно утверждать, что наблюдаемые различия статистически достоверны и могут быть использованы для установления клинической значимости полученных нами результатов.

Как указывалось выше, ген *IL13-RA1* располагается на X хромосоме, поэтому мужчины являются гемизиготными по исследуемому аллелю и гомозиготный генотип среди мужчин не может быть представлен. В связи с этим в таблице приведено распределение аллелей для изучаемого полиморфного сайта гена (таблица 2).

**Таблица 2.** Распределение частот аллелей полиморфизма rs 2495636 гена *IL13-RA1* у мужчин из русской этнической группы

Аллели/ генотипы	Частота встречаемости		OR	CI (95%)	$\chi^2$	P
	Пациенты	Контроль				
A	0,773	0,738	1,21	0,36 – 4,05	0,09	0,95
G	0,227	0,262	0,83	0,25 – 2,78		

Согласно приведенным в таблице результатам, полиморфизм rs 2495636 не ассоциирован с развитием РС среди мужчин русской этнической группы. Аналогичные результаты получены при сравнении распределения аллелей данного полиморфного сайта в выборках мужчин из казахской этнической группы ( $\chi^2=0,29$ ;  $P=0,59$ ).

У женщин из казахской этнической группы не было обнаружено статистически достоверных ассоциаций полиморфизма с заболеванием (таблица 3), при этом наблюдались существенные межэтнические различия в распределении аллелей и генотипов между казашками и русскими (для аллелей  $\chi^2=39,22$ ;  $P<0,001$ ; для генотипов  $\chi^2=40,24$ ;  $P<0,001$ ).

**Таблица 3.** Распределение частот аллелей и генотипов полиморфизма rs2495636 гена *IL13-RA1* у РС пациенток-женщин из казахской этнической группы

Аллели/ генотипы	Частота встречаемости		OR	CI (95%)	$\chi^2$	P
	Пациенты	Контроль				
A	0,471	0,589	0,62	0,29 – 1,34	1,49	0,22
G	0,529	0,411	1,61	0,75 – 3,49		
AA	0,294	0,321	0,88	0,27 – 2,88	3,92	0,14
AG	0,353	0,536	0,47	0,15 – 1,46		
GG	0,353	0,143	3,27	0,94 – 11,36		

Исследованный нами полиморфизм располагается в гене *IL-13RA1*, который кодирует низкоафинную субъединицу рецептора IL-13. Посредством образования комплекса IL-4RA/IL-13RA1 происходит взаимодействие IL-13 с клетками-мишенями [8]. При исследовании английской и японской популяций продемонстрирована связь полиморфизма 1365 A/G с повышением уровня иммуноглобулина E (IgE) в плазме крови мужчин-британцев и отсутствие его ассоциации с риском развития астмы [5]. В нашем исследовании показана ассоциация этого сайта с заболеванием РС в этнической группе русских женщин, проживающих в Казахстане. Показатель OR достигает значения 2,88 для носителей рискованного аллеля G. Распределение частот аллелей в выборке здоровых русских женщин близко к данным, полученным в рамках проекта НарМар для здоровых представителей населения северной и западной Европы, в котором частота аллеля A составляла 0,872 [9], а распределение аллелей в группе здоровых казашек из нашего исследования имеет близкие значения к азиатским частотам в вышеназванном проекте (частота аллеля A в группе НарМар-НСВ составляла 0,581). Обнаруженные нами и приведенные выше этнические различия в распределении аллелей и генотипов полиморфизма rs 2495636 гена *IL13-RA1* между русскими и казашками укладываются в схему, предполагающую наличие азиатского и европейского типов заболевания РС, что может частично объяснить различия в частоте возникновения РС в разных популяциях.

Между тем, белок IL-13RA1 экспрессируется в гематопозитических и негематопозитических клетках, включая базофилы, эозинофилы, В-клетки, фибробласты, эндотелиальные клетки, клетки гладкой мускулатуры и некоторые другие [10]. В результате его опосредованного действия происходит активация сигнальных молекул (сигнального трансдуктора, активатора транскрипции  $\beta$ , субстратов рецептора инсулина 1 и 2), которые могут перемещаться к ядру и связываться со специфическими мотивами промоторных регионов соответствующих генов (главного комплекса гистосовместимости II, CD23 и IL-4RA) [10].

Известно, что полиморфизмы, расположенные в 3'-нетранслируемой области могут оказывать влияние на эффективность транскрипции. Нетранслируемые области имеют несколько функций в жизненном цикле мРНК, включая регуляцию стабильности мРНК, локализации мРНК и эффективности трансляции. Стабильность мРНК может контролироваться 5'- и/или 3'-областью из-за различной чувствительности к ферментам РНКазам, осуществляющим деградацию РНК и регуляторным белкам, которые убыстряют или замедляют деградацию [11]. Существует также возможность того, что полиморфизм 1398 A/G находится в сцеплении с близко расположенным к нему вариативным сайтом, который является более значимым в отношении риска развития РС, однако данное предположение нуждается в экспериментальном обосновании.

Результаты данной работы и ранее опубликованные нами результаты [6], описывающие межэтнические различия в распространенности полиморфных вариантов, согласуются с результатами исследований в данном направлении проводимыми в мире и подтверждают необходимость учета данных этногенетики при использовании полиморфных участков генов в качестве молекулярно-генетических маркеров заболевания для предиктивной медицины в разных этнических группах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ebers G.S., Sadovnik A.D., Risch N.J. // Nature.-1995.-V.377.-P.150-151.
2. Фрейдлин И.С. Иммунная система и ее дефекты. <http://medbookaide.ru/books/fold9001/book2032/p1.php>
3. Kelly-Welch A., Hanson E.M., Keegan A.D. Interleukin-13 (IL-13) pathway // Sci STKE.-2005.- Jul.19.-V 293.- P.8.
4. Konstantinidis A.K., Barton S.J., Sayers I. et al. Genetic association studies of interleukin-13 receptor alpha1 subunit gene polymorphisms in asthma and atopy // Eur Respir J. 2007 Jul;30(1):40-7. Epub 2007 Mar 28.
5. Heinzmann A., Mao X.Q., Akaiwa M., et al. Genetic variants of IL-13 signalling and human asthma and atopy // Hum. Mol. Genet.- 2000.- V.9.- P.549-559.
6. Нигматова В.Г., Абугалиева Г.К., Мирошник Т.Н., Балмұханов Т.С., Айтқожина Н.А. Изучение ассоциации полиморфного варианта 1398 A>G гена рецептора интерлейкина (IL-13RA1) с заболеванием рака тела матки в популяции Казахстана // Доклады НАН РК.-2011, в печати.
7. Jiang L., Liang J., Jiang M., et al. Functional polymorphisms in the NBS1 gene and acute lymphoblastic leukemia susceptibility in a Chinese population // Eur J Haematol.-2011.-V.86(3).-P.199-205.
8. Zurawski S., Chomarat P., Djossou O., et al. The primary binding subunit of the human interleukin-4 receptor is also a component of the interleukin-13 receptor // J Biol Chem.-1995.-Jun 9.- V.270(23).-P.13869-13878.
9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP>
10. Wills-Karp M. IL-12/IL-13 axis in allergic asthma // J. Allergy Clin. Immunol.- 2001.- V.107.-P.9-18.
11. Kozak M. Comparison of initiation of protein synthesis in procaryotes, eucaryotes, and organelles // Microbiological Reviews.-1983.-V.47 (1).-P.1-45.

*Нигматова В.Г., Абугалиева Г.К.,  
Мирошник Т.Н., Балмұханов Т.С., Айтқожина Н.Ә.*

#### ҚАЗАҚСТАНДА ТҰРАТЫН ҰЛТЫ ОРЫС ӘЙЕЛДЕРІНДЕГІ ШАШЫРАНДЫ СКЛЕРОЗ АУРУЫНЫҢ ИНТЕРЛЕЙКИН-13 (*IL-13RA1*) РЕЦЕПТОРЫ ГЕНІ rs2495636 ПОЛИМОРФТЫ ВАРИАНТЫМЕН АССОЦИАЦИЯСЫ

ҚР БҒМ ҒК М.Ә. Айтқожин атындағы Молекулярлық биология және биохимия институты

Қазақстан популяциясындағы екі этникалық топтарында (қазақ, орыс) даму қаупі бар шашыранды склероз ауруымен X хромосомасында орналасқан *IL-13RA1* гені 1398 A>G полиморфизмінің ассоциациясына зерттеу жүргізілді. ШС диагнозы қойылған орыс әйелдері және бақылау топтары арасында аллельдердің таралу жиіліктері ( $\chi^2=10,01$ ;  $P=0,002$ ) мен генотиптері ( $\chi^2=14,10$ ;  $P=0,001$ ) бойынша нақты статистикалық айырмашылықтар анықталды. Осы топтардағы генотиптердің таралуы Харди-Вайнберг тепе-теңдігіне сәйкес келеді. Қазақ этникалық зерттелінетін және бақылау тобындағы ерлер мен әйелдердің арасында нақты айырмашылықтар анықталмады. Бақылау тобындағы әйелдердің арасында аллельдердің таралу жиіліктері ( $\chi^2=39,22$ ;  $P<0,001$ ) мен генотиптері ( $\chi^2=40,24$ ;  $P<0,001$ ) бойынша этникааралық нақты айырмашылықтар айқындалды.



---

*Nigmatova V.G., Abugalieva G.K.,  
Miroshnik T.N., Balmukhanov T.S., Aitkhozhina N.A.*

THE ASSOCIATION OF INTERLEUKIN-13 RECEPTOR *IL-13RA1* GENE'S POLIMORPHIC VARIANT  
rs2495636 WITH MULTIPLE SCLEROSIS RUSSIAN WOMEN INHABITING IN KAZAKHSTAN

M.A. Aitkhozhin's Institute of molecular biology and biochemistry

The investigation of multiple sclerosis risk development association of 1398 A>G polymorphism of *IL-13RA1* gene located at X chromosome in two ethnic groups (Kazakhs and Russians) in Kazakhstan population was performed. The statistically significant differences in allele's frequency ( $\chi^2=10,01$ ;  $P=0,002$ ) and genotypes distribution ( $\chi^2=14,10$ ;  $P=0,001$ ) were revealed between Russian women with multiple sclerosis diagnosis and controls. The genotypes distribution in investigated groups was found to be in accordance with Hardy-Weinberg equilibrium. The significant differences were not shown between patients and controls neither in men nor in women in Kazakh ethnic group. The significant ethnic differences of allele's frequency ( $\chi^2=39,22$ ;  $P<0,005$ ) and genotypes distribution ( $\chi^2=40,24$ ;  $P<0,005$ ) were found in women control groups.

Е.К. БИЛЯЛОВ, К.Т. ТАШЕНОВ, Е.К. МАКАШЕВ, Р.С. КАРЫНБАЕВ,  
Т.Д. КИМ, С. МАКАРУШКО, А. МУХАМЕДЬЯРОВА, А. АГАДИЛОВА, Б. ТАШЕНОВА

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА СОЛЬЮ КАДМИЯ

Институт физиологии человека и животных МОН РК, Алматы

*В условиях хронических экспериментов на курах-несушках, изучили влияние ионов кадмия на обмен веществ, синтетическую деятельность печени, а именно, образованию конечных продуктов азотистого обмена с проведением коррекции на фоне интоксикации организма с помощью новой биологически активной добавки. После интоксикации организма солью кадмия угнеталась деятельность печени, нарушался обмен углеводов и резервирование липидов с распадом триглицеридов, уменьшалось содержание холестерина, общего белка в смывах мембран эритроцитах. Кроме того, после коррекции БАД в плазме крови и желчи уменьшилось содержание мочевины и аммиака при обеззараживании организма, усиливалась компенсаторно-приспособительная реакция организма.*

В Казахстане сложилась неблагоприятная экологическая обстановка по загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами в результате деятельности промышленных заводов [1]. По экологическим нормам максимальное содержание кадмия в воде может составлять не больше 0,001 мг/л, свинца – 0,03, ртути – 0,0005, никеля – 0,1, меди – 1, цинка – 5, марганца – 0,1 мг/л. В кормах не должно превышать ртути – 0,05-0,1 мг/кг, кадмия – 0,2-0,4, свинца – 2-5, меди – 30-80, цинка -50-100, никеля – 1-3, хрома – 0,5-2 мг/кг [2]. Кроме того, сточные воды, зараженные органическими пестицидами после применения на сельскохозяйственных полях, пастбищные угодья, подвергающиеся деградации, и в конечном итоге вода и корма, используемые животными и птицей, становятся первыми источниками этой пагубной экологической обстановки, которая негативно влияет на здоровье и продуктивность. Поэтому одной из важных экологических задач является очистка природных и промышленных сточных вод от ионов кадмия, ртути, свинца и др. токсичных веществ, а также найти способы обеззараживания организма этими продуктами при экологической загрязненности. Эффективно использовать чистые биологически активные добавки по обеззараживанию организма на основе природных минеральных источников, ионообменников, обладающие высокими сорбционными характеристиками по отношению к ионам тяжелых металлов, которые в свою очередь являются источниками минерального питания для любых животных и птиц. По данным многих ученых, природные адсорбенты адсорбируют и выводят из организма животных некоторые токсичные элементы (кадмий, свинец) и в процессе пищеварения поглощают на себя и тем самым уменьшают их содержание в крови и тканях животных и птицы. К ним относятся различные адсорбенты микотоксинов, подкислители, антибактериальные и фитодобавки, стимуляторы роста, каротиноиды и др. Существуют компании, такие как компания «Пищепропродукт», предлагающие кормовые добавки для обеззараживания комбикормов (Еврогард Драй и Еврогард SV Драй), адсорбенты микотоксинов (Нутокс Плюс и Нутокс Фито Плюс), антиоксиданты (Евротокс Плюс Драй), связыватель гранул (Европелин VG), натуральные каротиноиды (Евроголд 30 веджетал), стимуляторы роста (Евроцид В 98% и Евроцид В 30%) производства бельгийской компании «Nutritech». Они широко используются в комбикормах для птицы и свиней по всей России. В Казахстане пока широкого применения этих препаратов не наблюдается.

В связи с этим, возник большой интерес к нетрадиционным природным биологически активным кормовым добавкам на основе бентонита, богатого макро- и микроэлементами, обладающего адсорбционными свойствами и повышающий продуктивность. А тем более в птицеводческой индустрии использовать оптимальные затраты для повышения продуктивности с сохранением здоровья птицы, а также новые технологические приемы для ускорения инновации, которые составят конкуренцию для всей птицеводческой рентабельности. Учитывая при этом природно-климатические зоны Северного Казахстана, недостающие питательные вещества в кормах и обес-

печение организма птицы минеральными, энергетическими и биологически активными веществами является одной из актуальных проблем в птицеводстве этого региона.

Целью наших исследований явилось изучить влияние ионов кадмия на обмен веществ и продуктивность кур-несушек и провести коррекцию на фоне интоксикации организма с помощью новой биологически активной добавки.

### Материал и методы исследования

Исследования проводились в виварии Института физиологии человека и животных в хронических экспериментах на 19 курах-несушках кросса «Радонит». Длительность опыта составила 14 и 30 дней. В эксперименте применялась специализированная полнорационная биологически активная добавка (БАД) для всех групп птиц с набором витаминов и микроэлементов согласно рекомендации ГОСТа. Биологически активная добавка состоит из концентрированного субстрата хлореллы, обогащенной зеленой массой из проращиваемых зерен ячменя с дегидратированным бентонитом и водой в соотношении 1:20:0,2. Биологически активная добавка исследовалась на пищевую ценность и питательность (ТОО «Нутритест» 09 февраля 2009 г. №216/46) по органолептическим и физико-химическим показателям, а также по показателям безопасности БАД ГОСТ 12.3.002. Подготовлена материально-техническая база по приготовлению специализированного БАД, документация по хранению и транспортировке, технические условия по технологическому регламенту и рецептуре с соблюдением санитарных правил.

Вносили БАД в предварительно подготовленный корм, тщательно перемешивали. Норма ввода БАД 10 г (1 столовая ложка) на 1 кг готового корма. Использовали подготовленный корм с БАД сразу, не храня его, так как БАД содержит биологически активные компоненты, которые желательно одновременно использовать при включении в основной рацион.

Адаптационный период проходил в условиях кормления и содержания птицы на базе виварии Института в течение 30 дней. В специальных клетках, где содержалась птица, постоянно в поилке была чистая вода. Хорошее освещение. Кормление производили в первые две недели 5-6 раз в день, в строго установленное время, затем после третьей недели 4 раза. Остатки корма из кормушки удаляли ежедневно перед утренней раздачей.

Птица равномерно распределялась по клетке и свободно двигалась с учетом температуры и влажности воздуха; в первые 1-2 дня освещение полных 24 часа и  $t^{\circ} +22-24^{\circ}$ , потом температура постепенно снижалась каждые сутки на один градус (к 3-недельному экспериментальному дню  $t$  воздуха в помещении –  $21-23^{\circ}$ , продолжительность светового дня сокращалась до 14 часов)

Оптимальная температура для кур-несушек в продуктивный период  $22-24^{\circ}\text{C}$  и световой день с начала яйценоскости постепенно увеличивалась с 9 до 14 часов и держалась на этом уровне до конца эксперимента.

Методика проведения опытов заключалась в следующем. Определили три группы птиц для эксперимента. Первая группа птиц была контрольной. В острых опытах на этих птицах под тиопенталовым наркозом (50 мг/кг массы птицы) производили забор крови из портальной вены и желчи из желчного пузыря для исследования. Затем вторая группа птиц (опытная) после затравки хлорида кадмия (2 мг/кг в пересчете на кадмий в течение 10 дней) также подвергалась манипуляциям, проведенным с контрольными птицами. Третья группа птиц с затравкой солью кадмия и одновременно кормлением БАД исследовалась на продуктивность. Каждый день проводили взвешивание птиц и наблюдение за поведением.

В плазме крови определяли: аммиак [3], мочевины [4], общий белок, глюкозу, холестерин, триглицериды, щелочную фосфатазу на биохимическом анализаторе Osmetech A 25 и на газовом анализаторе ОРТИ ССА [5]. Изучалась адсорбционно-транспортная функция эритроцитов, при этом кровь стабилизировали гепарином (2-3 ед/мл), затем после центрифугирования (5 мин при 1500 об/мин) кровь разделяли на плазму и эритроцитарную массу. Исследуемые вещества с мембран эритроцитов смывали путем добавления и перемешивания с 3% раствором NaCl в количестве, равной объему слитой плазмы. В смывах с эритроцитов определяли: общий белок, холестерин, глюкозу и щелочную фосфатазу на биохимическом анализаторе А 25, а также рН на газовом анализаторе Osmetech ОРТИ ССА.

Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel и изменения параметров с учетом непарного критерия Фишера - Стьюдента считали достоверными при  $p \leq 0.05$ .

Результаты опытов показали, что обогащение корма БАД позволил улучшить состояние здоровья птицы, восполнить недостаток витаминов и минералов в организме, увеличить яйценоскость и привесы после затравки солью кадмия. Через 30 дней живая масса кур-несушек первой группы (контрольной) составила 1300 г. Через 10 дней после кормления основным рационом и после затравки солью кадмия живая масса кур-несушек второй группы составила 1100 г.

**Таблица 1.** Биохимические показатели в крови у кур при интоксикации организма солью кадмия

Показатели	контроль		Соль кадмия		БАД	
	Плазма	Смыв	Плазма	Смыв	Плазма	Смыв
Щелочная фосфатаза, U/L	81,8±7,7	7,7±1,1	104,0±51,5	8,4±13,8	115,7±67,4	9,5±11,1
Общий белок, г/л	39,0±1,9	4,07±0,29	45,8±3,1	7,0±0,5	47,5±0,21	4,6±0,4
Глюкоза, моль/л	4,7±0,3	0,9±0,1	9,3±1,2	1,4±0,01	5,7±0,9	1,0±0,01
Холестерин, моль/л	1,3±0,1	0,33±0,01	2,1±0,2	0,25±0,01	2,13±0,3	0,53±0,02
Триглицериды, мг/дл	254,1±31,5	80,4±0,2	221,4±11,5	145,5 ±3,2	236,3±46,3	88,1±2,1

Примечание: Изменение статистически достоверно: \*- $p < 0,05$

**Таблица 2.** Содержание аммиака и мочевины в крови и желчи у кур при интоксикации организма солью кадмия

Показатели	Контроль	Соль кадмия	БАД
Аммиак, мкМ/л (желчь)	151,8±2,4	244,8±0,9*	142,1±2,1*
Аммиак, мкМ/л (портальная вена)	14,3±0,1	26,5±0,2	12,5±0,3
Мочевина, мг/100мл (желчь)	102,5±6,0	74,0±1,2*	92,0±0,9*
Мочевина, мг/100мл (портальная вена)	7,5±0,04	6,5±0,08	7,5±0,04*

\* разность достоверности  $P \leq 0,05$

При интоксикации организма кур-несушек солью кадмия наблюдалось резкое увеличение в крови щелочной фосфатазы на 27%, общего белка – 17%, глюкозы – 97%, холестерина – 61%, а содержание триглицеридов в крови уменьшилось незначительно на 13% по сравнению с контролем.

Кроме того, исследовался адаптивный механизм обменных процессов при изменении адсорбционно-транспортной функции мембран эритроцитов портальной крови.

При интоксикации организма кур-несушек солью кадмия содержание щелочной фосфатазы, общего белка, глюкозы, триглицеридов в смывах эритроцитов портальной крови увеличивалось на 9%, 55%, 55%, 80%, соответственно. В смывах эритроцитов портальной крови по содержанию холестерина уменьшилось по сравнению с контролем на 25%. Введение биологически активной добавки в корм кур-несушек привело к увеличению содержания изучающихся параметров в смывах эритроцитов в крови портальной вены по сравнению с контрольной серией опытов (таблица 1), кроме общего белка. В плазме крови также произошло увеличение всех изучающихся параметров.

Результаты экспериментов показали некоторые изменения в содержании мочевины и аммиака в плазме портальной крови и желчи как в контроле, так и при интоксикации организма солью кадмия и при обеззараживании организма биологически активной добавкой на основе адсорбента бентонита. Содержание мочевины в желчи при интоксикации организма солью кадмия уменьшилось на 28%, при кормлении БАД на 11% ( $P \leq 0,05$ ), соответственно (таблица 2). В плазме портальной крови концентрация мочевины при интоксикации организма солью кадмия уменьшилась на 14% по сравнению с контролем. В то же время, при добавке в рацион БАД в плазме портальной крови ее концентрация находилась в пределах контрольных параметров. Такая же картина наблюдалась и при содержании аммиака как в плазме портальной крови, так и в желчи у кур-несушек. В условиях про-

веденных опытов на курах-несушках при интоксикации организма солью кадмия концентрация аммиака в желчи увеличилась на 61%, а после кормления БАД уменьшилась на 7% ( $P \leq 0,05$ ), соответственно, а в плазме крови из портальной вены концентрация аммиака после интоксикации организма кур увеличилась на 85%. После кормления БАД концентрация аммиака в крови уменьшилась на 13%.

Таким образом, действие соли кадмия отражается, прежде всего, на синтетической деятельности печени, а именно, образованию конечных продуктов азотистого обмена и интоксикации организма аммиаком. Обезвреживание аммиака в организме осуществляется благодаря образованию мочевины. При интоксикации организма токсическими элементами угнетается орнитинный цикл и образование мочевины в крови, повышается уровень аммиака. В данной работе прослеживается путь обезвреживания организма с помощью БАД, добавленной в рацион кур-несушек после интоксикации организма солью кадмия. Угнетающее влияние соли кадмия на деятельность печени влечет за собой нарушения обмена и функции липидов и антиоксидантной системы. Так, увеличение глюкозы в крови указывает на гипергликемию в результате недостаточной продукции инсулина с угнетением функции поджелудочной железы, а это, в свою очередь, влияет на резервирование липидов, где главным источником являются триглицериды, распад которых притормаживается. Это подтверждается уменьшением содержания холестерина и общего белка в смывах мембран эритроцитах, что является, на наш взгляд, следствием усиления компенсаторно-приспособительной реакции организма на фоне угнетения функции печени и поджелудочной железы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сарсенова А.С., Чукпарова А.У., Шорабаев Е.Ж., Жамангара А.К., Тастанова А.Е., Саданов А.К. // Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед. 2006. №1. С.53–56.
- 2 Дзагуров Б., Псхациева З. Бентонитовая глина – эффективный адсорбент // Животноводство России. - Птицеводство. - 2010. - №2. - С. -17.
- 3 Chaney, A.L. Modified reagents for determination of urea and ammonia /A.L. Chaney, E.P. Marbach // Clin. Chem. – 1962. - V. 8. – P. 130.
- 4 Kulhanek, V. Mimoradne citlive a jednoduche stanoveny mocoviny v krevnim seru, mozkomisnem moku a v moci /V. Kulhanek, V Vojtiskova // Vnitř. Lek. – 1965. – № 7. – P. 692-696.
- 5 Анализатор для критических состояний в клинике (OSMETECH OPTI™ CRITICAL CARE ANALYZER (CCA) (OSMETECH OPTI™)

#### REFERENCES

1. Sarsenova A.S., Chukparova A.U., Shorabaev E.Zh., Zhamangara A.K., Tastanova A.E., Sadanov A.K. *Izv. NAN RK. Ser. biol. i med.*, **2006**, 1. 53–56 (in Russ.)
2. Dzagurov B., Pskhatsieva Z. *Zhivotnovodstvo Rossii, Ptitsevodstvo*. **2010**, 2. 17 p. (in Russ.).
- 3 Chaney, A.L. Modified reagents for determination of urea and ammonia /A.L. Chaney, E.P. Marbach // Clin. Chem. – 1962. 8, P. 130.
4. Kulhanek, V. Mimoradne citlive a jednoduche stanoveny mocoviny v krevnim seru, mozkomisnem moku a v moci /V. Kulhanek, V Vojtiskova // Vnitř. Lek. 1965, 7, P. 692-696.
5. Analizator dlia kriticheskikh sostoianii v klinike (OSMETECH OPTI™ CRITICAL CARE ANALYZER (CCA) (OSMETECH OPTI™)

*Білалов Е.К., Тәшенов К.Т., Мақашев Е.К., Қарынбаев Р.С.,  
Ким Т.Д., Макарушко С., Мұхамедьярова А., Агаділова А., Тәшенова Б.*

#### КАДМИЙ ТҰЗЫМЕН УЛАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ЖҰМЫРТҚАЛАЙТЫН ТАУЫҚТАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ

ҚР БҒМ Адам және жануарлар физиологиясының институты, Алматы

Жұмыртқалайтын тауықтарға жүргізілген созылмалы тәжірибелер кезінде кадмий ионының бауырдың синтетикалық қызметіне, зат алмасуына, оның ішінде жаңа биологиялық белсенді заттар қолдана отырып организмнің улану қалпынан түзету жағдайында азоттық алмасудың ақырғы өнімдерінің құрылуына әсерін зерттедік. Организмді кадмий тұзымен уландырғаннан соң, бауыр қызметі бәсеңдеді, көмірсулардың алмасуы мен үшглицеридтердің таралуынан болатын липидтердің резервтелуі бұзылды, эритроциттер мембранасы шайындыларындағы жалпы ақуыз пен холестерин деңгейі төмендеді. Сонымен қатар ББҚ қолданғаннан

кейін организмнің зарарсыздану жағдайында қан плазмасы мен өттегі мочеви́на және аммиак мөлшері төмендеді, организмнің компенсаторлық-бейімделу реакциясы күшейді.

*Bilyalov E.K., Tashenov K.T., Makashev E.K., Karinbayev R.S.,  
Kim T.D., Makarusko S., Mukhamedyarova A., Agadilova A., Tashenova B.*

#### **PRODUCTIVITY LAYING HENS DURING INTOXICATION ORGANISM CADMIUM SALT**

The Institute of Human and Animal Physiology MES RK, Almaty

The studied effect of cadmium ions on the metabolism and synthetic liver function namely the formation of end products of nitrogen metabolism with the conduct of the correction on the background of intoxication with the new biological activity supplement in conditions of chronic experiments on hands . The organism salt suppressed is cadmium the activity of the liver after the intoxication, disturbed carbohydrate metabolism and lipid reservation with the breakdown of triglycerides, decreased cholesterol, total protein in lavages of the erythrocyte membrane. In addition, BAS in blood plasma and the bile decreased urea and ammonia for disinfection of the organism after correction, compensatory-adaptive reaction is intensified of the organism.

Е.К. БИЛЯЛОВ, К.Т. ТАШЕНОВ, Е.К. МАКАШЕВ, Р.С. КАРЫНБАЕВ,  
Т.Д. КИМ, С. МАКАРУШКО, А. МУХАМЕДЬЯРОВА, А. АГАДИЛОВА, Б. ТАШЕНОВА

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ОРГАНИЗМА СОЛЮЮ СВИНЦА

(Институт физиологии человека и животных МОН РК, Алматы)

*В условиях хронических экспериментов на курах-несушках изучено влияние ионов свинца на азотистый обмен и адсорбцию веществ на мембранах эритроцитов. При этом повышалась концентрация аммиака в крови портальной вены и изменялось содержание мочевины, свидетельствующее о нарушении азотистого обмена в печени. У исследуемых кур наблюдалась гипогликемия на фоне понижения глюкозы в крови портальной вены и щелочной фосфатазы. При коррекции организма БАД, обладающая токсикопротекторными свойствами, стабилизировалась концентрация веществ в крови на мембранах эритроцитов. При интоксикации организма солью свинца в плазме крови кур-несушек по сравнению с контрольной серией содержание холестерина увеличилось, содержание триглицеридов уменьшилось в смывах с эритроцитов. Изменилась адсорбционно-транспортная функция эритроцитов, приводящая к нарушению выведения из организма клеточных метаболитов, влияющих на антиоксидантный потенциал клеток и тканей.*

Влияние тяжёлых металлов на продуктивность кур-несушек в настоящее время недостаточно изучено. Слабо освещены вопросы об их накоплении в органах и тканях кур-несушек и пути коррекции после воздействия. Поэтому исследования, направленные на изучение интоксикации организма токсичными элементами, являются актуальными. В наибольшей степени Рb и Cd аккумулируются в почках и печени. Тяжёлые металлы негативно влияют на многие биохимические показатели кур-несушек. При 30 МДУ свинца и кадмия происходит резкое уменьшение уровня общего белка и его фракции альбуминов и глобулинов. Содержание АЛТ снижается при всех повышенных дозах свинца и кадмия. В то же время дозы этих металлов, превосходящие 10, 20, 30 МДУ, вызывают увеличение АСТ. В результате такого воздействия резко увеличивается коэффициент Де Ритиса [1].

Целью исследований явилось изучение влияния ионов свинца на продуктивность кур-несушек и резистентность организма.

### Материал и методы исследования

Исследования проводились в виварии Института физиологии человека и животных в хронических экспериментах на 19 курах-несушках кросса «Радонит». Длительность опыта составила 14 и 30 дней. В эксперименте применялась специализированная полнорационная биологически активная добавка (БАД) для всех групп птиц с набором витаминов и микроэлементов согласно рекомендации ГОСТа. Биологически активная добавка состоит из концентрированного субстрата хлореллы, обогащенной зеленой массой из проращиваемых зерен ячменя с дегидратированным бентонитом и водой в соотношении 1:20:0,2. Биологически активная добавка исследовалась на пищевую ценность и питательность (ТОО «Нутритест» 09 февраля 2009 г. №216/46) по органолептическим и физико-химическим показателям. По показателям безопасности БАД ГОСТ 12.3.002.

Вносили БАД в предварительно подготовленный корм, тщательно перемешивали. Норма ввода БАД 10 г (1 столовая ложка) на 1 кг готового корма. Использовали подготовленный корм с БАД сразу, не храня его, так как БАД содержит биологически активные компоненты, которые желательно одновременно использовать при включении в основной рацион.

Адаптационный период проходил в условиях кормления и содержания птицы на базе вивария Института в течение 30 дней. В специальных клетках, где содержалась птица, постоянно в поилке была чистая вода, хорошее освещение. Кормление производили впервые две недели 5-6 раз в день, строго в установленное время, затем после третьей недели – 4 раза. Остатки корма из кормушки удаляли ежедневно перед утренней раздачей.

Птица равномерно распределялась по клетке и свободно двигалась, с учетом температуры и влажности воздуха; в первые 1-2 дня освещение полных 24 часа и  $t^{\circ} +22-24^{\circ}$ , потом температура

постепенно снижалась каждые сутки на один градус (к 3-недельному экспериментальному дню t воздуха в помещении 21-23°, продолжительность светового дня сокращалась до 14 часов)

Оптимальная температура для кур-несушек в продуктивный период 22-24°C и световой день с начала яйценоскости постепенно увеличивалась с 9 до 14 часов и держалась на этом уровне до конца эксперимента.

Методика проведения опытов заключалась в следующем. Определили три группы птиц для эксперимента. Первая группа птиц была контрольной. В острых опытах на этих птицах под тиопенталовым наркозом (50 мг/кг массы птицы) производили забор крови из портальной вены и желчи из желчного пузыря для исследования. Затем вторая группа птиц (опытная) после затравки солью свинца 2 мг/кг в течение 10 дней также подвергалась манипуляциям проведенными с контрольными птицами. Третья группа птиц с затравкой солью свинца и одновременно кормлением БАД исследовалась на продуктивность. Каждый день проводили взвешивание птиц и наблюдение за поведением.

В плазме крови определяли: аммиак [2], мочевины [3], общий белок, глюкозу, холестерин, триглицериды, щелочную фосфатазу на биохимическом анализаторе Osmetech A 25 и на газовом анализаторе ОРТИ ССА [4]. Изучалась адсорбционно-транспортная функция эритроцитов при этом кровь стабилизировали гепарином (2-3 ед/мл), затем после центрифугирования (5 мин при 1500 об/мин) кровь разделяли на плазму и эритроцитарную массу. Исследуемые вещества с мембран эритроцитов смывали путем добавления и перемешивания с 3% раствором NaCl в количестве, равной объему слитой плазмы. В смывах с эритроцитов определяли: общий белок, холестерин, глюкозу и щелочную фосфатазу на биохимическом анализаторе А 25, а также рН на газовом анализаторе Osmetech ОРТИ ССА.

Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel и изменения параметров с учетом непарного критерия Фишера - Стьюдента считали достоверными при  $p \leq 0.05$ .

Результаты исследования показали, что при интоксикации организма солью свинца в плазме крови кур-несушек по сравнению с контрольной серией содержание щелочной фосфатазы было больше на 26%, а в смывах с эритроцитов – 4% (таблица 1). Такая же картина наблюдалась и при введении

**Таблица 1.** Биохимические показатели крови у кур при введении в рацион соли свинца + биологически активной добавки

Показатели	контроль		Соль свинца		Соль свинца+БАД	
	Плазма	Смыв	Плазма	Смыв	Плазма	Смыв
Щелочная фосфатаза, U/L	82,7±8,6	8,6±2,0	104,9±52,4*	19,3±4,7	86,6±8,6	9,4±2,0
Общий белок, г/л	40,0±2,8	4,97±0,61	46,7±4,0	10,9±1,0*	41,4±0,59	11,9±0,8
Глюкоза, моль/л	7,6±1,2	1,4±0,3	10,2±2,1	2,3±0,4	8,6±1,8	1,4±0,3
Холестерин, моль/л	2,2±0,1	0,57±0,03	3,0±0,5	0,7±0,1	2,2±0,3	0,57±0,07
Триглицериды, мг/дл	255,0±32,4	81,3±0,9	222,3±12,4	78,3±4,1	257,2±47,2	82,0±3,0

Примечание: Изменение статистически достоверно: \*- $p < 0,05$

**Таблица 2.** Биохимические показатели крови у кур при введении в рацион соли свинца + биологически активной добавки

Показатели	Серии опытов		
	Контроль	Соль свинца	Соль свинца+БАД
Аммиак, мкМ/л (желчь)	151,8±2,4	265,8±1,6*	155,0±2,6
Аммиак, мкМ/л (портальная вена)	14,3±0,1	17,0±0,2	14,0±0,1
Мочевина, мг/100мл (желчь)	102,5±6,0	78,5±1,4*	100,5±1,6
Мочевина, мг/100мл (портальная вена)	7,5±0,04	8,8±0,8	7,0±0,06

Примечание: Изменение статистически достоверно: \*- $p < 0,05$

БАД в рацион кормления кур-несушек для обеззараживания организма. Содержание щелочной фосфатазы в плазме крови было увеличено на 4%, в смывах с эритроцитов – на 9%. Содержание



общего белка в плазме крови после интоксикации организма солью свинца оказалось на 16% больше по сравнению с контролем. В смывах с эритроцитов отмечалось увеличение на 119% по сравнению с контролем. При добавлении в рацион БАД содержание общего белка было больше на 3%, в смывах с эритроцитов – 139%, чем в контроле.

Содержание глюкозы в плазме крови при введении соли свинца увеличилось на 34%, чем в контроле. При введении БАД этот показатель был больше на 13%. При интоксикации организма солью свинца в смывах эритроцитов содержание глюкозы увеличилось по сравнению с контролем на 64%, а при введении БАД, наоборот, находилось на уровне контроля. Введение соли свинца в организм кур-несушек приводило к увеличению концентрации холестерина в плазме крови, а добавление в рацион кур-несушек БАД стабилизировало концентрацию холестерина.

Аналогичная картина наблюдалась и с триглицеридами. Так, в серии опытов при интоксикации организма кур-несушек содержание триглицеридов в плазме крови и в смывах эритроцитов уменьшилось на 13% и 4% по сравнению с контролем, соответственно. Введение БАД приблизило содержание триглицеридов к контролю.

Результаты опытов, проведенных в экспериментах на курах-несушках показали, что при введении соли свинца в рацион увеличилось содержание аммиака в плазме крови портальной вены на 18%, а в желчи – 75%, чем в контроле (таблица 2). Добавление в корм курам-несушкам БАД не снижало содержание аммиака в крови портальной вены и желчи по сравнению с контрольной серией опытов.

Концентрация мочевины при добавлении соли свинца несколько увеличилось в плазме крови портальной вены на 17% и в желчи уменьшилось – 24%. Добавление БАД нормализовало содержание мочевины в крови портальной вен и желчи.

Таким образом, результаты проведенных исследований в условиях хронических экспериментов на курах-несушках, показали значительное нарушение процессов аммониегенеза при введении животным токсичных доз солей свинца, повышение концентрации аммиака в крови портальной вен и изменение содержания в крови мочевины, которые свидетельствуют о нарушении азотистого обмена. В условиях интоксикации организма кур-несушек резко изменилось содержание в крови щелочной фосфатазы, общего белка, триглицеридов, глюкозы. При введении БАД в условиях хронического эксперимента повысился обмен веществ в тканях, перенос глюкозы, белка на мембранном уровне эритроцитов, что позволяет говорить об антиоксидантных свойствах данного препарата. Нормализуется и поддерживается в крови оптимальное количество аммиака и мочевины для эффективного процесса усвоения тканями питательными веществами. Активизируется функциональная активность веществ на мембранах эритроцитов, регулируется и поддерживается обмен веществ в организме с помощью новой функции эритроцитов адсорбционно-транспортной.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Матиосов А. Д. Влияние свинца и кадмия на биохимические показатели и продуктивность кур-несушек. Автореферат дисс.канд. 2004 г
- 2 Chaney, A.L. Modified reagents for determination of urea and ammonia /A.L. Chaney, E.P. Marbach // Clin. Chem. – 1962. - V. 8. – P. 130.
- 3 Kulhanek, V. Mimoradne citlive a jednoduche stanoveny mocoviny v krevnim seru, mozkomisnem moku a v moci /V. Kulhanek, V Vojtiskova // Vnitr. Lek. – 1965. – № 7. – P. 692-696.
- 4 Анализатор для критических состояний в клинике (OSMETECH OPTI™ CRITICAL CARE ANALYZER (CCA) (OSMETECH OPTI™)

#### REFERENCES

1. Matiosov A. D. *Avtoreferat diss.kand.*, **2004** (in Russ.).
- 2 Chaney, A.L. Modified reagents for determination of urea and ammonia /A.L. Chaney, E.P. Marbach // Clin. Chem. – **1962**, 8, P. 130.
3. Kulhanek, V. Mimoradne citlive a jednoduche stanoveny mocoviny v krevnim seru, mozkomisnem moku a v moci /V. Kulhanek, V Vojtiskova // Vnitr. Lek. **1965**. 7, 692-696.
4. Анализатор для критических состояний в клинике (OSMETECH OPTI™ CRITICAL CARE ANALYZER (CCA) (OSMETECH OPTI™)

*Білалов Е.К., Тәшенов К.Т., Мақашев Е.К., Қарынбаев Р.С.,  
Ким Т.Д., Макарушко С., Мұхамедьярова А., Агаділова А., Тәшенова Б.*

#### ҚОРҒАСЫН ТҰЗЫМЕН УЛАНДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ЖҰМЫРТҚАЛАЙТЫН ТАУЫҚТАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ

ҚР БҒМ Адам және жануарлар физиологиясының институты, Алматы

Жұмыртқалайтын тауықтарға жүргізілген созылмалы тәжірибелер жағдайында қорғасын тұзы ионының эритроциттер мембранасындағы заттардың адсорбциясы мен азоттық алмасуға әсерін зерттедік. Осындай жағдайда қақпа венасы қанындағы аммиак концентрациясы жоғарылады, бауырдағы азоттық алмасудың бұзылуын көрсететін мочеви́на мөлшері өзгерді. Тәжірибедегі тауықтарда қақпа венасы қанындағы глюкоза мен фосфатазаның төмендеуінен гипогликемия байқалды. Токсикопротекторлық қасиетке ие ББҚ қолданғанда эритроциттер мембранасындағы заттардың концентрациясы тұрақталды. Организмнің қорғасын тұзымен улануы жағдайында жұмыртқалаушы тауықтардың қан плазмасында бақылау кезеңімен салыстырғанда холестерин деңгейі жоғарылады, эритроцит шайындыларындағы үшглицерид мөлшері төмендеді. Организмнен клеткалық метаболиттердің шығарылуына, клетка мен ұлпалардың оксидантқа қарсы әлеуетіне әсер ететін эритроциттердің адсорбциялық-тасымалдау функциясы өзгерді.

*Bilyalov E.K., Tashenov K.T., Makashev E.K., Karinbayev R.S.,  
Kim T.D., Makarusko S., Mukhamedyarova A., Agadilova A., Tashenova B.*

#### THE EFFICIENCY OF LAYING-HENS AT ORGANISM INTOXICATION THE SALT OF LEAD

The Institute of Human and Animal Physiology MES RK, Almaty

The effects of lead ions on nitrogen of metabolism and adsorption of substances on the membranes of red blood cells in chronic experiments on laying - hens. This increases the concentration of ammonia in the blood of the portal vein and altered the content of urea, indicating a violation of nitrogen metabolism in the liver. We investigated hypoglycemia was observed against the background of lower glucose the portal vein and alkaline phosphatase in blood of laying hens. The correction of organism BAS with the toxico protection properties has stabilized the concentration of substances in the blood the membranes of red blood cells. In the intoxication the salt of lead in the blood plasma of laying hens compared with a control series increased of cholesterol, decreased of triglycerides by washings with red blood cells. The changed adsorption-transport function of red blood cells, leading to disruption of excretion of metabolites of the cell that affect the antioxidant potential of cells and tissues.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭТАПОВ ЖИЗНИ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОЗРАСТНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ

Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева, г. Алматы

*Аргументированы знаковые отрезки времени в жизни человека. Описана качественная картина изменения жизненных сил в знаковые промежутки времени. Выявлены закономерности изменения жизненных сил в зависимости от временных циклов. Обоснованы параметры этапов жизни человека и новая возрастная классификация.*

**Введение.** Проблемы созревания, развития и затухания жизни человека всегда находились в центре внимания членов любого общества. Огромное желание жить подольше саниционировало проведение большого объема научных исследований, поиска путей продления жизни и систематизацию данных о ее этапах. Для определения размеров последних предлагались различные классификации возрастов, в основе которых лежало представление о периодизации возраста. Их обзор показывает, что по биологическому признаку этапы жизни человека подразделяются на детство, юность, молодость, зрелый, пожилой возрасты и старость. Согласно им и возрастной классификации Всемирной организации здравоохранения, возраст до 15 лет считается детским, 16-24 – юношеским, 25-44 – молодым, 45-59 – средним, 60-74 – пожилым, 75-89 – старческим, а людей 90-100 лет и старше относят к долгожителям [1]. Такое деление сугубо условное и не имеет научного обоснования. В то же время вполне очевидно, что границы и продолжительность перечисленных этапов зависят от условий жизни, состояния окружающей среды, уровня социально-экономического развития общества, медицинского обслуживания и т.д.

Влияние этих факторов на параметры этапов жизни интегрально можно учитывать фактическим состоянием физических и духовных сил человека, определяемым биологическими, медицинскими составляющими процессов снижения функций отдельных органов и человека в целом, и изменяющимся во времени.

### Знаковые отрезки времени в жизни человека

Для выявления указанных взаимосвязей рассмотрим знаковые промежутки времени, в течение которых в организме человека происходят осязаемые физиологические перемены. К таковым можно отнести месяц, год и переломные периоды в жизни человека – временные циклы. Последние, как показывает анализ, состоят из 12 лет. Причем 12-летнее исчисление широко распространено у восточных народов. 12-летний цикл казахи называют мушел, 60 летний цикл – большим мушел [2].

С древнейших времён человечество догадывалось о связях указанных единиц измерения времени с взаиморасположением и перемещением Солнца, планет Солнечной системы и близлежащих звёзд в космическом пространстве. Однако эти догадки получили научное обоснование лишь в последние пять столетий. Стало очевидным, что за сутки Земля совершает полный оборот вокруг своей оси, за месяц (отрезок времени) Луна (спутник Земли) по своей орбите делает один оборот вокруг Земли, за год Земля (вместе с Луной) по своей орбите совершает один оборот вокруг Солнца, за один 12-летний цикл (мушел) Юпитер с некоторым допущением по своей орбите совершает один оборот вокруг Солнца. Вполне вероятно, что один 60-летний цикл (большой мушел) соответствует времени определенного фиксированного взаиморасположения планет солнечной системы и близлежащих звезд в космическом пространстве.

Таким образом, большой мушел (60 летний цикл) состоит из пяти 12-летних циклов, один мушел – из 12 лет, один год – из 12 месяцев, одни сутки – из двух 12 часов. По аналогии один час состоит из пяти 12 минут, одна минута – из пяти 12 секунд. Отсюда заметно особое значение числа 12 в измерении времени.

Действительно, число 12-сакральное число. Оно широко распространено в окружающем нас мире: астрономии, геометрии, в календарях народов Востока, в музыке и даже в человеческой ДНК. ДНК человека состоит из 12 больших кругов, расположившихся в ряд. Множество явлений вокруг нас обладает двенадцатеричной природой. По мнению некоторых мыслителей использование двенадцатеричной системы при расчетах и замерах физических явлений раскроет перед человечеством многие тайны физики и математики, которые иначе трудно разгадать.

Народы Востока издавна пользовались 60-летним циклом, при этом каждому году присваивались названия животных и зверей (мышь, бык, тигр, ...), а в каждом 12-летнем цикле им добавлялись еще названия пяти элементов природы (земли, железа, воды, дерева, огня) [3]. Дополнительные названия вполне можно принимать за название мушел (12-летних циклов). Тогда существуют мушел: земляной (желтый), железный (белый), водяной (черный), древесный (голубой) и огненный (красный). Например, 2010 год являлся годом железного (белого) тигра, а через 12 лет наступит год водяного (черного) тигра, еще через 12 лет – год древесного (голубого) тигра, далее год огненного (красного) тигра, год земляного (желтого) тигра. В такой же последовательности следуют белый, черный, голубой, красный и желтый мушел. В совокупности завершается один большой мушел (60-летний цикл) [4].

Как видно, продолжительность каждого мушел определяется выражением  $12n$  лет ( $n$  – порядковый номер мушел,  $n \geq 1$ ). Первый мушел ( $n=1$ ) заканчивается в 12 лет, второй мушел ( $n=2$ ) – в 24 года, последующие мушел – через каждые 12 лет. Ведь и десятичные числа заканчиваются также: десять – первый десяток, двадцать – второй десяток, тридцать – третий десяток и т.д.

Начало мушел описывается выражением  $12(n-1)+1$ . Нетрудно убедиться, что началу первого мушел ( $n=1$ ) соответствует 1-ый год, началу второго мушел ( $n=2$ ) – 13-ый год, началу третьего мушел ( $n=3$ ) – 25-ый год, а началу шестого мушел – 61-ый год. Как видно, мушел как единица времени имеет начало и конец.

Несмотря на это, у казахов бытует ошибочное мнение о том, что первый мушел наступает в 13 лет, второй мушел – в 25 и последующие – через каждые 12 лет. Это вызывает законный вопрос: почему первый мушел состоит из 13 лет, а все остальные из 12 лет. Ответ содержится в приведенных выше закономерностях. Указанные цифры (13, 25, 37 и т.д.) соответствуют началу рассматриваемого мушел. Однако при этом из жизни человека выпадают целых 12 лет, поскольку первый мушел наступает в 13 лет.

Народы Востока (корейцы и др.) особо чтят 1-ый и 61-ый годы жизни человека. Ведь они являются началом первого рядового мушел (12-летнего цикла) и второго большого мушел (60-летнего цикла).

### **Качественная картина изменения жизненных сил в знаковые промежутки времени**

Обратим теперь внимание на развитие физического и духовного состояния человека в указанные знаковые отрезки времени в обобщенном виде. В возрасте одного месяца ребенок способен фиксировать взгляд на предметах, уметь отличить свою мать от остальных, приспосабливаться к окружающей среде. В один год ребенок здраво мыслит, умеет ходить, в необходимой степени адаптирован к новой среде. В шесть лет (половина мушел) ребенок достаточно подвижен и может выполнять посильную физическую работу. По истечении первого мушел (в 12 лет) у подростка крепнут кости, он полностью приспособлен к жизни, готов самостоятельно выполнять многие функции.

В течение второго мушел человек окончательно формируется всесторонне, достигает значительных вершин в общем развитии. В течение третьего мушел (25-36 лет) человек достигает пика своего физического и духовного развития. В четвертом мушел (37-48 лет), хотя процесс физического развития завершен, человек успешен во всех сферах жизнедеятельности. В пятом мушел человек находится в достаточно хорошей физической форме, благодаря полученным в течение жизни знаниям и опыту способен выполнять требуемый объем работы. Таким образом, первый 60-летний цикл (большой мушел) является самым продуктивным периодом человека в обществе.

В шестом мушел человек уже подвержен потере физических и духовных сил, но может приносить полноценную пользу обществу. В седьмом мушел физические силы начинают заметно убывать, но выработанные жизненные установки (жизненная, профессиональная и интеллектуальная база) позволяют человеку выполнять многие виды деятельности. В восьмом мушел человек, не

прибегая к посторонней помощи, может нести некоторую общественно-полезную нагрузку. В девятом и десятом мушел человеку трудно обойтись без помощи других лиц: детей, внуков, близких, знакомых либо социальных работников. Таким образом, второй 60-летний цикл представляет собой период убывания жизненных сил человека.

По опубликованным статистическим данным число людей, доживающих до 100-летнего возраста и выше, составляет в разных странах от 1-го до 70 на 10 тысяч населения. Среди миллиона человек лишь один доживает до 110 лет и выше. Тем не менее медики уверяют, что есть реальная физиологическая возможность прожить два 60-летних цикла (120 лет).

Известно, что долголетие обеспечивается индивидуальными природными данными человека, созданием необходимой материальной базы, хорошим уровнем медицинского обслуживания, достаточным объемом социальной помощи, поддержкой родственников, детей, друзей и постоянным контактом с ними. Основной рецепт долголетия – постоянная занятость работой, особенно творческой, ведение здорового образа жизни, соблюдение рационального режима питания и труда, а также оптимистический настрой.

Развитие, изменение умственных способностей человека лежат в рамках приведенных выше схем физического состояния. Однако темпы снижения умственных способностей намного меньше темпов потерь жизненных сил. По мнению ученых, мозг человека достигает наивысшей способности к 22 годам и на этом уровне держится в течение 5 лет. С 28 лет начинается постепенное угасание функций мозга, причем первыми страдают способности к планированию и координации задач. Но при этом нарастает запас знаний, жизненный опыт и умение ими пользоваться. В совокупности эти факторы затормаживают общее старение, умирание отдельных клеток в организме человека. Поэтому главный управляющий центр – головной мозг должен быть в постоянной работе, ибо слабодействующий мозг не обеспечивает хорошего состояния организма.

Академик РАМН, доктор медицинских наук, директор Российского геронтологического научно-клинического центра Росздрава В.Н.Шабалин утверждает, что активно работая головой, можно до глубокой старости возмещать неизбежное отмирание нервных клеток, повышая качество остающихся. В подтверждение своего тезиса он приводит наглядные примеры, показывающие, что старость может быть такой же плодотворной, как и юность. В частности, отмечает, что Софокл написал гениальную трагедию «Эдип» на сотом году жизни. Лев Толстой, Вольтер, Гете, Бернард Шоу продолжали создавать литературные шедевры в возрасте восьмидесяти лет и старше. Илья Репин, Иван Айвазовский написали лучшие картины в возрасте 80-85 лет. Артур Рубинштейн давал концерты в 89-летнем возрасте, Игорь Моисеев танцевал в возрасте 102 года. В возрасте девяносто лет творили Микеланджело и Тициан. Великие ученые Павлов, Крылов, Зелинский, Гамалея, Мичурин продолжали экспериментировать и читать лекции, когда им было за восемьдесят. 106-летний академик РАН С.Н.Никольский продолжает активно заниматься наукой и педагогической деятельностью.

К приведенному следует добавить, что легендарные общественные и политические деятели Великой степи XIX века философы Бухар-жырау, Толе би, Казбек би, Айтеке би в возрасте под 100 лет успешно соуправляли Казахским государством и обществом в целом. Выдающиеся ученые современного Казахстана – академики НАН РК А.Машанов, Х.Арыстанбеков, Б.Атчабаров, А.Жангалиев – активно занимались продуктивной научной и общественной деятельностью в возрасте за 90 лет.

#### **Закономерности изменения жизненных сил в зависимости от временных циклов**

Опираясь на изложенную качественную картину изменения физического состояния человека с течением времени, попытаемся связать его с временными циклами. Для этого значение жизненных (физических) сил в самом расцвете человека примем равным 1,0 (относительная величина), а при рождении – 0,05. Как отмечено выше, наибольшего значения жизненных сил, равного 1, человек достигает в конце второго мушел, т.е. второго временного цикла и сохраняет его практически постоянным до конца третьего мушел, а с четвертого мушел наступают периоды постепенного снижения этих сил.

Для решения поставленной задачи по оси абсцисс отложим порядковые номера временных циклов (числа), а по оси ординат – относительные значения жизненных сил в принятом масштабе

(рис.1). Соединив точки с упомянутыми ординатами 0,05 и 1,0, получим прямую, характеризующую темп роста жизненных сил в первые два 12-летних цикла. В течение третьего мушел эта линия горизонтальна, а с начала четвертого мушел имеет обратный наклон. Угол наклона обуславливается темпами снижения жизненных сил, которые различны для разных случаев течения жизни и последующих временных циклов. Ввиду отсутствия достоверных данных будем задаваться этой характеристикой. Например, для людей, доживающих до 120 лет упомянутые темпы будут более низкими, чем для людей, доживающих до 110 лет и т.д. Принимая во внимание это обстоятельство, рассмотрим три варианта течения жизни. Первый вариант соответствует жизненному пути людей, живущих до 120 лет (верхняя пунктирная линия), второй вариант – для людей, живущих до 100 лет (сплошная линия), третий вариант – для людей, живущих до 90 лет (нижняя пунктирная линия) (рис.1). При этом в первом варианте в конце четвертого мушел темп снижения жизненных сил по сравнению с предыдущим мушел примем равным 8,0%, а в 5-8 мушел – соответственно – 10,0%, а в 9-м, 10-м циклах – 12%. Темпы снижения жизненных сил во 2-м и 3-м вариантах приняты более интенсивными.

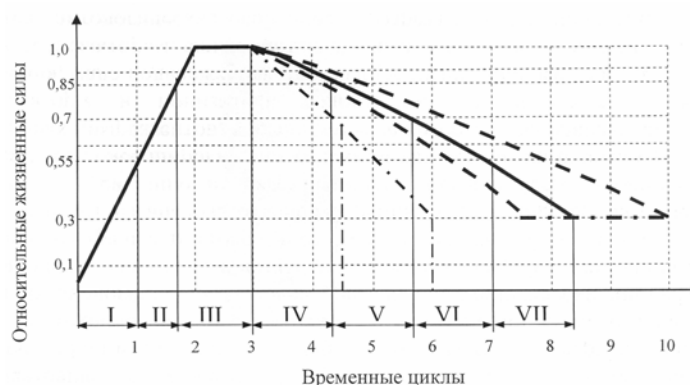


Рис. 1. Связь относительных жизненных сил с временными циклами

Найденные таким образом относительные значения жизненных сил по всем трем вариантам приведены в таблице 1. С их использованием рассчитаны траектории жизни, которые в графической форме изображены на рис.1. Как видно, характер течения жизни до конца третьего мушел одинаков для всех рассмотренных случаев. Отличие начинается в четвертом мушел соответствии с различными темпами снижения жизненных сил для этих вариантов.

Таблица 1. Относительные значения жизненных сил в конце каждого мушел (1,2,..., 10)

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	0,55	1,0	1,0	0,92	0,84	0,72	0,62	0,54	0,42	0,30
II	0,55	1,0	1,0	0,90	0,80	0,68	0,55	0,40	0,25	-
III	0,55	1,0	1,0	0,87	0,72	0,58	0,44	0,20	-	-

Приведенные кривые сугубо индивидуальны для каждого человека, т.е. каждый человек имеет свою траекторию жизни. Что касается численных значений реальных жизненных сил, то они, естественно, различны для разных людей. В принципе их можно измерить. Однако для общего анализа в этом нет необходимости.

### Параметры этапов жизни человека и новая возрастная классификация

Для градации этапов жизни исходя из соображений, отражающих описанное выше реальное течение жизни, относительные значения жизненных сил разобьем на следующие группы: 0,05 – 0,55, 0,55 – 0,85, 0,85 – 1,0, 1,0 – 0,85, 0,85 – 0,70, 0,70 – 0,55, 0,55 – 0,3 (0,55-точка пересечения перпендикуляра проведенного из конца первого мушел, с отрезком линии жизни за первые два мушел. Жизненных сил, относительное значение которых ниже 0,3, недостаточно для обеспечения необходимой жизнедеятельности человека во втором большом мушел).

Далее из перечисленных ординат (за исключением 0,05) проводим горизонтальные прямые до пересечения с траекториями жизни. Из полученных точек пересечения упомянутых линий опускаем перпендикуляры на горизонтальную ось. Отрезки на оси абсцисс между указанными перпендикулярами определяют численные значения продолжительности искомых этапов жизни (годы). Для

людей, доживающих до 100 лет, на рис.1 они отмечены римскими цифрами. Найденные таким образом численные характеристики этапов приведены в табл.2.

В соответствии с принятыми интервалами значений относительных жизненных сил ( $k$ ) продолжительность жизни человека можно подразделить на семь этапов: детство, юность, молодость, зрелость, мудрость, предстарость и старость. Как видно, по сравнению с известными классификациями возраста [1], этап зрелого возраста подразделен на два самостоятельных этапа: зрелости и мудрости, а этап пожилого возраста заменен этапом предстарости. Новые названия этапов по смыслу и содержанию более объективно отражают реальное течение жизни.

Таблица 2. Параметры этапов жизни человека для различных вариантов

№№	Этапы	Относительные жизненные силы	Возраст, лет			Продолжительность этапа					
			120 (I)	100 (II)	90 (III)	в годах			в мушел		
						I	II	III	I	II	III
I	Детство	0,05-0,55	1-12	1-12	1-12	12	12	12	1,00	1,00	1,00
II	Юность	0,55-0,85	13-21	13-21	13-21	9	9	9	0,75	0,75	0,75
III	Молодость	0,85-1,0	22-36	22-36	22-36	15	15	15	1,25	1,25	1,25
IV	Зрелость	1,0-0,85	37-57	37-52	37-50	21	16	14	1,75	1,33	1,16
V	Мудрость	0,85-0,70	58-78	53-68	51-64	21	16	14	1,75	1,33	1,16
VI	Предстарость	0,70-0,55	79-99	69-84	65-78	21	16	14	1,75	1,33	1,16
VII	Старость	0,55-0,30	100-120	85-100	79-92	21	16	14	1,75	1,33	1,16

Из данных табл.2 следует, что детство ( $k=0,05-0,55$ ) – это возраст ускоренного развития физических сил, умственных способностей и полной адаптации подростка к условиям жизни, а также сильной работоспособности. Юность ( $k=0,55-0,85$ ) – это возраст дальнейшего ускоренного развития физических сил, умственных способностей и достаточной работоспособности.

Молодость ( $k=0,85-1,0$ ) – это возраст наибольшего развития физических сил, умственных способностей и высокой работоспособности. Зрелость ( $k=1,0-0,85$ ) – это возраст начала убывания физических сил при сохранении высоких умственных способностей и высокой работоспособности. Мудрость ( $k=0,85-0,70$ ) – это возраст снижения физических сил при наличии хороших умственных способностей и хорошей работоспособности. Предстарость ( $k=0,70-0,55$ ) – это возраст дальнейшего убывания физических сил, начала снижения умственных способностей и удовлетворительной работоспособности. Старость ( $k=0,55-0,30$ ) – это возраст заметного убывания физических сил, ослабления умственных способностей и сильной работоспособности.

Конкретные параметры этапов жизни определяются характером траектории жизни. Они различны для разных людей (траекторий). Однако для людей всех возможных возрастов этап детства (1-12 лет) длится 12 лет (1,0 мушел), этап юности (13-21 лет) – 9 лет (0,75 мушел), этап молодости (22-36 лет) – 15 лет (1,25 мушел). С четвертого этапа в связи с различными темпами снижения жизненных сил меняются границы и продолжительность этапов жизни. Например, для людей, доживающих до 90 лет, границами этапа зрелости являются 37 и 50 лет, этапа мудрости – 51 и 64 года, этапа предстарости 65 и 78 лет и этапа старости – 79 и 92 года при одинаковой продолжительности этапов 14 лет (1,16 мушел).

Для людей, доживающих до 100 лет продолжительность этапов жизни начиная с четвертого составляет 16 лет. Этап зрелости – продлится с 37 до 52 лет, этап – мудрости с 53 до 68 лет, этап предстарости – с 69 до 84 лет, этап старости с 85 до 100 лет. Эти характеристики для людей, доживающих до 120 лет соответственно составляют 37-57, 58-78, 79-99, 100-120 лет при продолжительности этапов 21 год.

Сопоставление этих данных показывает, что с увеличением биологического возраста человека расширяются границы этапов, они сдвигаются в большую сторону (начиная с четвертого), увеличивается продолжительность этапов и, наоборот, с уменьшением продолжительности жизни они сужаются. Например, этап мудрости при I варианте начинается в 58 и заканчивается в 78 лет, при II варианте начинается в 53 и заканчивается в 68 лет, при III варианте начинается в 51 и заканчивается в 64 года. Для указанных вариантов аналогичные показатели для этапа старости, соответственно составляют 100-120, 85-100 и 79-92 лет. Самым коротким оказывается этап юности (9 лет), продолжительными – этапы зрелости, мудрости, предстарости и старости.

Из анализа приведенных данных видно, что установленные параметры этапов жизни человека хорошо согласуются с их интуитивно воспринимаемыми размерами, неплохо коррелируют с данными некоторых классификаций возраста, что подтверждает обоснованность принятых допущений, положенных в основу предлагаемого подхода градации этапов жизни человека. Эти допущения: различные темпы снижения жизненных сил для людей с различной продолжительностью жизни и диапазоны изменения их относительных значений для каждого из выделенных этапов. При известной траектории жизни по последнему показателю, т.е. величине относительных жизненных сил устанавливаются основные параметры этапов жизни.

### **Инвариантность установленных закономерностей изменения жизненных сил**

Поскольку графики на рис.1 выполнены с использованием безразмерных величин, полученные результаты легко распространить и на другие временные циклы, выражая относительные числа (1,2,...,10) на оси абсцисс иным количеством единиц времени (лет). Это диктуется тем, что, например, в каменном веке средняя продолжительность жизни составляла всего 18-20 лет, в средние века – около 30-35 лет. Люди быстро взрослели и столь же быстро старели. Следовательно, временные циклы в те эпохи были более короткими, т.е. состояли из меньшего количества лет, нежели в наше время. Из истории хорошо известно, что в средние века люди наибольшего развития физических сил достигали в возрасте 18 лет. В 16-25 лет они возглавляли войска, становились руководителями государств, а после 40 лет выглядели глубокими старцами.

Учитывая это, и опираясь на установленные выше закономерности изменения жизненных сил в зависимости от числа временных циклов, можно установить, что один временной цикл в средние века состоял из 9 лет (18:2, 2-порядковый номер временного цикла, соответствующий максимальному значению относительных сил). Следовательно, одно деление на оси абсцисс на рис.1 в этом случае будет соответствовать 9 годам.

В течение третьего временного цикла (19-27 лет) человек находился в пике своего физического и духовного развития. С 28 лет начинался спад жизненных сил. Темпы их снижения были намного выше, чем в современных условиях. Поэтому вполне вероятно, что относительные жизненные силы в конце четвертого временного цикла могли равняться 0,75, в конце пятого цикла – 0,55 и в конце шестого цикла – 0,3. Построенная по этим точкам предполагаемая траектория жизни человека в средние века представлена на рис.1 штрих-пунктирной линией. Границы этапов жизни соответствуют отрезкам на оси абсцисс между вертикальными штрих-пунктирными линиями. В конце первого, второго и третьего временных циклов они сливаются с ранее проведенными вертикальными линиями.

Как видно из рис.1 (штрих-пунктирная линия), в средние века этап детства завершался в 9 лет, этап юности длился 6 лет (с 10 до 15), этап молодости – 12 лет (с 16 до 27), этап зрелости – 13 лет (с 28 до 40) и этап старости – 14 лет (с 41 до 54). Ввиду быстротечности жизни этап мудрости объединен с этапом зрелости, а этап предстарости – с этапом старости, что отражает реальное течение жизни в те времена. Возможная предельная продолжительность жизни ограничивается 54 годами, что в 1,66 раз больше средней продолжительной жизни. Это указывает на очень низкий уровень (0,6) коэффициента использования жизненного потенциала человека.

Приведенные данные наглядно и убедительно подтверждают объективность и универсальность установленных закономерностей изменения жизненных сил с течением времени в безразмерных величинах.

Таким образом, предлагаемый графо-эвристический метод определения границ и продолжительности этапов жизни человека достаточно аргументирован и может быть использован для классификации биологического возраста человека, прогнозирования людских и трудовых ресурсов.

**Заключение.** Средняя продолжительность жизни в настоящее время во многих странах мира (Куба, Япония, США, Норвегия, Швейцария и т.д.) достигла рубежа 80, в среднем по Евразии составляет около 70 лет. Коэффициент использования жизненного потенциала человека по различным прикидкам находится на уровне 0,7.

Эти выкладки дают основание полагать, что мы живем по генной программе 100-летнего долгожителя. При этом в соответствии с разработанной классификацией биологического возраста зре-



лость для современного среднестатистического евразийца наступит в 37, закончится в 52 года, мудрость придет в 53, продлится до 68 лет, предстарость начнется в 69, завершится в 84 года, а старость придет в 85 и закончится в 100 лет.

Люди в благополучных, развитых странах могут жить по генной программе 115-летнего долгожителя с параметрами, лежащими между данными I и II вариантов течения жизни.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Демографический энциклопедический словарь / Гл.ред. Валентей Д.И. М.: Советская энциклопедия – 1985, 312 с.
2. Ракишев Б.Р. Этапы жизни человека и их параметры. Алматы. Доклады НАН РК, №1, 2010, С.81-84.
3. Т.Лобанг Рампа. Третий глаз. Ленинград. 1992. – 199с.
4. Ракишев Б.Р. Мы генетически запрограммированы на долголетие. Аргументы и факты Казахстан, 2010, №19, 20, 21.

#### REFERENCES

1. Demograficheskiĭ entsiklopedicheskiĭ slovar'. *Sovetskaia entsiklopediia*. **1985**, 312 p. (in Russ.).
2. Rakishev B.R. *Doklady NAN RK*, 1, **2010**, 81-84 (in Russ.).
3. T.Lobang Rampa. *Tretii glaz*. **1992**, 199 p. (in Russ.).
4. Rakishev B.R. *Argumenty i fakty Kazakhstan*, **2010**, 19, 20, 21 (in Russ.).

*Рақышев Б.Р.*

#### ӨМІР КЕЗЕҢДЕРІНІҢ СИПАТТАМАЛАРЫ ЖӘНЕ ЖАСҚА ҚАРАЙ ЖІКТЕУДІ ЖЕТІЛДІРУ

Адам өміріне әсері мол ерекше уақыттар белгіленген. Ерекше уақыттарда күш- қуаттың қалай өзгеретіні сипатталған. Күш- қуаттың ерекше уақыттарға байланысты өзгеру заңдылықтары анықталған. Адам өмірі кезеңдерінің сипаттамалары анықталып, жасқа қарай жіктеу жетілдірілген.

*Rakishev B.R.*

#### CHARACTERISTICS OF LIFE STAGES AND MODERNIZATION OF AGE CLASSIFICATIONS

Kazakh National Technical University

The paper deals with token intervals of time period in human life, describes a qualitative picture of changes of vital forces at the said token periods of time and reveals laws of vital force changes depending on time cycles. The paper also gives a justification to the parameters of human life's stages and proves a new age grading (classification).

## ПРАВИЛА для авторов журналов НАН РК

В журналах публикуются научные статьи и заметки, экспресс-сообщения о результатах исследований в различных областях естественно-технических и общественных наук.

Журналы публикуют сообщения академиков НАН РК, а также статьи других ученых, представленные действительными членами НАН РК (академиками НАН РК), несущими ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания рекомендуемых работ.

Представленные для опубликования материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Содержать результаты оригинальных научных исследований по актуальным проблемам в области физики, математики, механики, информатики, биологии, медицины, геологии, химии, экологии, общественных и гуманитарных наук, ранее не опубликованные и не предназначенные к публикации в других изданиях. Статья сопровождается разрешением на опубликование от учреждения, в котором выполнено исследование и представлением от академика НАН РК.

2. Статья представляется в одном экземпляре. Размер статьи не должен превышать 5-7 машинописных страниц (статьи обзорного характера – до 15 стр.), включая аннотацию в начале статьи перед основным текстом, которая должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы (аннотация не менее 1/3 стр. через 1 компьютерный интервал, 12 пт; ), таблицы, рисунки, список литературы (12 пт через 1 компьютерный интервал), напечатанных в редакторе Word 2003, шрифтом Times New Roman 14 пт, с пробелом между строк 1,5 компьютерных интервала, поля – верхнее и нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см. Количество рисунков – не более пяти. В начале статьи вверху слева следует указать индекс УДК. Далее посередине страницы прописными буквами (курсивом) – инициалы и фамилии авторов, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи; затем посередине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа, и город. Последняя страница подписывается всеми авторами. Прилагается электронный вариант на CD-диске.

3. Статьи публикуются на русском, казахском, английском языках. К статье необходимо приложить на отдельной странице Ф.И.О. авторов, название статьи, наименование организации, город, аннотации на двух языках (на казахском и английском, или русском и английском, или казахском и русском), а также сведения об авторах (уч.степень и звание, адрес, место работы, тел., факс, e-mail).

4. Ссылки на литературные источники даются цифрами в прямых скобках по мере упоминания. Список литературы оформляется следующим образом:

1. *Адамов А.А.* Процессы протаивания грунта // Доклады НАН РК. 2007. №1. С. 16-19.

2. *Чудновский А.Ф.* Теплообмен в дисперсных средах. М.: Гостехиздат, 1994. 444 с.

5. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

### ВНИМАНИЕ!!!

**С 1 июля 2011 года вводятся следующие дополнения к Правилам:**

После списка литературы приводится список литературы в романском алфавите (References) для SCOPUS и других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя

список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите (латиница).

В References не используются разделительные знаки («//» и «-»). Название источника и выходные данные отделяются от авторов типом шрифта, чаще всего курсивом, точкой или запятой.

Структура библиографической ссылки: авторы (транслитерация), название источника (транслитерация), выходные данные, указание на язык статьи в скобках.

Пример ссылки на статью из российского переводного журнала:

Gromov S.P., Fedorova O.A., Ushakov E.N., Stanislavskii O.B., Lednev I.K., Alfimov M.V. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1991, 317, 1134-1139 (in Russ.).

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу, используя различные системы. Программа очень простая, ее легко использовать для готовых ссылок. К примеру, выбрав вариант системы Библиотеки Конгресса США (LC), мы получаем изображение всех буквенных соответствий. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

Преобразуем транслитерированную ссылку:

- 1) убираем транслитерацию заглавия статьи;
- 2) убираем специальные разделители между полями (“//”, “-“);
- 3) выделяем курсивом название источника;
- 4) выделяем год полужирным шрифтом;
- 5) указываем язык статьи (in Russ.).

Просьба к авторам статей представлять весь материал в одном документе (одном файле) и точно следовать Правилам при оформлении начала статьи: посередине страницы прописными буквами (курсивом) – фамилии и инициалы авторов, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи; затем посередине строчными буквами – название организации (ий), в которой выполнена работа, и город. Затем следует аннотация и далее текст статьи.

Точно в такой же последовательности следует представлять резюме на двух других языках в том же файле только на отдельной странице (Ф.И.О. авторов, название статьи, наименование организации, город, резюме). Далее в том же файле на отдельной странице представляются сведения об авторах.