

V спешер.

ISSN 0002-3221

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР
АКАДЕМИЯСЫНЫН**

КАБАРЛАРЫ



ИЗВЕСТИЯ

**НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

2010

2

ISSN 0002-3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

КАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

2010

БИШКЕК



№ 2

“ИЛИМ”

СОДЕРЖАНИЕ

MAZMUNU

CONTENTS

Редакционно-издательская коллегия:
 академик НАН КР *Ш.Ж. Жоробекова* (президент НАН КР) (главный редактор),
 академик НАН КР *В.М. Плоских* (вице-президент НАН КР) (зам. гл. редактора),
 академик НАН КР *Д.К. Кудаяров* (вице-президент НАН КР),
 член-корр. НАН КР *Т.Т. Оморов* (вице-президент НАН КР),
Л.В. Тарасова (директор издательства “Илим”)

Редакционный совет:
 академик НАН КР *Ш.Ж. Жоробекова* (президент НАН КР) – председатель,
 академик НАН КР *В.М. Плоских* (вице-президент НАН КР) – зам. председателя,
 академик НАН КР *У.А. Асанов*, академик НАН КР *А.А. Айдаралиев*,
 академик НАН КР *И.Т. Айтматов*, академик НАН КР *Дж.А. Акималиев*,
 академик НАН КР *А.А. Борубаев*, академик НАН КР *А.Ч. Какеев*,
 академик НАН КР *Т.К. Койчуев*, академик НАН КР *М.Т. Мамасаидов*,
 академик НАН КР *Д.М. Маматканов*, академик НАН КР *Ж.Ш. Шаршеналиев*

Секретариат:
 член-корр. НАН КР *И.А. Ашимов* (отв. секретарь),
Л.М. Стрельникова (секретарь)

Журнал основан в 1966 г.

Технический редактор *О.А. Матвеева*
 Компьютерная верстка *М.Р. Фазлыевой*
 Дизайн обложки – *С.И. Чернобривец*

Подписано в печать 28.06.10. Формат 60×84¹/₈.
 Печать офсетная.
 Объем 17,5 п.л., 16,27 уч.-изд. л. Тираж 100 экз.

Издательство “Илим”,
 720071, Бишкек, проспект Чуй, 265 а
 e-mail: ilimph@mail.ru

ДОКЛАДЫ

Ж.Ш. ШАРШЕНАЛИЕВ. Об алгоритме построения математической модели в задачах аналитического конструирования оптимальных регуляторов 7
 Оптималдык регуляторлорду аналитикалык конструкторлоо маселесиндеги математикалык моделди түзүүнүн алгоритми жөнүндө
 On algorithm of mathematical model development in problems of analytical designing of optimal regulators

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ И СЕЙСМОЛОГИИ

А.Г. МАРУФИЙ, А.В. ЦОЙ. Глубинное уплотнение лессовидных грунтов взрывами траншейных зарядов с целью понижения сейсмичности площадки строительства..... 14
 Калың катмар болуп жайгашкан лёсс жер кыртышынын терең казылган арыкка салынган жардыруучу заттар менен тыгыздап курулушту жер титирөөгө туруштугун жогорулатуу
 In-depth compression of loess ground buy explosion of trench chafes a taming to reduce seatmate activity of construction ground

Ю.Г. АЛЕШИН. Алгоритмизация оползневого прогнозирования на основе нейросетевого моделирования 19
 Нейротармактык моделдөөнүн негизинде жер көчкүнү маалымдоонун алгоритмделиши
 Algorithmization of landslide forecasting on the basis of neural networks modeling

Ч.А. ОРМУКОВ, А.Б. ФОРТУНА. Позднеплиоценовые- раннеплейстоценовые отложения Северо-Восточного Тянь-Шаня и их стратификация 28
 Тянь-Шандын түндүк-чыгышындагы эрте плейстоцендук-кечплиоцендук катмарлары жана алардын стратификациясы
 Late Pliocene and early Pleistocene sediments in the North Eastern of Tien-Shan and their stratification

Т.Б. БЕКБОЛОТОВ, Э.С. КОЙЛУБАЕВ. Распределенная система оперативного контроля буровых работ..... 33
 Бурчулоо иштерин оперативдүү контролдоодогу бөлүштүрүү системасы
 The distributed automated system of the operative control of chisel works

К. НУРМАНБЕТОВ, А.Б. ДЖУМАБАЕВА. Сейсмичность глубинных разрывов на примере Северо-Тяньшаньского разлома и геологические признаки сейсмоопасности 38
 Терең жаракалардын (М.: Түндүк-Тянь-Шань) жер титирөөнүн болушуна тийгизген таасири жана алардын геологиялык коркунучарынын белгилери
 Seismic activity of deep-seated faults in terms of Northern-Tien-Shan Fault and geological factors of seismic hazard

В.И. ДОВГАНЬ, А.Г. ФРОЛОВА. О величине землетрясения в точке регистрации..... 42
 Жер титирөөнүн катталган жердеги өлчөмү
 On earthquake magnituda in the registration point

НОВЫЕ ПОДХОДЫ И РАСЧЕТЫ

- А.А. ЧЕКЕЕВ, Г.О. НАМАЗОВА. О построении бикompактного расширения равномерного пространства при помощи равномерно нуль-множеств 47
 Биокompактык кеңүүнүн түзүлүшүнүн мейкиндиктеги бир калыптагы жардамынын – ноль көбөйүүчүлүгү
 On formation of bicomact extension of uniform space using uniform zero sets
- М.М. КИДИБАЕВ. К вопросу об определении профиля поглощенной дозы электронного излучения в материалах с малым эффективным атомным номером 53
 Эффективдүү атомдук номери кичине материалдардын электрондук нурдануудагы профилдик жутулуу өлчөмүн аныктоо маселеси жөнүндө
 Profiling in materials with small effective atomic number
- Г.Ж. ДОРЖУЕВА, Р.А. ТАШТАНОВ, К. УРМАНБЕТОВ. К расчету траекторий плазменных струй в двухструйном плазматроне 59
 Эки агымдуу плазматрондо плазмалык агымдын траекториясын эсепөө
 To calculation of trajectories and plasmas in two-jet plasmatron
- Т.Т. ОМОРОВ, Г.А. КОЖЕКОВА. Синтез адаптивного регулятора многомерной системы управления в условиях параметрической неопределенности 64
 Параметрдик белгисиздигин шартындагы адаптивдик регулятордун синтезинин көп өнчөмдөгү системаны башкаруусу
 Synthesis of an adaptive regulator of a multivariate control system in conditions of parametrical uncertainty
- У.С. КАДЫРКУЛОВ. Металлографическое исследование микропорошковых Cu-Zn сплавов 68
 Cu-Zn эритмелеринин микрокүкүмдөрүнө мателлографикалык изилдөө
 Metallographic study of flour grain Cu-Zn alloys
- Г.С. ДЕНИСОВ, У.К. МАМЫТБЕКОВ. Инфракрасные спектры кристаллов K_2SO_4 и Na_2SO_4 71
 K_2SO_4 жана Na_2SO_4 кристаллдарынын инфракызыл спектрлери
 Infrared spectra of crystals K_2SO_4 and Na_2SO_4

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ, БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИМЕДИЦИНЫ

- Г.А. НАРКОЗИЕВА. Содержание Cu, Zn, Cd и Pb в растительной продукции Ыссык-Атинского района 76
 Ысык-Ата районундагы өсүмдүк продукциясында Cu, Zn, Cd жана Pb камтылышы
 The maintenance of Cu, Zn, Cd AND Pb in vegetables of Isik-Ata region
- Т.С. СЫДЫКОВ, Б.Ж. ОСМОНОВА. Анализ экологических свойств асфальтобетонных смесей, изготовленных из старых асфальтобетонных покрытий 78
 Эски асфальтбетон жабууларынан даярдалган асфальтбетон аралашмасынын экологиялык касиетин изилдөө
 Analysis of ecological properties of asphalt-concrete mixes made from used asphalt covering
- М.Б. БАТКИБЕКОВА, К. УРМАНБЕТОВ, А.М. УСУБАЛИЕВА, Р.А. ТАШТАНОВ. Особенности накопления тяжелых металлов в овощных культурах 81
 Жашылчалардын оор металлдарды топтоо өзгөчөлүктөрү
 Particularities of the heavy metals accumulation in vegetable culture

- А.В. ХАРАДОВ. Краснотелковые клещи (Acariformes: Leeuwenhoeikiidae, Trombiculidae) зайцеобразных (Lagomorpha, Leporidae) Кыргызстана 84
 Кыргызстандагы жумуртка сымал (Lagomorpha, Leporidae) кызыл денечелүү кенелер (Acariformes: Leeuwenhoeikiidae, Trombiculidae)
 There have been studied Harvest mites (Acariformes: Leeuwenhoeikiidae, Trombiculidae) of lagomorphs of Kyrgyzstan
- Р.Н. ИОНОВ, Н.А. ИМАНБЕРДИЕВА, Л.П. ЛЕБЕДЕВА. Высокогорные (криофильные) степи Кыргызстана 88
 Кыргызстандын бийик тоолуу талаалары
 High-mountain (cryophile) steppes of Kyrgyzstan
- З.Б. ЕСИМСИИТОВА, А.М. ТИЛЕНБАЕВ. Гистологическое изучение почек крыс при действии гамма-облучения с применением иммуномоделирующего спецпродукта 94
 Атайын продукттуу иммуномоделдөөнү колдонуу менен келемиштин бөйрөгүндөгү гамма-шооласынын таасири гистологиялык изилдөө
 Histological study of rats' kidney under the effect of gamma irradiation using immunomodulatory special product
- Н.М. АЛДАШЕВА. Фолатный метаболизм и врожденные пороки развития 96
 Тубаса жетишсиздиктин өнүгүшү жана фолаттык метаболизм
 Folate metabolism and birth deformities

ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

- В.Е. ЖАВОРОНКОВ. Изучение конформационных изменений пиранозного цикла при аномеризации α -D-глюкозы в пиридине методом инфракрасной спектроскопии 100
 D-глюкозаны пиридинде аномеризациялоодо пираноз шакекчесинин конформациялык өзгөрүүлөрүн инфракызыл спектроскопиялык жол менен изилдөө
 Studies by method infrared spectroscopy conformational changes pyranose ring for anomerization D-glucose in pyridine
- А.А. БАКИРОВА. Использование реактива Lowesson в органическом синтезе 103
 Органликалык синтездеги Lowesson реактивин пайдалануу
 Use of "Lawesson" reagent in the organic synthesis
- Г.А. БАКИРОВА. Частичный кислотный гидролиз глюкоманнана из E.Cristatus 108
 E.Cristatus тан бөлүнгөн глюкоманнанды жарым-жартылай кислоталык гидролиздөө
 Partial acid hydrolysis of glucomannanes from E. Cristatus plant
- К. ТУРДУМАМБЕТОВ, З.С. АЖИБАЕВА, Г.К. УСУБАЛИЕВА, Ж. ДЖОРУПБЕКОВА, Р.А. ГОНЧАРОВА. Глюкофруктаны различного происхождения, их физико-химическая характеристика 111
 Жаратылыштагы ар кандай глюкофруктандар, алардын физико-химиялык касиеттери
 The glucofructanes of different origin, their physical and chemical characteristics

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

- А.Н. АЮПОВ. Возможность и необходимость развития конкуренции в отдельных секторах национальной экономики Кыргызстана..... 115
 Кыргызстандагы улуттук экономиканын айрым секторлорунда конкуренциянын өсүшүнүн зарылдыгы жана мүмкүндүгү
 Possibility and necessity of development of competition in certain sectors of the national economics of Kyrgyzstan
- С. АЛЫЛМАЗ. А Кірчак Marker in Qobustan 117
 Кобустандагы тамгилар жина петроглифтар
 Тамги и петроглифы в Кобустане
- А.Н. АЮПОВ. Вопросы обеспечения устойчивой трансформации национальной экономики..... 125
 Улуттук экономиканы туруктуу трансформациялоо камсыздоо маселелери
 Issues of providing sustainable transformation of national economics
- А.М. ЭШИЕВ. Орто кылымдардагы илим-билимдин чыгыш менен батыштын маданий-маалыматтык мейкиндигиндеги интегративдик орду..... 127
 Интеграционная роль средневекового научного знания в культурно-информационном мире Востока и Запада
 Integration role of medieval scientific knowledge in the cultural and information world of the East and the West

ЮБИЛЕИ

- Р.Дж. Дженчураева..... 130
- М.У. Усубакунов..... 132
- М.М. Кидибаев..... 134
- П.С. Панков..... 135

ДАТЬ ПАМЯТИ

- А.А. Алтымышев 137

ДОКЛАДЫ

УДК 681.5.01 (575.2) (04)

Об алгоритме построения математической модели в задачах аналитического конструирования оптимальных регуляторов

Ж.Ш. ШАРШЕНАЛИЕВ – академик НАН КР

There has been considered algorithm of mathematical model development in problems of analytical designing of optimal regulators.

Традиционный синтез сложных систем автоматического управления предполагает составление математической модели процесса и последующую разработку управляющего устройства (регулятора) с заданным критерием качества регулирования. Если качество регулятора не соответствует заданным требованиям, то необходимую поправку осуществляют путем введения в схему регулятора специальных корректирующих устройств.

Такой подход и составляет задачу инженерного синтеза, т.е. заключается в выборе структуры системы и расчете параметров ее основных элементов, соответствующих общим тактико-техническим требованиям. Это видно на примере рассмотрения блок-схемы системы автоматического управления полетом летательного аппарата (ЛА), где используются корректирующее и измерительно-наблюдающее устройства (рис. 1).

Задача

- обнаружение отклонения ЛА от заданного курса, определение направления и величины этих отклонений;
- формирование управляющих сигналов на исполнительные органы, в соответствии с информацией об отклонениях.

Задачей корректирующего устройства является поддержание статических и динамических

характеристик как всей системы, так и отдельных ее элементов.

Возникает проблема: как построить математическую модель для таких типовых систем управления.

На рис. 2 приведена общая схема построения математической модели при синтезе сложных систем управления. Элементы, используемые в конструкции системы, могут быть реализованы по-разному.

Задачу синтеза со сложными математическими моделями можно реализовать современными методами теории оптимизации, но во всех случаях основными фундаментальными составляющими задачи являются: цель управления, программа и обратная связь.

Как видно из рис. 2, при создании любой динамической системы мы сталкиваемся с неопределенностью, так как без дополнительных исследований нельзя отдавать предпочтение той или иной фазовой координате. Эту трудность можно обойти введением матрицы неопределенных коэффициентов Q .

Такие системы всегда являются многокритериальными, решение которых всегда неоднозначно, вследствие чего имеем дело с проектированием ни одной системы, а некоторого множества си-



Рис. 1. Блок-схема системы регулирования.

стем. Среди этих множеств содержится нужный вариант, но каждому значению коэффициентов матрицы Q соответствует определенная конструкция системы. Как видно из рис. 2, промежуточным этапом синтеза САУ с заданными качествами является решение многокритериальной задачи, как следствие нечетко сформулированной цели. Бескомпромиссная формулировка требований к системе, при многих неопределенностях, очень трудна.

На начале этапа проектирования необходимо сформулировать требования к системе в терминах характеристик, инвариантных по отношению к внешней среде, т.е. необходима организация частных критериев. Частные критерии надо определить так, чтобы они зависели только от конструктивных параметров и характеристик системы. Например, если каждому частному варианту системы соответствует некоторый набор параметров $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $x \in X$, где X – множество возможных альтернатив системы, то образуется некоторый векторный критерий $Y(x) = \{y_1(x), y_2(x), \dots, y_n(x)\}$.

В отличие от известного в инженерной практике метода проб и ошибок, метод аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР), предложенный Р. Калманом и А.М. Летовым [1, 2], является наиболее совершенным способом проектирования.

В теории и практике проектирования систем автоматического управления существует множество задач оптимизации. Однако при всем разнообразии таких задач можно указать примерную

последовательность этапов, которые необходимо выполнить, чтобы получить решение поставленной технической задачи [3].

1. *Техническая постановка задачи и выбор технического критерия оптимизации.* На основе этого этапа строится как математическая модель объекта управления, так и математическая зависимость, определяющая критерий оптимизации. Степень сложности указанных математических объектов определяет на следующих этапах степень сложности их реализации.

2. *Математическая постановка задачи.* Этот этап относится к числу наиболее важных и трудоемких как по содержанию, так и по времени его реализации. На основе технической постановки задачи, строится математическая модель объекта в форме системы операторных уравнений – дифференциальных, интегральных, разностных, дифференциально-разностных, дифференциально-интегральных и т.д.

Математическая модель объекта строится различными путями в зависимости от многих факторов: степени изученности объекта, полноты знания физических процессов, характеризующих поведение объекта и т.д.

Математические модели можно построить следующими способами: на основе теоретических исследований, предполагающих изучение физических процессов, протекающих в объекте; логического анализа, с учетом предыдущего опыта проектирования; экспериментального изучения и сопоставления входных и выходных сигналов (идентификация). После построения математи-

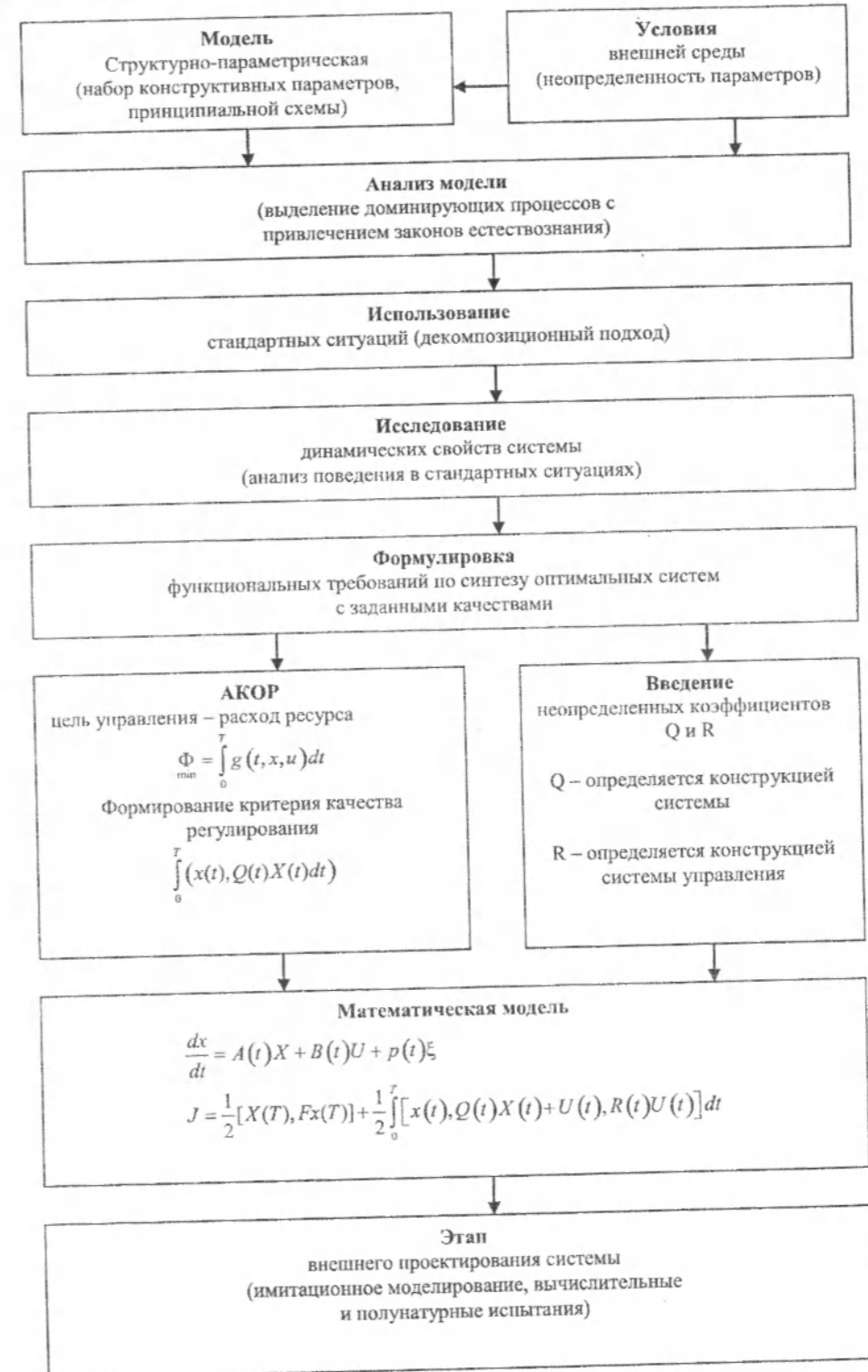


Рис. 2. Алгоритм синтеза многокритериальной САУ с требуемым качеством.

ческой модели различными способами делается оценка области ее применимости.

На этом этапе выбираются компоненты вектора управления, управляющие параметры (например, параметры звеньев, которые конструктивно не заданы и их можно изменять, с целью улучшения показателя качества) и возмущения. Устанавливаются фазовые координаты, и, таким образом, строится пространство состояний объекта.

При проектировании оптимальных систем учитываются естественные и условные ограничения, которые накладываются как на компоненты вектора управления, так и на фазовые координаты. Например, ограничения на фазовые координаты могут быть заданы в виде условий принадлежности вектора $X(t)$ некоторому замкнутому множеству X^0 :

$$X(t) \in X^0 \subset R^n \text{ для любого } t \in [0, T].$$

Переменные, характеризующие состояние объекта, всегда ограничены по модулю в силу естественных свойств системы. На переменные могут накладываться специальные ограничения, учитывающие условия эксплуатации.

Принадлежность вектора $X(t)$ некоторому множеству точек n -мерного пространства может определяться, например, запасами механической прочности для ЛА. Так, поскольку большим углом атаки соответствуют большие нормальные ускорения, которые могут вызвать поломку приборов, то угол атаки летательного аппарата ограничивают некоторым допустимым значением α .

Аналогично, поскольку большая скорость летательного аппарата при входе в атмосферу приводит к значительному повышению температуры, ограничения накладываются и на скорость аппарата. Условия нормальной коммутации на коллекторе, предельно допустимая температура изоляции обмоток ограничивают величину тока якоря электродвигателя постоянного тока.

Аналогично, для вектора управления можно записать

$$Y(t) \in Y^0 \subset R^m \text{ для любого } t \in [0, T].$$

Задачи формулировки начальных или краевых условий (в зависимости от содержания задачи), выбора критерия, оценивающего качество управления, также решаются на втором этапе.

3. Предполагается, что задача оптимизации полностью формально поставлена. Выбирается математический метод оптимизации. Известные методы оптимизации требуют задать математическую модель объекта на языке этого метода. Поясним сказанное. Принцип максимума Пон-

трягина требует задания модели объекта в форме системы дифференциальных уравнений первого порядка (нормальная форма Коши). Методы, использующие L-проблему моментов, требуют задания объекта в форме векторно-матричного интеграла Коши.

Следовательно, выбор математического метода зависит от того, в какой форме построена математическая модель объекта. Не исключена ситуация, когда модель "подгоняется" под метод оптимизации. Например, по системе дифференциальных уравнений линейного объекта может быть построен соответствующий векторно-матричный интеграл Коши, а для решения задачи оптимизации используется L-проблема моментов, методы которой для линейных объектов обладают определенными преимуществами перед принципом максимума Понтрягина.

4. Выбор численных методов, реализующих метод оптимизации. Например, принцип максимума Понтрягина требует решения систем дифференциальных уравнений, однако для их решения могут быть применены разные численные методы: Эйлера, Адамса, Милна, Рунге-Кутты и т.д.

Присутствует и операция интегрирования (при реализации метода Нейштадта), для численной реализации которой могут быть использованы формулы трапеций, Симпсона и т.д. Поэтому на четвертом этапе выбираются конкретные численные методы для реализации всех этапов метода оптимизации.

5. Разрабатывается и отлаживается программа для решения задачи оптимизации на ЭВМ. С помощью программы решается поставленная техническая и эквивалентная математическая задача; проводится анализ полученного решения и делается оценка точности и достоверности предварительных результатов. В задачи пятого этапа входит также корректировка численных методов с целью улучшения точности и вычислительной эффективности алгоритма.

6. На основе анализа, полученного на пятом этапе решения задачи оптимизации, и с учетом результатов реализации первого этапа осуществляется корректировка как всей математической задачи, так и отдельных ее элементов; исследуется возможность упрощения модели; результаты решения математической задачи служат исходной информацией для уточнения формулировки технической задачи.

Далее весь процесс повторяется.

Допустим, что имеется задача об управлении движением ЛА из состояния А в состояние В. Состояние системы определяется набором фазовых координат x_1, x_2, \dots, x_n , которые изменяются во времени в силу следующего дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x, u, \xi) \quad (1)$$

Здесь $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор функции времени;

$f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ – вектор функции, составляющей которой определяются конструкцией управляющей системы и законами физики;

$u = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ – вектор управляющих воздействий на объект управления (ОУ).

$$u \in U; \quad (2)$$

$\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ – возмущения, действующие на систему;

$$x(t_0) = x^0 \quad (3)$$

– начальное состояние ОУ.

Теперь переходим к формулировке цели управления.

Пусть система в заданный момент времени $t = T$ должна попасть в заданное состояние

$$x(T) = x^1 \quad (4)$$

Однако цель управления может быть достигнута по разным траекториям. При движении системы обязательно затрагивается определенный конкретный ресурс, расход которого $g(t, x, u)$ зависит от 3 величин: времени, координат и управления.

Следовательно, качество траектории определяется суммарным расходом ресурса

$$\Phi = \int_{t_0}^T g(t, x, u) dt \quad (5)$$

При этом, чем меньше значение Φ , тем траектория лучше.

Условия (1) – (5) позволяют сформулировать постановку задачи о программном управлении движением САУ.

Программа – это желаемый заданный закон движения ОУ, приводящий к цели с наилучшим качеством.

Для составления программы необходимо ясно понимать сущность задачи управления. Сначала программу определяют, отвлекаясь от отдельных деталей, происходящих во время работы системы. При этом одновременно используя дополнительные соображения о простоте, симметрии и т.д.

В результате исходную задачу (1) заменяют более простой задачей:

$$\frac{dz}{dt} = \varphi(t, z, v) \quad (1')$$

При этом часть фазовых координат x фиксируется и порядок системы (1') становится меньше порядка системы (1). Также пренебрегают действием возмущений ($\xi = 0$).

Теперь задача о программном движении системы формулируется так:

Найти управление $v = v(t)$ и соответствующую ему программную траекторию $z = z(t)$, доставляющие минимум функционалу (5) при условиях (1') и (2) – (4), в которых надо заменить x на z и u на v .

Здесь задача о выборе программной траектории движения системы сформулирована как задача оптимального управления.

Для её решения разработан принцип максимума Понтрягина (ПМ), (процедура отбора лучшей траектории из множества доступных). ПМ дает возможность построить программное управление $\bar{v} = \bar{v}(t)$ и программную траекторию $\bar{z} = \bar{z}(t)$.

Необходимо учесть, что помехи сбивают систему с программной траектории. Поэтому необходимо так сконструировать САУ, чтобы она стабилизировала программное движение.

Но в свою очередь, чтобы наилучшим образом стабилизировать программное движение, необходимо построить математическую модель с учетом принятого решения.

При вычислении программной траектории обычно пренебрегают возмущением, в силу малости по сравнению с другими силами, приводящими систему в движение.

Считая, что действия возмущений бесконечно малы, можно линеаризовать уравнение (1) в окрестности программной траектории.

О выборе качества процесса регулирования

Процесс в любой системе тем лучше, чем меньше по величине фазовые координаты системы x_i и чем быстрее она затухнет. Но фазовых координат много, $i = \overline{1, n}$, и отклонение одних координат может быть значительно опаснее отклонения других. Встает проблема – каждой из координат придать вес, чтобы их сравнивать.

Отсюда возникает идея характеризовать качество процесса регулирования интегралом.

$$\int_{t_0}^T [x(t), Q(t)x(t)] dt, \quad (6)$$

где $Q(t)$ – матрица из элементов, задающих взаимные веса координат вектора $x(t)$. В общем случае матрица $Q(t)$ симметричная и неотрицательно определенная. Чем меньше интеграл, тем лучше качество регулирования.

Очень важно отметить, что цель управления, т.е. точное достижение условия (4), невозможно из-за наличия обязательных промахов. Естественно, чем меньше промахи, тем выше качество процесса регулирования. Поэтому к интегралу (6) следует добавить терминальное слагаемое $(x(T)Fx(T))$, где F – также симметричная неотрицательно определенная матрица.

В САУ ресурс регулирования дефицитен. Чем меньше затраты ресурса регулирования, тем лучше для всего процесса. Тогда возникает мысль добавить еще интеграл

$$\int_{t_0}^T (u(t), R(t)u(t)) dt, \quad (7)$$

где $R(t)$ – положительно ориентированная матрица. Это означает и соответствует тому, что затраты ресурса регулирования равны нулю, если равно нулю само регулирующее воздействие. Матрица $R(t)$ определяется физической конструкцией системы управления.

Теперь мы имеем полную информацию относительно условий функционирования системы (измерения были безошибочными). Сформулируем задачу синтеза САУ как задачу оптимизации.

Найти закон управления в классе $u = u(t, x)$, доставляющий минимум функционалу.

На практике программное оптимальное управление часто удается построить лишь теоретически.

Движение конкретной системы отличается от поведения описывающей математической модели, поэтому требуется дополнительная коррекция (регулятор), минимизирующая возникшее рассогласование. В теории построения дополнительных регуляторов используется метод АКОР, разработанный А.М. Летовым [2]

Пусть имеем модель вида (1)

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= f(x, t, u), \\ x(t_0) &= x^0. \end{aligned} \quad (8)$$

Допустим, что при заданных начальных условиях x^0 найдено оптимальное, в определенном смысле, программное управление u_0 . При этом программная траектория x_0 получается, как решение модели (8) при $u=u_0$. Тогда сигнал рассогласования $\varepsilon = x - x_0$ должен компенсироваться дополнительным управлением v , так чтобы $u = u_0 + v$. Тогда уравнение ошибок в вариациях

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = A(t)\varepsilon + B(t)v, \quad (9)$$

где элементы матриц $A(t)$ и $B(t)$ – известные функции времени, определяемые программной траекторией.

Задача заключается в том, чтобы с помощью дополнительного управления $v(t)$ сводить к нулю отклонение ε , обеспечивая устойчивость и необходимое качество программного движения исходной системы.

Как критерий качества примем квадратичный функционал.

В общем случае этот критерий (рис. 2) представим в виде суммы.

$$\begin{aligned} J &= \frac{1}{2} \varepsilon^T(T) F \varepsilon(T) + \\ &+ \frac{1}{2} \int_{t_0}^T [\varepsilon^T(t) Q(t) \varepsilon(t) + v^T R(t) v(t)] dt, \end{aligned} \quad (10)$$

где F и $Q(t)$ – заданные неотрицательно определенные симметричные матрицы типа $(n \times n)$, $R(t)$ – заданная положительно определенная матрица типа $(r \times r)$, T – конечный фиксированный момент времени.

Используя метод динамического программирования и принцип максимума, можно найти условие оптимального регулирования в смысле критерия качества (10).

Для этого необходимо решить одно матричное дифференциальное уравнение Риккати:

$$\begin{aligned} \frac{dk}{dt} &= -KA(t) - A^T(t)K + \\ &+ KB(t)R^{-1}(t)B^T(t)K - Q(t), \\ K(T) &= F, \end{aligned} \quad (11)$$

относительно симметричной положительно определенной матрицы K .

Искомая оптимальная коррекция v_0 определится как

$$v_0(t) = -R^{-1}(t)B^T(t)K(t)\varepsilon. \quad (12)$$

В этом случае функцию оптимального регулирования можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \frac{d\varepsilon_0}{dt} &= A(t)\varepsilon_0 - B(t)R^{-1}(t)B^T(t)K(t)\varepsilon_0 = \\ &= [A(t) - B(t)R^{-1}(t)B^T(t)K(t)]\varepsilon_0. \end{aligned} \quad (13)$$

Одной из особенностей решения уравнения Риккати (11) является то, что с помощью матрицы $K(t)$ можно вычислить минимальное значение критерия качества J , т.е.

$$\min J = \frac{1}{2} \varepsilon^T(t_0) K(t_0) \varepsilon(t_0).$$

Отсюда видно: оптимальное значение J есть квадратичная форма относительно начального состояния. Это дает возможность оценить область начальных условий, для которых минимальное значение критерия качества не превосходит конкретного заданного числа.

В линейных задачах оптимальной стабилизации необходимо найти допустимое управление $v = v[t, x]$, чтобы решение системы (1) было асимптотически устойчиво, а критерий качества имел минимальное значение.

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{\infty} [e^T(t) Q e(t) + v^T(t) R v(t)] dt. \quad (14)$$

Критерий (14) обеспечивает незначительность отклонений состояний замкнутой системы от требуемого значения в установившемся режиме. Быстрое убывание $\varepsilon(t)$ иногда достигается с помощью больших управлений, однако при этом член $v^T(t)Rv(t)$ будет велик. Матрицы Q и R играют роль весовых коэффициентов, учитывающих указанные выше факторы.

В простейшем случае, когда матрицы A , B , Q и K постоянны и матрица K в (12) также постоянна, алгебраическое уравнение Риккати имеет вид.

$$KA + A^T K - KBR^{-1}B^T K + Q = 0.$$

Это позволяет осуществить упрощенный, легкий синтез оптимальной системы (13).

Как видим, процесс управления во многом зависит от матрицы Q , варьируя элементы которой, можно добиваться желаемого вида процесса.

Теперь, после того, как решена задача синтеза управляющей системы, встает вопрос: как сконструировать регулятор?

Имея математическую модель процесса регулирования и возможность выбора подходящей матрицы Q , можно построить структурную схему управления. При этом в распоряжении конструктора имеется достаточно богатый выбор элементов, позволяющих реализовать нужную схему.

Задача синтеза решается на основе её фундаментальных составляющих – цель управления, программа и обратная связь.

Литература

1. Калман Р.Е. Об общей теории систем управления // Тр. 1 конгресса ИФАК. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – Т. 2. – С. 521–547.
2. Летов А.М. Аналитическое конструирование регуляторов // Автоматика и телемеханика. – 1960. – №4–6. – 1961. – №4.
3. Дмитриев А.Н., Егунов Н.Д., Шаршеналиев Ж.Ш. Спектральные методы анализа, синтеза и идентификации систем управления. – Фрунзе: Илим, 1986. – 234 с.

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ И СЕЙСМОЛОГИИ

УДК 624.131.23 (575.2) (04)

Глубинное уплотнение лессовидных грунтов взрывами траншейных зарядов с целью понижения сейсмичности площадки строительства

А.Г. МАРУФИЙ – докт. техн. наук, профессор,
А.В. ЦОЙ – канд. техн. наук, доцент
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан

In article is analyzed efficiency technology of compactions of structured unstable ground ay the underground blast. These technologies were used for building activity, which are built on complex land in conditions of a high seismicity of territory. Comparative results of the fluctuations artificially compacted and of the natural arraies of the land in consequence of underground blast is shown in this article.

Инженерно-геологические условия регионов Центральной Азии характеризуются повышенной сейсмичностью и залеганием с поверхности мощного слоя (толщиной более 10 м) лессовидных (лессовых) просадочных грунтов, имеющих высокую пористость, находящихся в природно-сухом или в увлажненном из-за техногенных факторов состояниях.

Согласно положений стандарта [1] при расчете конструкций и оснований на особые сочетания нагрузок учитываются только нагрузки от сейсмических воздействий. Однако при наличии просадочных грунтов следует учитывать весьма высокую вероятность наложения усилий, возникающих в конструкциях от сейсмических воздействий, на уже накопленные усилия от неравномерных просадок грунтов оснований [2].

В соответствии со стандартом [3] одним из технических мероприятий, позволяющих обе-

спечить прочность и нормальную эксплуатацию зданий на просадочных грунтах, является устранение просадочных свойств грунтов в пределах всей просадочной толщи. При возможном замачивании недостаточно уплотненных грунтов консистенция их может увеличиваться до $I_L > 0,5$ и, поэтому, в соответствии со стандартом [4], для районов с сейсмичностью 9 баллов сейсмичность площадки строительства становится выше 9 баллов. Категория грунтов по сейсмическим свойствам в зависимости от влажности нормируется по показателю консистенции I_L , при этом пороговым значением считается $I_L = 0,5$. Сейсмические свойства лессовых грунтов определяются также значениями коэффициента пористости e , его критические значения по СНи П [4] составляют для суглинков 0,9.

При устранении просадочных свойств в пределах всей просадочной толщи уплотнением

плотность грунта необходимо доводить до значений коэффициента пористости $e < 0,7$ [5] (что соответствует значению плотности грунта в сухом состоянии $\rho_d < 1,55 \text{ г/см}^3$), тогда любое возможное замачивание повысит консистенцию I_L лишь до значений 0,3–0,4, соответствующих тугопластичному состоянию суглинков, поэтому не приведет к возрастанию сейсмичности площадки по сравнению с сейсмичностью района и, следовательно, надежность здания на сейсмические воздействия повышается [2, 5].

В г. Ош на сложных в инженерно-геологическом отношении территориях (мощность толщи просадочных грунтов более 20 м, сейсмичность района 9₂ баллов) возведено несколько микрорайонов с многоэтажной застройкой (микрорайоны Тюлейкен, Анар, МЖК, Черемушки). В геолого-литологическом строении территорий, отведенных под строительство, принимают участие аллювиально-пролювиальные отложения, представленные толщей лессовидных суглинков мощностью 15–30 м и подстилающими галечниковыми грунтами с песчано-глинистым заполнителем. Суглинки и супеси находятся во влажном состоянии (влажность немного выше влажности на границе раскатывания), имеют коэффициент пористости более 0,9, просадочны при замачивании.

При строительстве большинства зданий в микрорайонах Тюлейкен, Анар, МЖК в качестве мероприятий по устранению просадочности грунтов с одновременным повышением их сейсмической устойчивости впервые в Центральной Азии применялась технология уплотнения толщ грунтов энергией взрывов траншейных зарядов (траншейная технология) [6, 7]. Описание этой технологии и оценка эффективности ее использования анализируется в данной статье на примере устройства уплотненного основания дома №4 микрорайона МЖК г. Ош (см. рисунок). Верхний слой грунтов мощностью 25–26 м представлен лессовидными суглинками влажностью (W) от 17 до 24% (нормативной 19%), плотностью сухого грунта (ρ_d) от 1,35 до 1,60 г/см^3 (нормативной 1,41 г/см^3), коэффициент пористости грунта (e) составляет 0,75–1,07 (нормативный 0,9). Нормативное значение влажности на границе раскатывания составляет 18%, а влажности на границе текучести – 28%. В интервале давлений 0–0,3 МПа модуль деформации грунта составляет 3,7–8,2 МПа, коэффициент относительной просадочности – от 0 до 0,057. В толще суглинков в некоторых местах имеются небольшие замкнутые

прослой супеси. Нормативные значения угла внутреннего трения (срез грунта консолидированный при влажности на границе раскатывания) составляют 23°, удельного сцепления – 0,029 МПа.

Работы по уплотнению грунтов основания дома №4 осуществлялись следующим образом. Участок под дом был разбит на две технологические захватки размером 20 x 30 м каждая. На каждой из этих захваток отрывались параллельные ряды траншей глубиной 4 м с расстоянием между осями 5 м (всего 6 траншей длиной 20 м каждая на одной захватке). В траншеи укладывались рукавные заряды с расходом ВВ (гранулированный аммонит 6ЖВ) 10 кг/м. Траншеи засыпались вынутым грунтом. Производилось короткозамедленное взрывание двух серий зарядов (3 группы зарядов по 200 кг в группе с интервалом замедления 50 мс в каждой серии). После проведения взрывов взрыхленный грунт выравнивался бульдозером, затем на этой же захватке осуществлялась отрывка параллельных друг другу траншей глубиной 2 м на расстоянии 3 м друг от друга (всего 8 траншей длиной 30 м каждая). В траншеи помещался заряд ВВ с расходом 3 кг/м. Траншеи засыпались. Производилось короткозамедленное взрывание зарядов (4 группы по 180 кг в группе с интервалом замедления 50 мс).

Контроль качества уплотнения грунтов осуществлялся по образцам грунта, отобранным из вручную откопанного шурфа глубиной 15 м. Ниже глубины 15 м образцы грунта отбирались из буровых скважин с помощью обуривающих и вдавливаемых грунтоносов (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что от взрывных воздействий грунты получили дополнительное уплотнение до глубины 20 м. К сожалению, по техническим возможностям извлечь образцы грунта с глубин ниже 20 м не удалось.

При проведении взрывных работ учитывали сейсмическую безопасность существующей окружающей застройки. В радиусе ближе 100 м были проведены сейсмозащитные мероприятия: устройство сейсмоотсекающих траншей, скважинно-взрывные экраны, ориентация взрывных траншей, задание направления детонации зарядов, короткозамедленные взрывы. Сейсмический эффект находящихся на расстоянии 50–60 м от центра взрыва составил не более 4 баллов для зданий и сооружений, находящихся за пределами сейсмоопасной зоны, на расстоянии 200–300 м от взрывов – 3–4 балла (по шкале MSK – 64), а для зданий на расстоянии 500–1000 м – 2–3 балла.

Таблица 1
Значения плотности в сухом состоянии ρ_d и влажности W образцов грунтов, залегающих по глубине в основании дома №4

| Глубина отбора, м | До уплотнения | | После уплотнения взрывами | |
|-------------------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| | ρ_d , г/см ³ | W, % | ρ_d , г/см ³ | W, % |
| 2 | 1,37 | 18,2 | 1,54 | 16,5 |
| 4 | 1,37 | 18,4 | 1,59 | 16,0 |
| 5 | | | 1,62 | 18,4 |
| 6 | 1,41 | 19,6 | 1,54 | 17,2 |
| 7 | 1,43 | 20,1 | 1,53 | 18,0 |
| 8 | 1,43 | 18,1 | 1,46 | 19,0 |
| 9 | | | 1,48 | 22,0 |
| 10 | 1,32 | 21,0 | 1,53 | 18,8 |
| 12 | 1,38 | 19,0 | 1,41 | 17,0 |
| 14 | 1,44 | 17,9 | 1,51 | 17,0 |
| 16 | 1,33 | 17,6 | 1,50 | 19,0 |
| 18 | 1,49 | 17,4 | | |
| 20 | 1,47 | 19,6 | 1,65 | 17,3 |
| 22 | 1,54 | 23,1 | | |
| 24 | 1,54 | 21,4 | | |
| 26 | 1,49 | 20,4 | | |
| 28 | 1,49 | 22,5 | | |

Для определения степени снижения расчетной сейсмичности площадок строительства, на которых было произведено уплотнение грунтов, были проведены специальные эксперименты, заключающиеся в измерении колебаний от сейсмо-взрывных воздействий искусственно уплотненных и находящихся в состоянии естественного залегания массивов лессовых грунтов.

Исследования проводились на котлованах двух экспериментальных площадках. На одной из них – микрорайон МЖК г. Ош (позиция 2 на рис.) находились котлованы четырех строящихся объектов, котлован дома №4 (обозначены в табл. 2–4 как 1А, 1Б, 2А). Мощность толщи лессовых суглинков в котлованах этих объектов составляет 25–29 м, из которых верхние 10–16 м были искусственно уплотнены до значений плотности грунта в сухом состоянии $\rho_d = 1,5–1,75$ г/см³ по технологии взрывов траншейных зарядов.

На другой экспериментальной площадке (позиция 3 на рис.) находились котлованы двух объ-

ектов (обозначены в данной статье номерами 4 и 6). Мощность толщи лессовидных суглинков и супесей в этих котлованах составляет 6 м. Грунты на всю глубину этой толщи в два приема были искусственно уплотнены тяжелой трамбовкой (вес трамбовки – 5 т, высота сброса – 6 м). Значения плотности грунтов в сухом состоянии ρ_d после уплотнения в интервале глубины 3–6 м составили 1,5–1,55 т/м³ (при влажности $W = 20–25\%$), а в интервале глубины 0–3 м $\rho_d = 1,6–1,8$ т/м³. Грунты естественного залегания рядом с котлованами имели значения ρ_d 1,40–1,50 т/м³ и $W = 20–25\%$.

Степень снижения расчетной сейсмичности площадок строительства определяли путем сравнения параметров колебаний поверхности от взрывных воздействий рядом расположенных уплотненных и неуплотненных массивов грунтов. Сейсмозврывные воздействия создавались с помощью камуфлетных взрывов зарядов ВВ в скважинах глубиной 11–14 м и диаметром 150 мм каждая. Масса заряда ВВ в одной скважине составляла 84 кг. Были осуществлены 4 группы взрывов со следующими характеристиками:

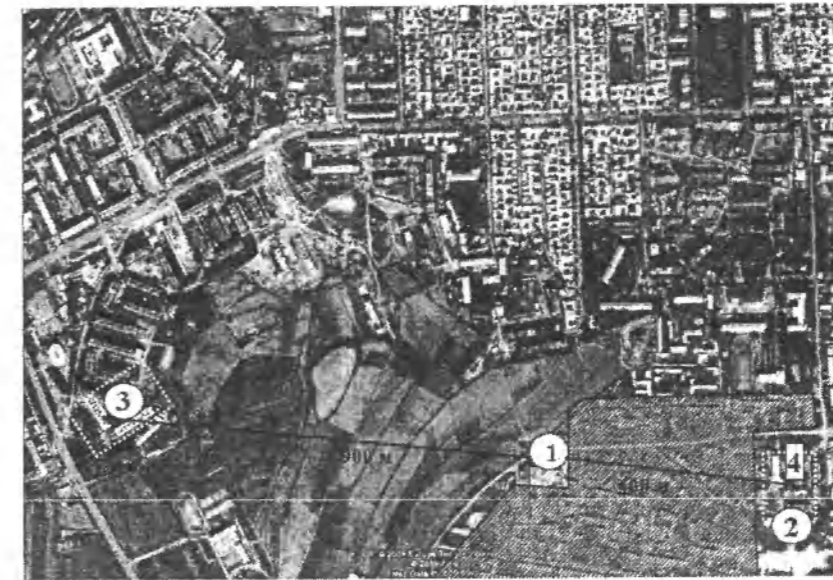
1 группа – одновременно взорвано 336 кг ВВ (4 скважины) на расстоянии 400 м от исследуемого объекта, **2 группа** – короткозамедленный взрыв 3 пар скважин с массой 168 кг ВВ в каждой паре с замедлением 0,5 с между взрывами пар (на расстоянии 400 м от исследуемого объекта), **3 группа** – одновременный взрыв 504 кг ВВ (6 скважин) на расстоянии 950 м от исследуемого объекта, **4 группа** – одновременный взрыв 588 кг ВВ (7 скважин) на расстоянии 950 м от исследуемого объекта.

Колебания грунтов от взрывов измеряли 12-канальным осциллографом К-12-22 и сейсмоприемником ОСП-2М (табл. 2–4). Установлено, что:

☞ интенсивность сейсмических колебаний уплотненной толщи лессовых грунтов (горизонтальная составляющая) уменьшилась по сравнению с интенсивностью колебаний на грунтах естественного залегания;

☞ для отдельных максимальных значений ускорения колебаний грунта уменьшилось почти в 2 раза, т.е. сейсмичность площадки строительства понизилась на один балл;

☞ для средних значений ускоренных колебания грунта уменьшилась в 1,5 раза, т.е. расчетная сейсмичность площадки строительства снизилась на 0,5 балла.



Район г. Ош со спутника (Google, Планета Земля, 2007 г., заштрихована площадь, которая до 1993 г. была занята сельскохозяйственными полями): крупные прямоугольники – 5-этажные крупнопанельные, 4-этажные кирпичные и 3-этажные каркасные здания, мелкие прямоугольники – одноэтажные дома частной застройки, преимущественно из кирпича-сырца и деревянных потолков; 1 – место расположения площадки для проведения опытных взрывов, 2 – котлованы объектов микрорайона МЖК г. Ош, 3 – котлованы домов №1 и №2 микрорайона Анар г. Ош, 4 – котлован дома №4 микрорайона МЖК.

Таблица 2

Изменение уровня сейсмических колебаний строительных площадок

| № котлована | № группы взрывов | Горизонт. | Вертикальн. | Горизонт. | Вертикальн. |
|------------------|------------------|--------------|-------------|-----------|-------------|
| | | максимальные | | средние | |
| 1А | 1 | 1,47 | 0,88 | 1,63 | 0,75 |
| | 2 | 2,04 | 0,69 | 2,06 | 0,65 |
| 1Б | 1 | 4,76 | – | 1,44 | – |
| | 2 | 2,84 | – | 1,79 | – |
| 2А | 3 | 2,38 | – | 2,04 | – |
| | 4 | 1,96 | – | 2,0 | – |
| 4 | 1 | 1,4 | – | 0,93 | – |
| | 2 | 1,98 | – | 1,55 | – |
| | 3 | 1,83 | – | 0,98 | – |
| | 4 | 0,99 | – | 1,37 | – |
| 6 | 3 | 1,08 | 1,10 | 1,12 | 1,27 |
| | 4 | 1,16 | 1,35 | 1,13 | 1,4 |
| Средние значения | | 1,99 | 1,01 | 1,50 | 1,02 |

Максимальные значения кинематических параметров колебания грунтов

Таблица 3

| № группы | Грунт естественного залегания | | Номера котлованов с уплотненными грунтами | | | | | | |
|----------|-------------------------------|---------------------|---|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 1А | | 1Б | 2А | 4 | 6 | |
| | гориз. | верт. | гориз. | верт. | гориз. | гориз. | гориз. | гориз. | верт. |
| 1 | <u>20,0</u> 0,14 | <u>12,8</u> 0,13 | <u>13,6</u> 0,11 | <u>14,5</u> 0,17 | <u>4,2</u> 0,17 | – | <u>14,3</u> 0,2 | – | – |
| 2 | <u>23</u> 0,15 | <u>7,8</u> 0,21 | <u>11,3</u> 0,14 | <u>18,0</u> 0,11 | <u>8,1</u> 0,11 | – | <u>11,6</u> 0,11 | – | – |
| 3 | <u>20</u> 0,14 | <u>21,8</u> 0,11 | – | – | – | <u>8,4</u> 0,11 | <u>10,9</u> 0,10 | <u>18,6</u> 0,10 | <u>10,5</u> 0,12 |
| 4 | <u>26,4</u> 0,11 | <u>21,8</u> 0,11 | – | – | – | <u>13,5</u> 0,1 | <u>26,8</u> 0,19 | <u>22,8</u> 0,1 | <u>16,1</u> 1,12 |

Здесь и в табл. 4 числитель – ускорение колебания грунта (\ddot{u}), см/с², знаменатель – период колебания грунта (T), с.

Средние значения кинематических параметров колебания грунтов

Таблица 4

| № группы | Грунт естественного залегания | | Номера котлованов с уплотненными грунтами | | | | | | |
|----------|-------------------------------|---------------------|---|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | 1А | | 1Б | 2А | 4 | 6 | |
| | гориз. | верт. | гориз. | верт. | гориз. | гориз. | гориз. | гориз. | верт. |
| 1 | <u>5,2</u> 0,13 | <u>3,6</u> 0,13 | <u>3,2</u> 0,1 | <u>4,8</u> 0,15 | <u>3,6</u> 0,1 | – | <u>5,6</u> 0,14 | – | – |
| 2 | <u>6,8</u> 0,13 | <u>4,1</u> 0,17 | <u>3,3</u> 0,11 | <u>6,3</u> 0,13 | <u>3,8</u> 0,1 | – | <u>4,4</u> 0,13 | – | – |
| 3 | <u>4,7</u> 0,12 | <u>4,35</u> 0,13 | – | – | – | <u>2,3</u> 0,1 | <u>4,8</u> 0,1 | <u>4,2</u> 0,11 | <u>3,7</u> 0,11 |
| 4 | <u>7,6</u> 0,12 | <u>7,0</u> 0,131 | – | – | – | <u>3,8</u> 0,11 | <u>6,0</u> 0,12 | <u>6,7</u> 0,11 | <u>5,0</u> 0,1 |

В районе г. Ош в течение 3 лет с использованием технологии уплотнения грунтов взрывами траншейных зарядов поточным методом организации работ было подготовлено более 50 строительных площадок для размещения на них многоэтажных крупнопанельных, кирпичных и каркасных зданий (эти здания расположены в левой части рисунка).

Литература

1. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия, Минстрой России.
2. Абелев М.Ю., Крутов В.И. Повышение надежности зданий и сооружений на сейсмические воздействия в особых грунтовых условиях // Проектирование и инженерные изыскания. – М., 1988. – №4. – С. 21–26.

3. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений, Минстрой России.
4. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах. Минстрой России. – М., 1996.
5. Абелев Ю. М., Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. – М.: Стройиздат, 1968. – С. 287.
6. Кравец В.Г. и др. Использование энергии взрыва в мелиоративном строительстве. – М.: Недра, 1987.
7. Вовк А.А., Демещук Л.И., Марченко А.С., Рогожникова В.И. Применение энергии взрыва для ликвидации просадочных свойств лессовых грунтов. – Киев: ИГФ им. С.И. Субботина АН УССР, 1989. – С. 274.

УДК 624.131:577.4 (575.2) (04)

Алгоритмизация оползневоего прогнозирования на основе нейросетевого моделирования

Ю.Г. АЛЁШИН – канд. техн. наук

The opportunities of artificial neural networks model application to landslide forecasting are considered, namely, predictions of landslide types and parameters of landslide damage area. The data collected by observers with different qualification are used as predictors, in doing so the reliability of predictions increases with higher professional skill of observers and accomplished research work. Real data from number of landslide-prone areas in southern Kyrgyzstan were used.

Прогнозирование оползневых процессов, прогнозная оценка оползневой опасности территорий, районов и отдельных участков горных склонов – важная и неотъемлемая часть оценки природных опасностей в Центральноазиатском регионе. Современный этап подобных работ во всем мире характеризуется широким использованием компьютерных технологий и данных, полученных дистанционным зондированием земной поверхности оползнеопасных территорий, внедрением в вычислительный процесс математико-кибернетических методов распознавания образов. Быстрый рост за последние 20–25 лет работ в области математизации и автоматизации процессов оползневоего прогнозирования определяются следующими особенностями этой задачи, которые трудно или невозможно полностью учесть при традиционном качественном подходе к её решению:

↪ явно недостаточная разработанность теоретических представлений о процессах оползнеобразования на горно-складчатой территории, особенно для любого конкретного горного склона, что предопределяет использование методов геологической и геотехнической аналогии, рассматриваемых в хорошо ранее изученных ситуациях по комплексу экспериментально полученных данных;

↪ необходимость изучения большого количества геологических, тектонических, климатических, геофизических, антропогенных ретроспективных факторов для получения достаточно достоверных прогнозных оценок (рис. 1);

↪ использование косвенных факторов, не имеющих чётко установленных и однозначных связей с наличием на исследуемой территории оползневых явлений; например, выходы родников у подножий склонов в одних случаях могут служить индикаторами разгрузки “водяных мешков” из потенциально оползневого блока, что повышает его устойчивость, а в других случаях, напротив, указывает на повышенный водопроток к оползневому телу и снижению устойчивости горного склона.

При традиционном качественном подходе к оползневому прогнозированию инженер-геолог не в состоянии в равной мере учесть всю исходную информацию, следовательно, эффективно использовать принцип прямых аналогий. В зависимости от опыта и квалификации он интуитивно увеличивает или уменьшает роль тех или иных факторов в оползнеобразовании или активизации оползней, а привлечение косвенной информации вообще затрудняет оценку достоверности выполненного прогноза.

В последние годы возникла и активно развивается область решения задач, связанных с предсказанием, моделированием и контролем природных процессов, при помощи программных компьютерных средств, основанных на принципах нечёткой логики распознавания с применением искусственных нейронных сетей (ANN). Архитектура ANN и возможности её синтеза современными персональными компьютерами рассмо-

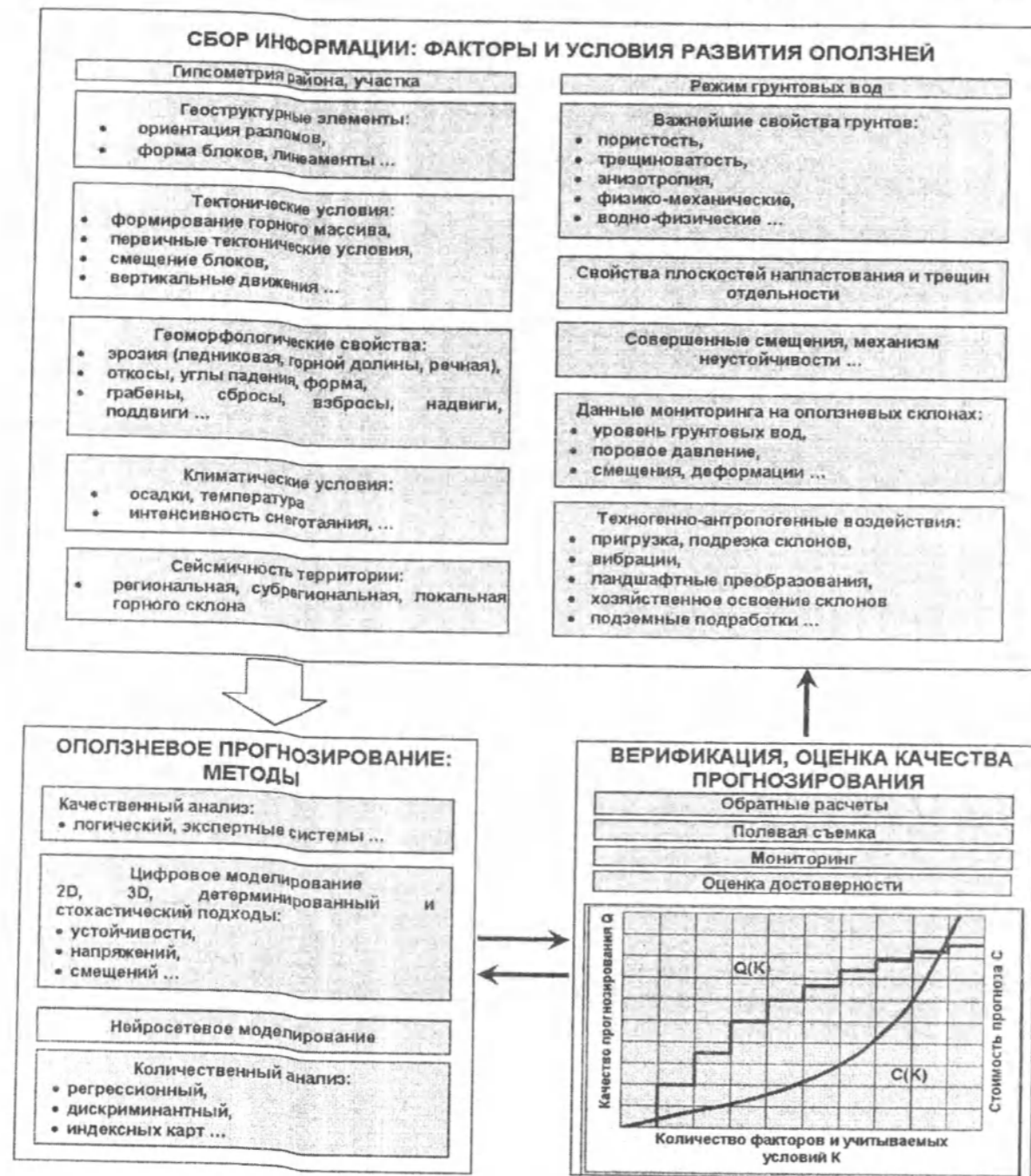


Рис. 1. Методология современного оползневого прогнозирования.

трены в литературе достаточно подробно [1–3]. Мы изучили возможность применения ANN для предсказания ряда важнейших параметров оползневых процессов в катастрофической фазе их развития.

Характеристики оползневого процесса: тип оползня (блоковый, оползень-поток, блок-поток, сплыв или оплывина), объём неустойчивых горных масс, площадь зоны поражения, дальность продвижения оползневых масс – являются важнейшими при прогнозе оползневой опасности вблизи населённых пунктов или промышленных объектов на горно-складчатой территории. Некоторые методы прогнозирования этих характеристик предложены нами в работах [4, 5]. Мы попытались развить и модифицировать один из них – стохастический с использованием нейросетевого подхода. В основу метода положены принципы обучения нейросетевого автомата процедурам стохастического распознавания и выявления взаимосвязей в группе показателей, характеризующих оползневой процесс, на основе анализа многолетних данных наблюдений на оползнеопасной территории. Являясь некоей моделью мозга простейших живых существ, соединения и связи в этой сети обеспечивают переработку входных данных таким образом, что на выходе сети формируются достаточно достоверные прогнозные характеристики, если только стохастические взаимосвязи реально существуют в анализируемом процессе или явлении.

В условиях скоротечности развития всех стадий оползневого процесса зачастую не представляется возможным, в том числе и по соображениям безопасности, провести детальное инженерно-геологическое изучение оползневого склона с выдачей прогнозных характеристик зоны оползневого поражения, которые как раз и необходимы в этот период органам МЧС для принятия решений по экстренному выводу людей из этой зоны и реализации противооползневых мероприятий.

Для таких условий предлагается, воспользовавшись методом геомеханических аналогий на основе статистик предыдущих оползневых обрушений, осуществлять экспресс-прогноз характеристик оползней и зон оползневого поражения с использованием нейросетевых автоматов, предварительно обученных на имеющемся статистическом материале, составляющим базу априорных данных. Эта база может содержать:

☞ показатели оползневого склона, такие как: экспозиция (Э) по сторонам света; средняя

крутизна дневной поверхности (К); форма склона в профиль (Ф); высота местного водораздела относительно базиса разгрузки (В); гидрогеологические проявления на склоне (ГУ); генезис склона (ГС); литотипы горных пород, слагающих его, по крайней мере, до глубины ~50 м от дневной поверхности (Отл.);

☞ показатели собственно оползневого массива, характеризующие тип и вид оползня (ТВО): его секвентность (Ск); мощность ($T_{оп}$) площадь ($S_{оп}$) и объём ($V_{оп}$) оползня, длина ($L_{оп}$) и ширина ($W_{оп}$) оползневого тела; основные факторы оползнеобразования (ОФО);

☞ показатели зоны оползневого поражения, важнейшими из которых являются: мощность оползневого завала в зоне аккумуляции оползневых масс ($T_{зп}$); дальность продвижения оползневых масс ($L_{зп}$); площадь оползневого поражения ($S_{зп}$); скорость смещения оползня в зоне транзита ($U_{зп}$).

В зависимости от задач экспресс-прогноза в качестве прогнозируемых могут выступать как отдельные показатели оползневого массива и/или зоны оползневого поражения, так и вся группа этих показателей. Предикторами во всех случаях выступают показатели оползневого склона, однако для оползней, находящихся в стадии медленного смещения, после проведения инженерно-геологических исследований возможно будет перевести в число предикторов некоторые показатели оползневого массива.

Важная особенность прогнозирования в условиях экстремальной оползневой ситуации на неизученном объекте состоит в том, что из того перечня предикторов, которые перечислены выше, лица, принимающие решения (ЛПР), располагают информацией об ограниченном их числе, в том числе по субъективным причинам, связанным с квалификацией местных наблюдателей, передающих сообщение об оползневой опасности. Нами условно выделено три группы наблюдателей:

☞ первую группу составляют наблюдатели низкой квалификации, которые могут предоставить простейшую визуальную информацию о геоморфологических особенностях оползневых склонов: экспозиции (Э), средней крутизне (К), форме склона (Ф), высоте (В) и гидрогеологических проявлениях на дневной поверхности (ГУ);

☞ вторую группу представляют геологи, которые по результатам визуальных наблюдений и на основе общерегиональных данных дополни-

тельно могут указать литотипы пород, слагающих склон (ТО) и генезис склона (ГС);

☞ третью группу составляют специалисты, проводившие инженерно-геологические исследования на оползнеопасном склоне, которые дополнительно к вышеперечисленным показателям (возможно, уточнив их) могут дать оценку мощности возможного оползневого тела (Т), ожидаемые объёмы (V), секвентность (СК) и указать основные факторы оползнеобразования (ОФО).

Сразу же следует обратить внимание на то, что система предикторов или факторов оползнеобразования сформирована преимущественно качественными или категориальными показателями. Это до недавнего времени создавало определённые трудности формирования прогнозных оценок и необходимость использования специфического аппарата алгебры логики. Нейросетевые алгоритмы легко обходят эти трудности как при решении прогнозных задач классификации (распознавания), так и регрессии – прогноза числовых значений.

Продемонстрируем методику и возможности нейросетевого программирования при решении задач оползневого прогнозирования на одной из наиболее оползнеопасных территорий Кыргызстана – бассейне реки Майлы-Суу, где на площади ~100 км² за последние 50 лет возникло более 200 оползней. При этом важными факторами оползнеобразования, кроме природных, явились интенсивная горно-промышленная деятельности

в середине прошлого столетия и хозяйственное освоение горных склонов [6, 7]. Распределение важных, наиболее значимых факторов и типов оползней Майлы-Суу приведены на рис. 2.

На основании данных, представленных наблюдателями различной квалификации, сформулируем две типичные прогнозные задачи:

1 – предсказать тип и/или вид оползня (ТВО) – в алфавите трёх классов: потоки и блок-потоки (БП), блоковые оползни (Б), оплывины и сплывы (С) – задача классификации (распознавания);

2 – дать оценку возможному объёму формирующегося оползня (V_{оп}), дальности его продвижения (L_{оп}) и площади оползневого поражения (S_{опр}) – задачи регрессии.

Важность решения первой задачи определяется существенно различной опасностью, которую представляют различные типы оползней: наиболее разрушительными, обладающими большой скоростью смещения в своей катастрофической фазе и дальностью продвижения в сотни и тысячи метров, являются оползни-потоки, которые первоначально могут формироваться в виде блоковых оползней; оплывины и сплывы, как правило, имеют небольшую мощность и дальность продвижения в десятки метров, т.е. являются менее разрушительными. Решение второй задачи представляет наибольшую ценность для органов МЧС, поскольку позволяет провести обоснованные превентивные мероприятия, избежать

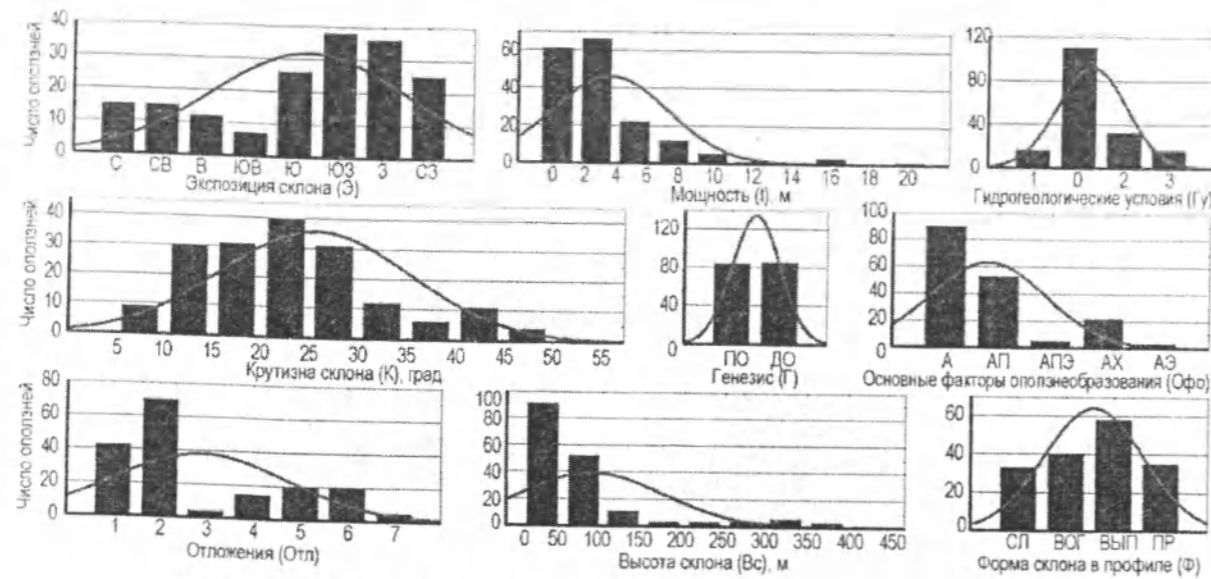


Рис. 2. Распределение факторов и типов оползней в бассейне р. Майлы-Суу.

больших материальных потерь и жертв среди населения.

Общий подход к формированию указанных прогнозных оценок состоит в настройке модели или обучении нейросетевого автомата на основании известной (априорной) статистической информации. При этом обучение производится по выборочным матрицам данных, которые способны предоставить наблюдатели различных групп квалификации. Оползневой кадастр бассейна р. Майлы-Суу содержит K=15 унифицированных показателей по n = 174 оползням, из которого для обучения нами случайным образом отбирались показатели (в количестве K_н=5, 7 или 9, в зависимости от квалификации наблюдателей) по n_н=124 оползням. Данные по оставшимся 50 оползням использовались для проверки качества модели или верификации прогнозных оценок. При обучении нейросетевого автомата решению задачи классификации необходимо учитывать априорные вероятности появления различных классов на входе автомата и вводить в модель соответствующие весовые коэффициенты.

Верификацию прогнозных оценок в задаче классификации типов оползней нами предлагается проводить с использованием показателя достоверности D, идентификации класса (типа или вида оползня) на основе “прогонки” через обученную модель тестовой выборки по 50 оползням при равновероятном представительстве в ней всех классов.

$$D_i = P(H_i/H_i) / \sum_{j=1}^n P(H_i/H_j),$$

где P(H_i/H_i) – вероятность правильной идентификации i-го класса; P(H_i/H_j) – вероятность идентификации j-го класса как i-го; i, j ∈ (1, n), n – количество классов.

В задачах второго типа качество модели оценивается показателем коэффициента корреляции R между действительным значением искомого показателя оползня из тестовой подвыборки и его прогнозной оценки на выходе модели, сформированной по предикторам каждой группы наблюдателей.

Итоговое описание моделей прогноза типа или вида оползней с анализом их чувствительности к предикторам каждой группы наблюдателей представлено в табл. 1. Вполне ожидаемым является повышение производительности обучения и уменьшение ошибок распознавания типов и видов оползней в зависимости от количества предикторов (квалификации наблюдателей), хотя и не столь однозначно в группах наблюдателей низкой и средней квалификации, но отчётливо проявляющийся у наблюдателей высокой квалификации.

Нейросетевая модель классификации наиболее чувствительна к трём показателям: экспозиции склона (Э), его формы в профиле (Ф) и типу геологических отложений, слагающих склон (Отл). Первые два в качестве предикторов используют все наблюдатели. Этим объясняется незначительный рост производительности обучения или снижения ошибок классификации по мере привлечения новых показателей в общую систему предикторов, мало деформирующих модель, сформированную главными факторами первого, второго и третьего рангов.

Таблица 1

Итоговые описания моделей прогноза типа или вида оползней и анализ чувствительности к предикторам

| Группы наблюдателей Число предикторов | Архитектура нейросети | Производительность | | Относительно важность предикторов | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------------------|------------------|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|
| | | Ошибка обучения | контрольная | Ранг | | | | | | | | |
| | | | | Э | К | Ф | В | ГУ | Г | Отл | ОФО | V _{оп} |
| 1. Низкой квалификации 5 | PNN 5:18-82-3:1 | 0,8049 0,2967 | 0,8250 0,3237 | 1,115 1 | 1,018 4 | 1,097 2 | 1,007 5 | 1,064 3 | — | — | — | — |
| 2. Средней квалификации 7 | PNN 7:26-78-3:1 | 0,9359 0,2261 | 0,7692 0,3605 | 1,102 3 | 1,012 6 | 1,109 2 | 1,999 7 | 1,060 4 | 1,037 5 | 1,117 1 | — | — |
| 3. Высокой квалификации 9 | PNN 9:32-75-3:1 | 0,9467 0,1892 | 0,8649 0,2999 | 1,092 3 | 1,006 7 | 1,094 2 | 1,001 9 | 1,055 4 | 1,043 6 | 1,103 1 | 1,046 5 | 1,003 8 |

| Квалифика-ция наблю-дателей | Тип (вид) оползня | Вероятность пра-вильной иденти-фикации и P(H ₁ /H ₁) | Достоверность идентификации D _i | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|---|--|-----|-----|-----|-----|---------|
| | | | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | |
| 1 | Поток или блок-поток (П) | 0,98214 | | | | | | 0.39855 |
| | Блоковый оползень (Б) | 0,17857 | | | | | | 0.83333 |
| | Оплывина-сплыв (С) | 0,30357 | | | | | | 0.94444 |
| 2 | Поток или блок-поток (П) | 0,962963 | | | | | | 0.50980 |
| | Блоковый оползень (Б) | 0,47222 | | | | | | 0.92727 |
| | Оплывина-сплыв (С) | 0,518518 | | | | | | 0.87500 |
| 3 | Поток или блок-поток (П) | 0,97143 | | | | | | 0.52300 |
| | Блоковый оползень (Б) | 0,53333 | | | | | | 0.91803 |
| | Оплывина-сплыв (С) | 0,485714 | | | | | | 0.86441 |

Рис. 3. Результаты верификации прогноза типа или вида оползней.

Результаты верификации прогнозов типа или вида оползней, также характеризующих качество нейросетевых моделей, синтезированных в процессе обучения, показаны на рис. 3. Несмотря на высокую вероятность правильной идентификации оползней-потоков и блок-потоков, превышающую 0,96 по данным наблюдателей любой квалификации, достоверность распознавания этого типа остаётся низкой даже по данным наблюдателей высокой квалификации ($D_3(П)=0,52308$). Это связано с тем, что результаты прогноза на выходе нейросетевой модели "засорены" ошибками второго рода из-за неправильной идентификации блоковых оползней, оплывин и сплывов, когда значительную их часть автомат переводит в класс оползней-потоков или блок-потоков. Значительно выше достоверность идентификации блоковых оползней, оплывин и сплывов, несмотря на относительно невысокую вероятность их правильного распознавания. И это объясняется тем, что высокое качество правильного распознавания нейросетевой автомат обеспечивает в классе оползней-потоков и блок-потоков, незначительно "засоряя" неправильно идентифицированными объектами этого класса классы других типов оползней.

Итоговое описание нейросетевых моделей прогнозирования показателей зоны оползневого поражения, а также результаты анализа чувствительности нейросетевой модели к предикторам приведены в табл. 2.

Как и следовало ожидать, дисперсия погрешности прогнозных оценок показателей зоны оползневого поражения по результатам работы нейросетевых автоматов закономерно уменьшается по мере возрастания числа предикторов, используемых автоматом для выработки своего

решения. При этом средняя относительная погрешность составляет по данным всех типов наблюдателей и прогнозным оценкам, от 0,14 до 3,33%, однако более значимым фактором является среднеквадратическая погрешность, достигающая даже для наиболее совершенной модели наблюдателя высокой квалификации более 30% от среднеквадратического отклонения совокупности данных обучающей выборки.

Весьма разнородные данные получены в результате анализа чувствительности моделей к предикторам как в отношении прогнозируемых параметров, так и типам наблюдателей. Усредняя рейтинги влияющих факторов, можно указать лишь на то, что ведущую их группу составляют: форма (Ф), экспозиция (Э) склона и гидрогеологические проявления (ГУ) на его поверхности. Следует обратить внимание также на весьма невысокую относительную важность всех предикторов, едва превышающую 1. Различия составляет единицы, а чаще десятые доли процента. Это объясняется чрезвычайно низкой взаимосвязью каждого отдельно взятого фактора и прогнозируемого показателя. В таких условиях нейросетевые модели, синтезированные различными исследователями, могут показать различное ранжирование факторов, несмотря на довольно близкие показатели результирующей погрешности прогнозных оценок.

Некоторое представление о качестве моделей можно получить, сравнивая распределения наблюдаемых (взятых из оползневого кадастра) и прогнозных оценок искомых показателей зоны оползневого поражения. На рис. 4 в качестве примера приведены две совмещённые гистограммы: наихудшего совпадения при прогнозе дальности продвижения оползня по данным наблюдателя

Таблица 2

Итоговое описание нейросетевых моделей прогнозирования показателей зоны оползневого поражения с анализом их чувствительности

| Группа наблюдателей / Число предикторов | Архитектура нейросети | Среднее | | Относительная важность предикторов | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| | | Стандартное отклонение по кадастру | ошибки прогнозирования | Ранг | | | | | | | | | |
| Прогнозируемый показатель: объём оползня $\ln(V_{оп})$ | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Низкой квали-фикации / 5 | GRNN 5:18-78-2-1:1 | 2,4487 1,7327 | 0,0742 0,9154 | 1,022 1 | 1,018 3 | 1,018 2 | 1,009 5 | 1,015 4 | — | — | — | — | — |
| 2. Средней квали-фикации / 7 | GRNN 7:26-76-2-1:1 | То же | -0,0130 0,8807 | 1,008 1 | 0,999 5 | 0,997 7 | 1,001 4 | 1,005 2 | 0,998 6 | 1,002 3 | — | — | — |
| 3. Высокой квали-фикации / 9 | GRNN 9:42-76-2-1:1 | То же | 0,1714 0,7733 | 1,007 1 | 1,000 8 | 1,002 5 | 1,001 7 | 1,007 4 | 0,999 9 | 1,004 2 | 1,003 3 | 1,001 6 | — |
| Прогнозируемый показатель: дальность передвижения $\ln(L_{оп})$ | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Низкой квали-фикации / 5 | GRNN 5:19-82-2-1:1 | 4,9563 1,3176 | -0,1640 0,8164 | 1,136 3 | 1,011 5 | 1,163 2 | 1,021 4 | 1,198 1 | — | — | — | — | — |
| 2. Средней квали-фикации / 7 | GRNN 7:26-79-2-1:1 | То же | 0,092 0,6151 | 1,149 4 | 1,012 7 | 1,162 3 | 1,013 6 | 1,193 1 | 1,047 5 | 1,177 2 | — | — | — |
| 3. Высокой квали-фикации / 9 | GRNN 9:44-75-2-1:1 | То же | 0,063 0,4228 | 1,115 4 | 1,010 7 | 1,159 1 | 1,009 9 | 1,116 3 | 1,045 6 | 1,140 2 | 1,096 5 | 1,001 8 | — |
| Прогнозируемый показатель: площадь оползневого поражения $\ln(S_{оп})$ | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Низкой квали-фикации / 5 | GRNN 5:18-81-2-1:1 | 9,0574 1,2153 | 0,0436 0,7305 | 1,093 4 | 1,110 3 | 1,135 2 | 1,064 5 | 1,151 1 | — | — | — | — | — |
| 2. Средней квали-фикации / 7 | GRNN 7:26-79-2-1:1 | То же | 0,0401 0,6239 | 1,035 3 | 1,005 6 | 1,033 4 | 1,004 7 | 1,057 1 | 1,009 5 | 1,040 2 | — | — | — |
| 3. Высокой квали-фикации / 9 | GRNN 9:32-77-2-1:1 | То же | 0,0663 0,5480 | 1,089 1 | 1,006 9 | 1,059 4 | 1,007 8 | 1,032 6 | 1,081 2 | 1,054 5 | 1,062 3 | 1,015 7 | — |
| Среднее по всем группам наблюдателей и прогнозным показателям | — | — | 0,0326 0,7029 | — 2 | — 7 | — 1 | — 8 | — 3 | — 6 | — 4 | — 5 | — 9 | — |

средней квалификации (рис. 4а) и наилучшего совпадения при прогнозе объёма формирующегося на горном склоне оползня по данным наблюдателя высокой квалификации (рис. 4б). На рис. 4б и 4г приводятся распределения погрешности прогнозных оценок нейросетевых автоматов для тех же наблюдателей. Однако объективным критерием качества модели является коэффициент корреляции между наблюдаемыми и предсказанными значениями показателей зоны оползневого поражения по данным тестовой под выборки (рис. 5).

При анализе результатов решения задач регрессии нейросетевым автоматом отметили следующее:

☞ между морфометрическими, легко устанавливаемыми визуально, данными потенциально оползнеопасного склона и показателями зоны оползневого поражения обнаружена довольно

сильно выраженная корреляционная связь; коэффициент множественной корреляции даже по весьма ограниченному объёму данных, предоставляемых наблюдателями низкой квалификации, превышает 0,65;

☞ по мере увеличения числа предикторов, привлекаемых для обучения нейросетевых автоматов и прогноза показателей зоны оползневого поражения, коэффициент множественной корреляции возрастает незначительно, достигая в среднем величины 0,7 при семи привлекаемых факторах;

☞ наиболее заметно качество прогнозных оценок увеличивается при использовании нейросетевых автоматов, использующих дополнительную информацию, полученную по результатам инженерно-геологических изысканий на оползнеопасном склоне; привлечение в число предикто-

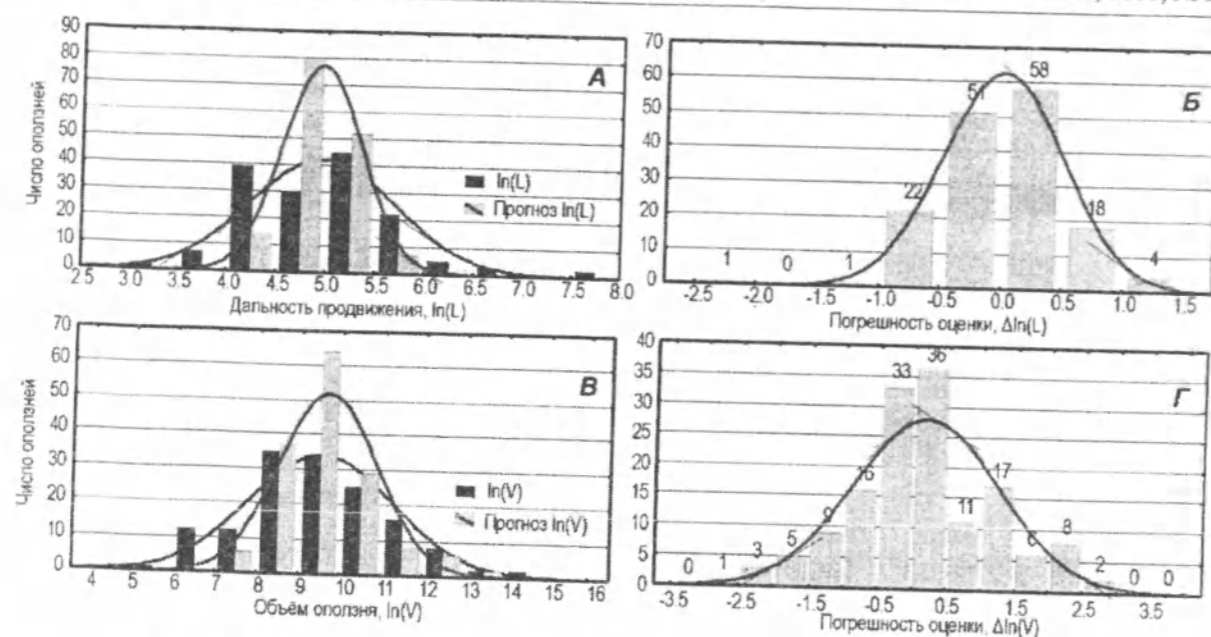


Рис. 4. Распределения действительных и прогнозных оценок некоторых показателей зоны оползневой поражения (А и Б), а также погрешностей прогнозных оценок (В и Г).

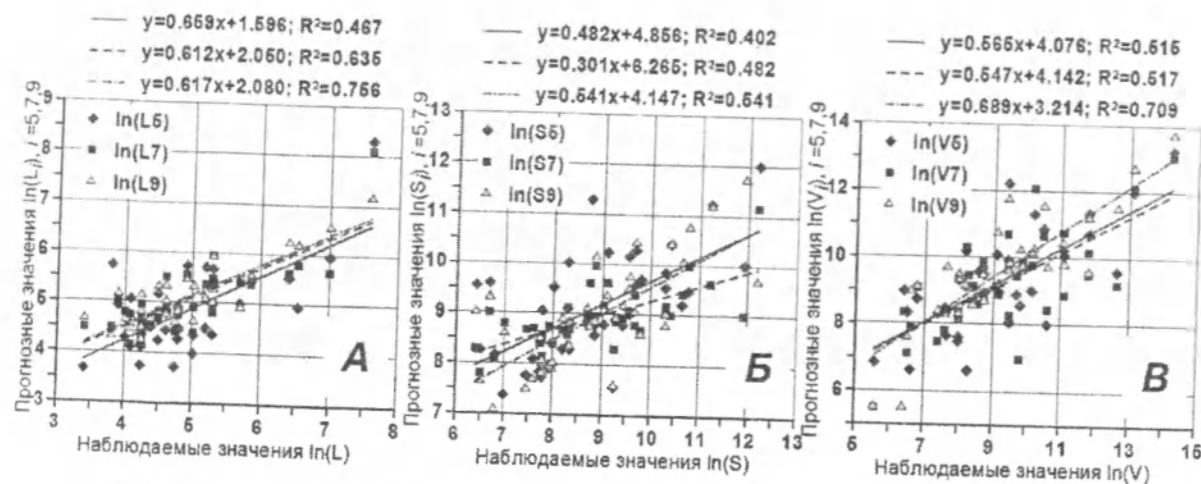


Рис. 5. Результаты тестирования моделей для оползневой прогноза зоны поражения: А – дальность продвижения оползня; Б – площадь оползневой поражения; В – объём формирующегося оползня.

ров таких показателей, как мощность оползневого тела (Т) и основных факторов оползнеобразования (ОФО) повышает коэффициент множественной корреляции до 0,85.

Эти обстоятельства объясняют тот факт, что опытные инженеры-геологи, занимающиеся изучением оползневых процессов, могут довольно точно предсказать размеры зоны оползневой поражения, опираясь на свою интуицию. Нейросетевой автомат просто формализует подобный многолетний опыт. Одновременно эти обстоятельства сами по себе объясняются значительной взаимосвязью комплекса предикторов, изначально выбранных нами для решения прогнозных задач: ещё раз подтверждаются взаимосвязи между морфометрическими показателями горного склона и его геологическим строением, литотипом слагающих его пород.

В целом синтезированные нейросетевые автоматы обеспечивают удовлетворительные показатели эффективности решения ряда задач оползневой прогнозирования. Например, при оценке или прогнозе дальности продвижения оползня в зоне поражения по данным наиболее квалифицированного наблюдателя (№ 3) при стандартном отклонении ошибки прогнозирования $\sigma(\epsilon) \approx 0,4$, которое обеспечивает этот автомат, с 95%-й гарантированной вероятностью можно утверждать, что при действительном продвижении оползня $L^* = 150$ м прогноз может быть заключён в интервале от 90 до 240 м. Ориентируясь на верхнее значение прогнозной оценки, органы МЧС могут обоснованно разрабатывать и применять превентивные мероприятия по обеспечению безопасности населения и снижению материальных потерь. Тем не менее, поиск и использование новых информативных признаков для повышения достоверности оползневой прогнозирования остаётся важной задачей, имея в виду при этом, что обучение и переработка дополнительной информации для компьютерного нейросетевого автомата не создаёт дополнительных сложностей как в отношении ресурсов, так и фактора времени. Здесь особые надежды возлагаются на привлечение показателей физико-механических свойств грунтов, слагающих оползнеопасные склоны.

В заключение необходимо сделать одно важное замечание. Оползневая статистика с данными даже визуальных морфометрических наблюдений по отдельным субрегионам ещё крайне мала, неоднородна и противоречива, поскольку сформирована наблюдателями различной квалификации, действующими на основании разных методических подходов. Поэтому к достоверности исходных данных оползневых кадастров, сформированных в разное время, следует относиться довольно критически. По мере накопления данных необходимо будет всякий раз переучивать нейросетевой автомат с тем, чтобы он более адекватно реагировал как на изменяющуюся ситуацию в пространственно-временном масштабе развития оползневых процессов на конкретной территории, так и на объём обучающей выборки, т.е. её репрезентативность.

Литература

1. Васильев В.И. Распознающие системы. – Киев: Наукова думка, 1983. – 422 с.
2. Flood L., Nabil K. Neural Network in Civil Engineering II: Systems and Applications // J. of Computing in Civil Engineering. – 1994. – V. 8. – №2. – P. 149–162
3. Hagan M.T., Demuh H.B., Beale M. Neural Network Design. – Boston: PWS Publishing Comp. 1995.
4. Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А. Динамика оползней и оценки риска для зон оползневой поражения // Сергеевские чтения. Вып. 4. – М.: ГЕОС, 2002. – С. 97–102.
5. Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А. Моделирование синергетических рисков разрушения урановых хвостохранилищ // Сергеевские чтения. Вып. 11. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 252–256.
6. Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А., Мамырова Р.К. Геологические риски при комплексном горнопромышленном освоении территорий // Вестник КРСУ. – 2006. – Т. 6. – №7. – С. 74–83.
7. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2009. – 239 с.

УДК 551.7723/ 551.791 (23521) (575.2) (04)

Позднеплиоценовые-раннеплейстоценовые отложения Северо-Восточного Тянь-Шаня и их стратификация

Ч.А. ОРМУКОВ – канд. геол.-минер. наук, ст. науч. сотр.,
А.Б. ФОРТУНА – канд. геол.-минер. наук, ученый секретарь

In the article sediments are late Pliocene and early Pleistocene in the North Eastern of Tien-Shan their stratifications and situation of Pliocene and Pleistocene boundary.

Ранее официально было принято деление кайнозойской эратемы на три системы: палеогеновую, неогеновую и четвертичную. В 1932 г. Ассоциацией по изучению четвертичного периода Европы было рекомендовано деление четвертичной системы на 4 отдела: древний (эоплейстоцен), средний (мезоплейстоцен), новый (неоплейстоцен) и современный (голоцен). Позднее в практику съёмки четвертичных отложений вошло деление на отделы: нижний, средний, верхний и современный, а также ледниковые и межледниковые ярусы. С 1963 г. принято деление четвертичной системы на нижнечетвертичные, среднечетвертичные, верхнечетвертичные и современные отложения. Эти основные подразделения включают межледниковые и ледниковые горизонты. Затем в Союзе была разработана детальная хроностратиграфическая шкала четвертичной системы, построенная на основе региональной схемы европейской части СССР в масштабе абсолютного летоисчисления и привязанная к магнитохронологической шкале. В ней выделено три раздела: эоплейстоцен (апшерон), плейстоцен и голоцен. Граница эоплейстоцена и плейстоцена проводится на рубеже около 0,75 млн. лет [32]. Однако надо заметить, что зачастую геологи эоплейстоцен включали в состав позднего плиоцена, что приводило к разнотечию продолжительности наднеогеновой системы [13]. Некоторые исследователи вместо термина “четвертичная” система использовали термин “антропогеновая” система, которая либо соответствовала четвертичной, либо имела более широкое понятие – нижний антропоген плюс четвертичная система (средний и верхний антропоген) [19, 28], что также способствовало

различным представлениям о ранге и объёме четвертичного периода.

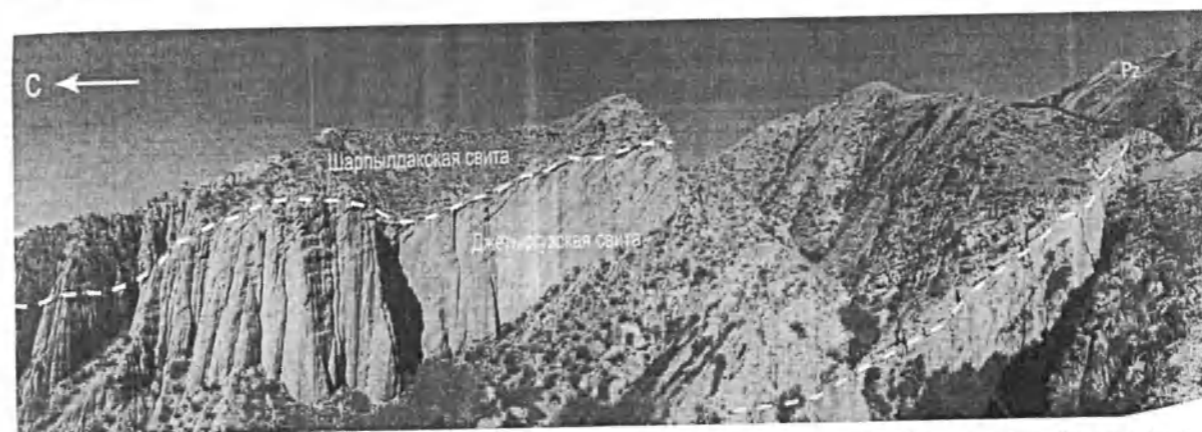
На последнем заседании Международной комиссии по стратиграфии “ICS-2004” была принята новая стратиграфо-геохронологическая шкала (табл. 1), в которой отсутствует понятие “четвертичная система”. В кайнозойской эре теперь выделены “палеогеновый” и “неогеновый” периоды. Последний, в свою очередь, разделен на “миоценовую”, “плиоценовую”, “плейстоценовую” и “голоценовую” эпохи. Граница между плиоценом и плейстоценом принята на уровне 1,806 млн. лет назад (в палеомагнитной шкале она приходится на эпизод Олдувей), т.е. проводится под калабрийскими морскими слоями Италии или в основании апшерона Прикаспия. В свою очередь, С.Л. Афанасьев [8], проанализировав 77 шкал изотопного возраста пород и применив седиментационный метод пересчета, пришел к выводу, что границу между плиоценом и плейстоценом можно провести на уровне 1,78±0,01 (приблизительно 1,8) млн. лет назад – среднее начало калабрийского века.

На последней Геологической карте Кыргызстана (1980 г.) в рамках территории Северо-Восточного Тянь-Шаня выделена, так называемая, “переходная” шарпылдакская свита, возраст которой обозначен как позднеплиоценовый-раннечетвертичный (N23 – Q1), т.е. граница плиоцен – плейстоцен “проводится” внутри данной толщи. В Объяснительной записке [21] к данной карте отсутствуют данные о временном уровне этой границы.

Шарпылдакская свита, венчающая разрез палеоген-неогеновых отложений региона, раз-

Таблица 1

| Эратема (эра) | Система (период) | Отдел (эпоха) | Век (ярус) | Временные границы | Свита |
|---------------|------------------|----------------|------------|-------------------|--------------------------|
| Кайнозойская | Неогеновая | Плейстоценовый | Верхний | 0,0115 | Плейстоценовые отложения |
| | | | Средний | 0,126 | |
| | | | Нижний | 0,781 | |
| | | Плиоценовый | Верхний | 1,806 | Шарпылдакская свита |
| | | | Средний | 2,588 | |
| | | | Нижний | 3,600 | |
| | | | | 5,332 | Джуу-кинская свита |



Угловое несогласие между шарпылдакской и джеты-огузской свитами в районе поселка Каджы-Сай.

вита практически во всех впадинах Северной Киргизии. Впервые она была выделена и описана С.С. Шульцем [33] в обрывах горы Шарпылдак на южном берегу озера Иссык-Куль с индексом N₂-Q₁. Позднее возраст свиты был уточнен как N₂³-Q₁ [29, 24]. В последнем издании Геологии СССР, том XXV, Киргизская ССР, шарпылдакская свита имеет индекс N₂³-Ag₁, т.е. поздний плиоцен-ранний антропоген [28].

Разрез свиты практически повсеместно представлен серыми брекчиями, конгломератами, конгломерато-брекчиями, валунниками с редкими прослоями и линзами палевох по цвету мусорных глин и песчаников [6, 13, 31]. Мощность от 50 до 300 м, местами до 800 м. Залегает она согласно, иногда с размывом, на подстилающих плиоценовых накоплениях или с размывом на более древних породах кайнозоя и палеозоя (см. рисунок).

Шарпылдакские отложения изучены палинологическим методом [2, 12, 13, 34], имеют па-

леомагнитные и абсолютные датировки [4, 5, 10, 17], в них обнаружены палеофаунистические остатки [4, 7, 9, 18, 23, 28]. Однако вопрос о возрасте свиты до сих пор не имеет однозначного ответа и у геологов нет единого мнения о временном уровне плиоцен-плейстоценовой границы на Тянь-Шане (табл. 2). Часть исследователей время формирования шарпылдакской свиты определяют только позднеплиоценовым (тогда граница плиоцен-плейстоцен проводится по кровле шарпылдака), другая часть – только раннечетвертичным (тогда граница проводится по подошве свиты), третьи – позднеплиоценовым-раннеплейстоценовым (граница внутри свиты) [5, 11, 12, 14–16, 22, 24–26, 30, 31].

В стратотипическом разрезе шарпылдакской свиты (суммарная мощность 140 м) её верхняя часть, мощностью 36 м, характеризуется прямой намагниченностью и имеет абсолютные датировки слагающих пород 0,57±0,06; 0,68±0,08 и 0,82±

Таблица 2

Положение шарпылдакской свиты в стратиграфической схеме по данным исследователей Северо-Восточного Тянь-Шаня

| Система | | Отдел | | Четвертичная | | Плиоценовая | | | |
|------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---|---------------------------|---|-------------------------|-------------------|
| | | | | | | | | | |
| Огнев В.Н., 1942 | Шульд С.С., 1954 | Ибрагимов А.Х., Турдукулов А.Т., 1965 | Язовский В.М., 1979 | Талипов М.П. и др., 1963, 1964 | Трофимов А.К., Григина О., М., 1978, 1981 | Трофимов А.К., 1976, 1985 | Чедия О.К., Язовский В.М., Форгуна А.Б., 1973, 1981, 1989 | Турбин Л.И. и др., 1972 | Уткина Н.Г., 1988 |
| | | | | | | | | | |
| | | Св. серых конгломератов | | Четвертичные отложения | | Четвертичные отложения | | | |
| | | Четвертичные отложения | | Четвертичные отложения | | Четвертичные отложения | | | |
| | | Палея свита | | Шарпылдакская свита | | Шарпылдакская свита | | | |
| | | Шарпылдакская свита | | Шарпылдакская свита | | Шарпылдакская свита | | | |
| | | Чуйская свита | | Джуукинская свита | | Чуйская свита | | Джуукинская свита | |
| | | Чуйская свита | | Джуукинская свита | | Чуйская свита | | Иссык-Кульская свита | |
| | | Чуйская свита | | Джуукинская свита | | Чуйская свита | | Плиоценовые отложения | |

12 млн. лет назад, а нижняя (82–100 м) – обратной намагниченностью с абсолютной датировкой – 1,67–1,87 млн. лет назад [10, 17, 34]. Подстилающие верхнеджуукинские отложения характеризуются абсолютной датировкой более 2,13 млн. лет назад. В разрезе свиты горы Тепке, где обнажаются верхне- и среднешарпылдакские породы, возраст послед них оценен в 0,96±25 млн. лет назад.

Список палеофауны, собранной как в отложениях свиты, так и в аналогичных накоплениях и представленный в табл.3, отражает смешанный комплекс плиоценовых и плейстоценовых скелетных окаменелостей [4, 9, 28].

Палинологические исследования шарпылдакских разрезов [1–4, 7, 13, 31, 34] отражают широкое развитие степных и полупустынных

ценозов в равнинных частях и становление бореальной дендрофлоры, в основном еловой, в горах, в условиях значительного иссушения и похолодания климата. Имеется кратковременная фаза потепления (абсолютный возраст 0,87 млн. лет), вероятно отражающая межфазиальные (термогигротическая стадия) условия. Она проявилась увеличением площади облесенности в горах и поймах за счёт представителей тургайских лесов (лещина, ольха, орех, клен и др.). О.М. Григина [12] в сводном разрезе шарпылдакской свиты выделяет 5 палинозон, из которых три – нижняя, средняя и верхняя соответствуют фазам потепления, а разделяющие их две зоны – фазам потепления. Надо заметить, что в других работах этого автора [11, 13, 25] рассматривается только одна фаза потепления.

Таблица 3

Список палеофаунистических остатков, собранных в отложениях шарпылдакской свиты и её аналогах (данные Н.В. Александровой, О.В. Бажанова, Н.Н. Костенко, Е.И. Беляевой, К.В. Курдюкова, М.А. Талипова, С.А. Тарасова)

| Палеонаходки | Списочный состав фауны | Район нахождения |
|---------------|--|--|
| Гастроподы | Guraulus sp., Radix sp., Valvata sp., V. cf. piscinelus Mull., Anisus sp., Planorbis planorbis sp., Batryomphalus contrortus L., Limnaea sp., L. stagnalis L., Pisidium sp., Succinea oblonga (Drap.), Campilacae (Dunaria) cf. fufovana (Sevastos), Eulota sp., Pupa sp., Helix sp., Pupilla sp., Cyraulus sp. | Иссык-Кульская, Чуйская, Нарынская впадины |
| Остракоды | Ilyocypris manasensis Mandl., I. bradyi Sars., I. tuberculata (Br.), Cyclocypris sp., C. globosa Sars., C. laevis (Mull.), C. regularis Schn., Candona noviculata Schnd., C. rostrata Br. et N., Candoniella albicans Br., Cryptocandona keiseri (Bronst.), Eucypris notabilis Schnd., Cypris subglobosa Sow., Limnocythere luculerita Liv., Zonocypris membranac Liv., Darwinula contracta Mdlst. | Иссык-Кульская, Илийская впадины |
| Млекопитающие | Equus stenosis Cocchi, Equus ex gr sanmeniensis Wust, Archidiscodon meridionalis (Nesti), Anancus arvernensis (Cr. et Job.), Dicerorhinus etruscus (Falc.), Cervus cf elaphus L., Hyanea cf sinensis Zd., Canis cf lupus L., Bison sp., Ochotona sp., Palaeoloxodon turkmenicus Dubr. | Иссык-Кульская, Илийская впадины |
| Птицы | Скорлупа яиц страуса Struthio sp. | Чуйская, Илийская, Текеская впадины |

Анализ выше приведенных материалов однозначно показывает, что шарпылдакские отложения и их аналоги являются осадками позднелиоценового-раннеплейстоценового времени. Граница между эпохами может быть принята на уровне 1, 8 млн. лет назад, что, на наш взгляд, позволит более точно скоррелировать местные схемы стратиграфии плейстоценовых отложений с единой международной стратиграфо-геохронологической схемой ICS – 2004 и INQUA – 1982. Такая же возрастная цифра плиоцен-плейстоценовой границы была нами принята при расчете скорости формирования новейших структур Южного Прииссыккуля [20].

Литература

1. Азыкова Э.К. История природы юго-восточной части Иссык-Кульской котловины в плиоцене и плейстоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа): Автореф. канд. дисс. – М.: МГУ, 1969. – 12 с.
2. Азыкова Э.К. Палеоботаническая характеристика плиоценовых и раннеплейстоценовых отложений Восточного Прииссыккуля // Изв. Кирг. ГО. – 1970. – Вып. 8. – С. 44–49.

3. Алёшинская З.К., Азыкова Э.К. История растительности и климата Иссык-Кульской котловины в позднем плиоцене и плейстоцене // Палинология плейстоцена и плиоцена. – М.: Наука, 1973. – С. 150–153.
4. Алёшинская З.В., Бондарев Л.Г., Воскресенская Т.Н. и др. Разрез новейших отложений Иссык-Кульской впадины. – М.: МГУ, 1971. – 164 с.
5. Алёшинская З.В., Воскресенская Т.Н., Куликов О.А. и др. О стратиграфическом положении шарпылдакской свиты в свете палеомагнитных данных // Вестник МГУ. – 1972. – Сер. 5. – №5. – С. 106–107.
6. Алёшинская З.В., Воскресенская Т.Н., Лефлат О.Н. и др. Вещественный состав и палеогеографические условия формирования шарпылдакской свиты Иссык-Кульской впадины // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. – М.: МГУ, 1973. – №3. – С. 139–146.
7. Алёшинская З.В., Куликов О.А., Мотузко А.Н. и др. К палеогеографии и стратиграфии новейших отложений Иссык-Кульской впадины // Проблемы общей физической географии и палеогеографии. – М.: МГУ, 1976. – С. 211–225.

8. *Афанасьев С.Л.* Геохронологическая шкала фанерозоя и проблема геологического времени. – М.: Недра, 1987. – 144 с.
9. *Белова Е.И., Курдюков К.В.* О находках ископаемых млекопитающих в Северной Киргизии // Бюлл. Комис. по изучению четвертичного периода. – 1963. – №28. – С. 78–83.
10. *Власов В.К., Куликов О.А., Карпов Н.А.* Современное состояние, перспективы и возможности РТЛ метода датирования // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. – М.: МГУ, 1982. – С. 25–31.
11. *Григина О.М.* Стратиграфия и палинология верхнего плиоцена Северного Тянь-Шаня // Северный Тянь-Шань в кайнозое. – Фрунзе: Илим, 1979. – С. 59–78.
12. *Григина О.М., Трофимов А.К.* Верхний плиоцен Северного Тянь-Шаня // Изв. АН Кирг. ССР. – 1985. – №2. – С. 24–29.
13. *Григина О.М., Фортуна А.Б.* Палеогеография Северного Тянь-Шаня в кайнозое. – Фрунзе: Илим, 1981. – 192 с.
14. *Григоренко П.Г.* Основные черты развития Киргизского Тянь-Шаня в четвертичном периоде // Материалы по геологии кайнозоя и новейшей тектонике Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1970. – С. 5–23.
15. *Ибрагимов А.Х., Турдужулов А.Т.* К стратиграфии третичных (палеоген-неогеновых) континентальных отложений Чуйской впадины // Новые данные по стратиграфии Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1965. – С. 173–187.
16. *Ибрагимов И.М., Талипов М.А.* К вопросу о стратиграфии кайнозойских отложений Иссык-Кульской впадины // Новые данные по стратиграфии Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1965. – С. 188–199.
17. *Ильичев В.А., Куликов О.А.* О корреляции плиоцен-плейстоценовых отложений Тянь-Шаня и Алая // ДАН СССР. – 1974. – Т. 216. – №2. – С. 386–389.
18. *Курдюков К.В.* К вопросу о границе неогена и антропогена в Северной Киргизии // Тр. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1962. – Вып. 20. – С. 126–131.
19. *Несмеянов С.А.* Корреляция континентальных толщ. – М.: Недра, 1977. – 197 с.
20. *Ормуков Ч.А.* Особенности позднечетвертичных тектонических движений Южного Прииссыккуля: Автореф. канд. дисс. – Бишкек, 2007. – 24 с.
21. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1982. – 197 с.
22. *Талипов М.А., Королев В.Г.* Джергаланский разрез как стратотип четвертичных отложений Северного Тянь-Шаня // Материалы по геологии кайнозоя и новейшей тектонике Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1970. – С. 72–88.
23. *Тарасов С.А.* К вопросу о палеонтологическом обосновании стратиграфии отложений кайнозоя Киргизии // Материалы по геологии Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1964. – С. 128–134.
24. *Трофимов А.К.* К стратиграфии четвертичных отложений Северного Тянь-Шаня // Известия Кирг. ГО. – 1976. – Вып. 13. – С. 10–22.
25. *Трофимов А.К., Григина О.М.* Верхнеплиоценовые и четвертичные отложения // Геологические основы сейсмического районирования Иссык-Кульской впадины. – Фрунзе: Илим, 1978. – С. 44–52.
26. *Трофимов А.К., Григина О.М.* Граница плиоцена и плейстоцена в Тянь-Шане по геологическим и палинологическим данным // Граница неогена и четвертичной системы. – М.: Наука, 1980. – С. 221–230.
27. *Турбин Л.И.* К альпийской тектонике Тянь-Шаня // Стратиграфия кайнозоя и некоторые вопросы новейшей тектоники Северной Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1966. – С. 3–18.
28. *Турбин Л.И., Александрова Н.В., Колпахов А.Г.* Палеоген и неоген Северо-Восточной Киргизии // Геология СССР, Киргизская ССР. – М.: Недра, 1972. – Т. XXV. – Кн. 1. – С. 256–268.
29. *Турбин Л.И., Сабдушев Ш.Ш., Черепанов А.А. и др.* Антропоген Киргизского Тянь-Шаня // Стратиграфия кайнозоя и некоторые вопросы новейшей тектоники Северной Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1966. – С. 69–96.
30. *Уткина Н.Г.* К вопросу о возрасте шарпылдакской свиты Северного Тянь-Шаня // Изв. АН Кирг. ССР. – 1988. – №3. – С. 81–87.
31. *Фортуна А.Б.* Палинологическая характеристика шарпылдакской свиты Чуйской впадины // Тянь-Шань в новейшем этапе геологического развития. – Фрунзе: Илим, 1989. – С. 41–50.
32. *Шанцер Е.В., Вангейм Э.А., Ганешин Г.С. и др.* Итоги и перспективы изучения четвертичного периода в СССР // Тез. докл. на XI конгрессе ИНКВА. – М., 1982. – Т. II. – С. 332–334.
33. *Шульц С.С.* Третичные отложения Северной Киргизии // Геология СССР, Киргизская ССР. – М.: Госгеолтехиздат, 1954. – Т. XXV. – Ч. 1. – С. 490–524.
34. *Шумова Г.М.* Палинология стратотипов шарпылдакской и джергаланской свит Иссык-Кульской впадины в свете новых данных. – М.: ВИНТИ, 1989. – 29 с.

УДК 622:004 (575.2) (04)

Распределенная система оперативного контроля буровых работ

Т.Б. БЕКБОЛОТОВ – докт. техн. наук, профессор,
Э.С. КОЙЛУБАЕВ – соискатель
Кыргызско-Российский Славянский университет

In the issue it is described the components and structure of a the distributed automated system of the operative control of chisel works, equipments, included into the system of effective checking, software for the top and down levels of the system; it is stated a brief works' specification of the system in the modes of data collecting from core drills, data processing and its display.

Автоматизированные системы сбора данных представляют собой часть систем автоматизированного управления процессами или объектами. Одним из частных случаев системы сбора данных является распределенная автоматизированная система оперативного контроля буровых работ (далее – СОК БР).

Назначение системы – удаленная диспетчеризация работ при бурении скважин. Система позволяет вести мониторинг буровых работ в режиме реального времени, контролировать и анализировать работу бурового станка, ход процесса бурения и при необходимости корректировать действия буровиков. Помимо этого, использование распределенной системы оперативного контроля буровых работ позволяет повысить скорость получения информации оперативным и руководящим персоналом, вследствие этого – повысить эффективность управления буровыми работами, сократить время простоя технологического оборудования за счет оперативного реагирования на нештатные ситуации и снизить непроизводительные потери.

СОК БР предназначена для автоматизации таких функций, как:

- сбор данных по потреблению электроэнергии буровой установкой и формирование базы данных;
- формирование балансов потребления электроэнергии;
- обеспечение оперативно-технологического персонала объективной информацией для управления работой буровых бригад.

Структура СОК БР. Система СОК БР позволяет проводить полный и достоверный анализ энергопотребления буровых установок, времени работы и простоя бурового оборудования, разрабатывать организационно-технические мероприятия по снижению непроизводительных потерь и управлению процессами на буровых площадках.

СОК БР (рис. 1) создана как иерархическая трехуровневая распределенная автоматизированная система сбора и обработки данных, объединяющая:

- нижний уровень (счетчики, УСПД на буровых установках);
- средний уровень (телекоммуникационная среда);
- верхний уровень (сервер СОК БР на диспетчерском пункте – ДП).

Взаимообмен информацией между верхним и нижним уровнями СОК БР производится по радиоканалу между сервером системы и УСПД.

Нижний уровень системы. Данный уровень обеспечивает следующие функции:

1. Сбор измерений потребленной буровым станком электроэнергии с интервалом в 1 минуту и передача на ДП данных по энергии за 15 минутные интервалы;
2. При отсутствии радиосвязи с ДП осуществляется сохранение всех технических измерений в течение 7 суток;
3. Синхронизация измерений и расчетных параметров по единому времени, задаваемому сервером системы.

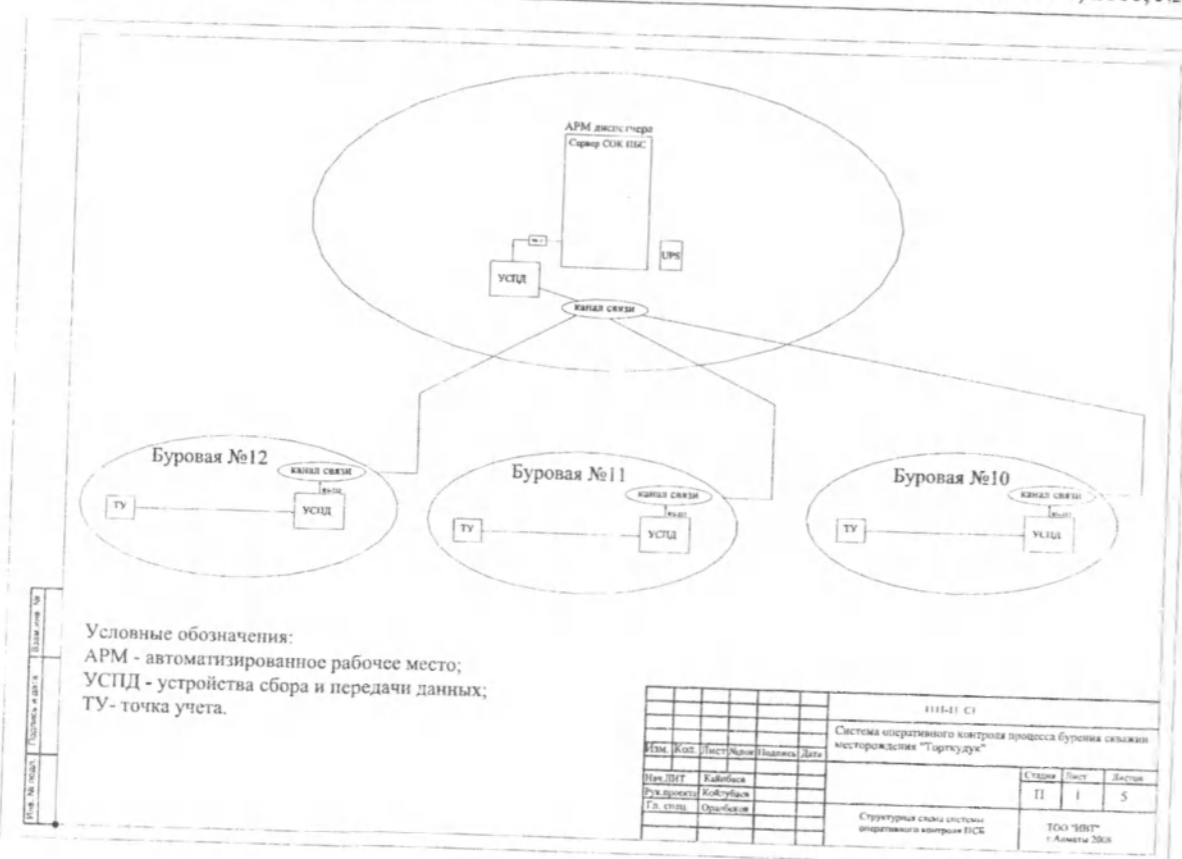


Рис. 1. Структура СОК ПБС.

Средний уровень системы. Структура телекоммуникационной сети системы, организованной на радиостанциях CM140 Motorola и радиомодемах, обеспечивает передачу данных по стандарту AX.25 со скоростью 1200 бит/с. Стандарт AX.25 устанавливает единый протокол обмена пакетами. При пакетной связи информация в канале передается в виде отдельных блоков-кадров.

Верхний уровень системы. В состав СОК БР верхнего уровня входит сервер с организованным на его базе автоматизированным рабочим местом (АРМ) диспетчера.

Функции верхнего уровня системы:

- запрос и сбор данных по потреблению электроэнергии с буровых установок с настраиваемым периодом;
- формирование балансов потребления электроэнергии по буровым установкам;
- формирование архивов данных технического учета с длительным сроком хранения (не менее 3 лет);

- синхронизация времени системы в целом;
- контроль работоспособности системы в целом;
- защиту информации от потери и несанкционированного доступа;
- отображение информации.

Техническое обеспечение системы. На нижнем и среднем уровнях в состав системы входят следующие программно-технические средства:

- измерительные трансформаторы тока (ТТ), цепи между ТТ и счетчиками электроэнергии;
- устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- устройства телекоммуникации;
- устройства гарантированного электропитания.

На верхнем уровне в состав СОК БР входят следующие программно-технические средства:

- сервер базы данных для обработки технической информации, служащий одновременно автоматизированным рабочим местом (АРМ) диспетчера;

- устройства телекоммуникации;
- устройства гарантированного электропитания.

Устройство сбора и передачи данных. УСПД является компонентом СОК БР, обеспечивающим следующее взаимодействие: счетчик – УСПД – каналы передачи данных – сервер СОК БР.

Применение УСПД позволяет пакетировать данные перед отправкой, производить их группирование при необходимости конвертировать протоколы счетчиков, что снижает требования к каналам связи.

Ниже приведены основные функции, которые поддерживает УСПД в системе:

1. Сбор измерений со счетчика электрической энергии с интервалом в 1 минуту, их пакетирование и передача на сервер СОК БР.
2. Повторная передача данных при сбоях передачи информации.
3. Синхронизацию времени по каждому измерению.
4. Формирование профиля нагрузки 15-минутных значений.
5. Выдача хранящейся информации по запросу сервера.
6. Самовосстановление после устранения причины сбоя или аварии.

Сервер СОК БР. На диспетчерском пункте сервер системы обеспечивает:

1. Прием от УСПД измерений электроэнергии, потребленной буровым станком.
2. Формирование профиля нагрузки с дискретностью 1 минута.
3. Формирование балансов электроэнергии по буровым установкам.
4. Формирование базы данных учета измерений по буровым установкам.
5. Формирование архивов данных учета измерений со сроком хранения не менее 3 лет.
6. Синхронизацию системы оперативного контроля в целом.
7. Защиту от несанкционированного доступа.
8. Отображение информации.
9. Подготовку отчетов.

Программное обеспечение. Для обеспечения функционирования системы оперативного контроля применен программный комплекс, в состав которого входит операционная среда, специализированное программное (ПО) и программное обеспечение контроллера.

Операционная среда включает в себя следующие базовые системные программы:

- операционная система Windows XP Professional.
- СУБД Access Microsoft.

Специализированное ПО состоит из программы опроса, приема, обработки и хранения параметров энергопотребления бурового станка, программы, обеспечивающей коммутационные процедуры с внешними источниками данных и программы генерации выходных отчетов – таблиц и графиков.

Программное обеспечение контроллера выполняет сбор, обработку измеряемых параметров, хранение и передачу данных на АРМ диспетчера, в соответствии с алгоритмом управления.

Программное обеспечение системы оперативного контроля обеспечивает:

- управление работой всей системы;
- обмен информацией с системой нижнего уровня по сигналам запроса, с передачей хранимых в УСПД параметров (показания часов, данные по электроэнергии);
- вычисление всех необходимых показателей энергопотребления;
- фиксация нарушений нормального функционирования системы (отсутствие информации от УСПД, пропадание канала связи, отключение электроэнергии на буровой и т.п.).

Программное обеспечение системы разработано с учетом следующих требований:

- гибкость системы, позволяющая выполнять конфигурирование или переконфигурирование системы;
- совместимость с современными стандартами;
- простота использования.

Используемая в системе оперативного контроля СУБД поддерживает следующие функции:

- реляционная модель данных;
- поддержка системы транзакций;
- масштабируемость;
- встроенные механизмы архивации и восстановления.

Принципы работы системы. СОК БР предназначена для оптимизации управления технологическим процессом бурения в режиме реального времени посредством автоматизации учета энергопотребления буровыми установками. Учет электроэнергии является составной функцией СОК БР. В системе сбор данных ведется с датчиков тока, установленных на фидерной линии, питающей электропривод бурового станка. Сигналы с датчиков тока поступают на электронный счетчик электрической энергии, где осуществляется подсчет потребленной

Отчет за 12.12.2008

| | | | | | | | |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 15:31 | 0 | 17:21 | 10,2 | 19:53 | 58,2 | 21:59 | 56,9 |
| 15:34 | 33 | 17:24 | 10,5 | 19:56 | 53,2 | 22:02 | 58,2 |
| 15:37 | 34,8 | 17:27 | 10,5 | 19:59 | 40,2 | 22:05 | 58,6 |
| 15:40 | 38,6 | 18:14 | 10,5 | 20:17 | 37,7 | 22:08 | 58,7 |
| 15:43 | 47,9 | 18:17 | 35,3 | 20:20 | 37,9 | 22:11 | 58,5 |
| 15:46 | 42,2 | 18:20 | 54,1 | 20:23 | 37,7 | 22:14 | 50 |
| 15:49 | 41,3 | 18:23 | 57,5 | 20:26 | 37,4 | 22:17 | 45,5 |
| 15:52 | 46 | 18:26 | 57,7 | 20:29 | 18,6 | 22:20 | 55,5 |
| 15:55 | 55,5 | 18:29 | 58,3 | 20:32 | 12,9 | 22:23 | 55,4 |
| 15:58 | 55,3 | 18:32 | 57 | 20:35 | 13 | 22:26 | 55,6 |
| 16:01 | 54 | 18:35 | 56 | 20:38 | 13 | 22:29 | 56,2 |
| 16:04 | 55,7 | 18:38 | 56,6 | 20:41 | 13,8 | 22:32 | 55,9 |
| 16:07 | 56,3 | 18:41 | 53,3 | 20:44 | 14,8 | 22:35 | 56,2 |
| 16:10 | 58,3 | 18:44 | 43,9 | 20:47 | 15,5 | 22:38 | 57,2 |
| 16:13 | 58,9 | 18:47 | 50,5 | 20:50 | 14,9 | 22:41 | 57 |
| 16:16 | 58,6 | 18:50 | 53,4 | 20:53 | 14,9 | 22:44 | 56,2 |
| 16:19 | 57 | 18:53 | 52,9 | 20:56 | 15,5 | 22:47 | 46 |
| 16:22 | 55,8 | 18:56 | 54,7 | 20:59 | 44,4 | 22:50 | 38,1 |
| 16:25 | 49,8 | 18:59 | 54,8 | 21:05 | 57,1 | 22:53 | 38,5 |
| 16:28 | 40,1 | 19:02 | 55,3 | 21:08 | 57,8 | 22:56 | 36,9 |
| 16:31 | 35,8 | 19:05 | 52,5 | 21:11 | 58,4 | 22:59 | 38,2 |
| 16:34 | 47,7 | 19:08 | 43,7 | 21:14 | 58,9 | 23:02 | 45,9 |
| 16:37 | 52,8 | 19:11 | 54,9 | 21:17 | 58,9 | 23:05 | 55,9 |

Рис. 2. Табличное представление данных

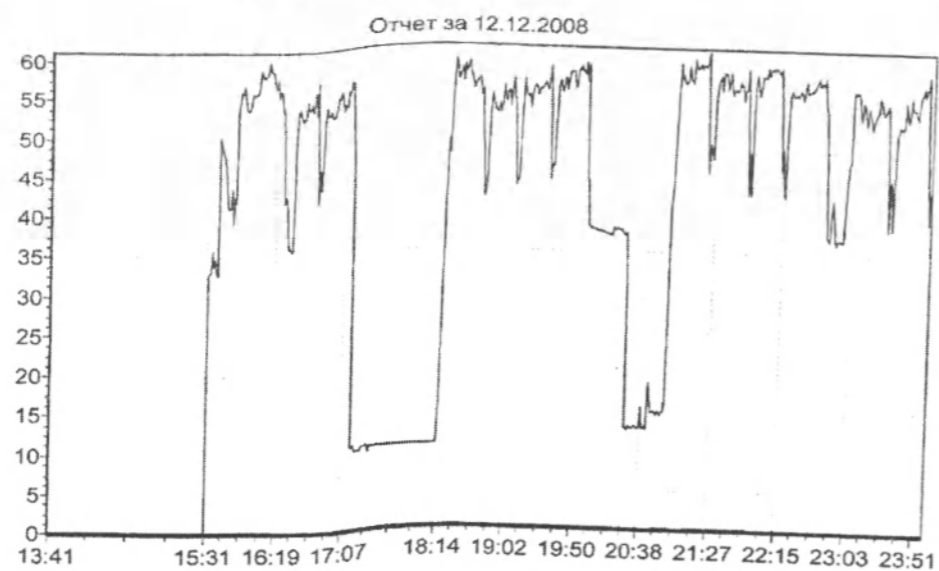


Рис. 3. Временная диаграмма работы бурового станка

буровым станком электроэнергии. Далее с оптического выхода счетчика сигналы в импульсном виде поступают на цифровой вход специализированного контроллера УСПД, где происходит суммирование принятых импульсов за 1-минутный интервал времени, формирование пакетов данных за 15 одноминутных интервалов и их запись в буферную память контроллера для передачи на верхний уровень. Передача счетных импульсов от счетчика к УСПД производится постоянно, пропорционально потребленной электроэнергии. Передача рассчитанных УСПД данных на сервер верхнего уровня осуществляется по запросу системы. При этом информация, сформированная в УСПД, через радиомодем и радиостанцию CM140 Motorola, передается на сервер системы, где принятая информация обрабатывается программой обслуживания контроллеров буровых станков и затем под управлением СУБД Access записывается в базу данных. По данным, хранящимся в базе данных, программным обеспечением верхнего уровня формируются следующие виды штатных справок и диаграмм:

- текущая нагрузка на объектах контроля с дискретностью 1 мин.;
- суточный график нагрузки с дискретностью 1 мин.;
- месячный график расхода электроэнергии;
- месячный посуточный расход электроэнергии;
- месячный почасовой расход электроэнергии.

Информация по контролируемому объекту может быть выведена на печатающее устройство в виде таблицы или графика (см. рис. 2, 3).

В настоящее время система оперативного контроля процесса бурения скважин внедрена и используется в рабочем режиме в двух геологоразведочных экспедициях в п. Таукент, Южно-Казахстанской области и в п. Шиели, Кызыл-Ординской области. В экспедиции п. Таукент к системе подключена одна буровая установка, в другой – 12 буровых установок. Контроль за работой буровых установок с диспетчерских пунктов экспедиций ведется в непрерывном режиме в течение суток. Вся собранная информация с буровых установок записывается и хранится в базе данных системы оперативного контроля. В конце суток на сервере системы контроля формируется сводка-отчет по каждой буровой установке за прошедшие сутки, в которой отражается время работы буровой установки, время простоя и время отсутствия связи между буровой установкой и диспетчерским пунктом.

Использование системы оперативного контроля для управления буровыми работами позволяет обеспечить:

- повышение эффективности в управлении процессом бурения;
- оптимизацию процесса управления оборудованием;
- повышение мобильности и качества данных;
- снижение времени простоя технологического оборудования;
- повышение скорости получения информации оперативным и руководящим персоналом.

УДК 550.34: 551.24 (235.21) (575.2) (04)

Сейсмичность глубинных разрывов на примере Северо-Тяньшаньского разлома и геологические признаки сейсмоопасности

К. НУРМАНБЕТОВ – ст. научн. сотр.,
А.Б. ДЖУМАБАЕВА – научн. сотр.

In the paper there is a characteristics of the Northern-Tien-Shan Fault – a seismogenic structure, as well as revealing of the seismogenic segments in bounds of deep-seated faults of the Kyrgyz Tien-Shan.

Известно, что разгрузка тектонических напряжений в консолидированной коре чаще всего происходит по имеющимся швам. Таковыми служат зоны разломов. Размещение и ориентировка разрывов неоднократно меняется в процессе эволюции земной коры. Лишь самые крупные из них в основном сохраняют свое положение и функции длительное время. И они же представляют наибольший интерес с позиции сейсмотектоники, являясь главными сейсмогенерирующими структурами. Максимальную сейсмическую продуктивность обнаруживают глубинные разломы, пронизывающие как геосинклинальный комплекс, так и подстилающие их глубокометаморфизированные образования верхней части земной коры. К ним тяготеют эпицентры произошедших землетрясений и здесь сосредотачиваются участки проявления сейсмодислокаций, а также присутствуют следы палеосейсмодислокаций (рвы, уступы, обвалы и срывы), развитые в скальных породах докембрия и палеозоя.

К числу крупных сейсмогенных глубинных разрывов, как Чилико-Кеминский, Таласо-Ферганский, Южно-Ферганский и др., относится Северо-Тяньшаньский разлом, который признан казахскими и кыргызскими геологами. Разлом отражен на десятиллионной (1:10000000) карте глубинных разломов (по геофизическим данным) территории СССР [1].

Под Северо-Тяньшаньским разломом понимается единая региональная структура глубокого заложения и длительного формирования, разгра-

ничивающая Муонкумо-Наратский срединный массив Северного Тянь-Шаня от поздних каледонид Южного Казахстана (Еременьтау-Чуилийский складчатый пояс). В новейшее время он отделяет эпиплатформенный ороген от Казахского щита [2].

Северо-Тяньшаньский разлом прослеживается вдоль северного подножия Киргизского хребта, имея субширотное простирание, затем в восточном замыкании Чуйской впадины поворачивает к северо-востоку и в этом направлении следует по правобережью р. Малый Кемин и Каскеленскому грабену, и затем по северному подножию Заилийского хребта. В западном окончании Киргизского хребта рассматриваемый разлом примыкает к системе разрывов северо-западного простирания (см. рисунок).

На всем протяжении Северо-Тяньшаньский разлом с юга разграничивает Чуйский и Илийский мегаблоки, границей которых служит Джалаир-Найманская зона разломов. Характер кинематики разрывной структуры в разные стороны от этой границы меняется противоположно. Если в пределах северного подножия Киргизского хребта разрыв падает под хребет, то в Заилийском Алатау он, наоборот, падает на север под углом 60–70° в сторону Илийской впадины, то есть в первом случае разрыв играет роль взброса, а во втором – сброса [3].

В пределах Киргизского хребта Северо-Тяньшаньский разлом представляет зону сопряжения складчатых структур каледонид и Муонкумо-Наратского срединного массива, а

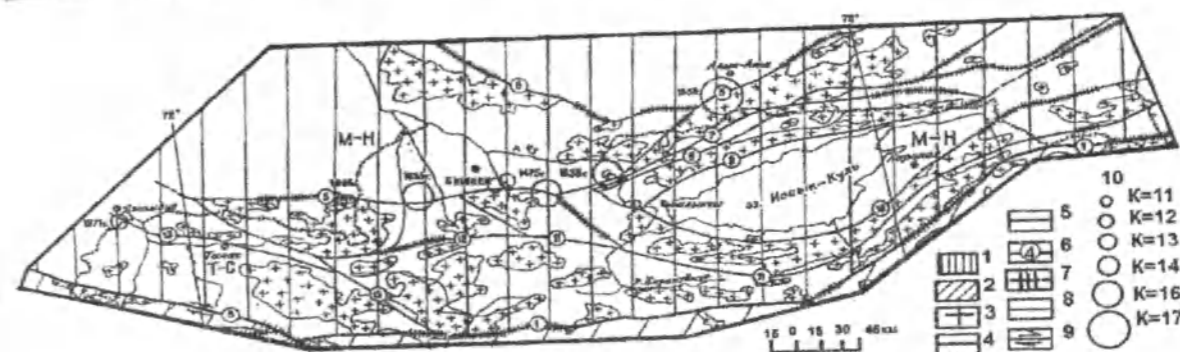


Схема домезозойской разломной тектоники Северного Тянь-Шаня и смежных территорий. Складчатые системы: 1 – каледониды Северного Тянь-Шаня и Южного Казахстана. 2 – герциниды Среднего Тянь-Шаня. Жесткие массивы: М-Н (Муонкумо-Наратский), Т-С (Таласский). 3 – интрузивные образования разных стадий развития. 4 – глубинные разломы, ограничивающие складчатые системы. 5 – разломы, ограничивающие жесткие массивы. 6 – в кружках порядковый номер и названия разломов (1 – “линия Николаева”, 3 – Таласо-Ферганский, 5 – Северо-Тяньшаньский, 6 – Джалаир-Найманский, 7 – Северо-Кеминский, 8 – Южно-Кеминский, 9 – Предкунгейский, 10 – Предтерсейский, 11 – Центрально-Терсейский, 12 – Каракольский, 13 – Ичкелетау-Суусамырский). 7 – приразломные выходы средне-верхнепалеозойских толщ, представляющие “уязвимые” участки возникновения сильных землетрясений. Разломы: 8 – сбросы, взбросы, 9 – сдвиги, 10 – энергетический класс землетрясений.

также рассекает тело последнего в юго-восточном обрамлении Чуйской впадины.

Северо-Тяньшаньский разлом играл важную роль на протяжении всей истории геологического развития региона Северного Тянь-Шаня и Южного Казахстана. Он был заложен в поздне докембрии (байкальское время) и в последующем неоднократно подновлялся. В каледонскую эпоху горизонтальные подвижки по нему достигали 70–75 м со смещением нижнепалеозойских структурно-фашиальных зон северного крыла разрыва на северо-восток [4]. Тектоническая активность зоны разлома продолжалась в герцинское время, когда вдоль нее формировались мульды, заполненные вулканогенным материалом, и значительные по размеру интрузии гранитоидов. В новейшей структуре Северо-Тяньшаньский разлом служит границей раздела зон поднятий и прогибов. Движения по этой границе возобновились на современном этапе, о чем свидетельствуют цепочки эпицентров, концентрирующихся вдоль нее слабых и средней силы землетрясений.

Северо-Тяньшаньский разлом, как сейсмогенная структура, рассматривалась многими исследователями. В.В. Попов и И.А. Резанов [5] высокую сейсмичность региона Северного

Тянь-Шаня связывают с “Северо-Тяньшаньским” швом, возникшим в плиоцене на границе платформы Центрального Казахстана и активизированной области Тянь-Шаня. В.Н. Крестников [6] считает, что Северо-Тяньшаньская сейсмическая зона совпадает с одноименным глубинным разломом, по которому устанавливается смешение основных разделов коры. Комплексное (по геолого-геофизическим и сейсмологическим данным) сейсмическое районирование Чуйской впадины проведено Институтом сейсмологии АН Киргизской ССР, где южная зона сейсмической опасности рассматриваемого района непосредственно связана с Северо-Тяньшаньской разрывной структурой [7, 8].

На всем протяжении с востока на запад Северо-Тяньшаньский разлом контролирует сильные (до катастрофических) землетрясения: Верненское (1887 г.), Кеминско-Чуйское (1938 г.), Баласагунское (1475 г.), Беловодское (1885 г.), Меркенское (1865 г.). Итоги исследований последствий этих землетрясений, включая Кеминское (1911 г.) в пределах Северного Тянь-Шаня, а также обобщение макросейсмических и инструментальных данных по ним известны в трудах И.В. Мушкетова, Д.И. Мушкетова, К.И. Багдано-

вича, А.П. Орлова, Б.Н. Королькова, Г.А. Романовского, А.В. Введенской, К.Д. Джанузакова и др. Уточненная привязка эпицентров землетрясений и детализация сейсмологических параметров приводится в монографии К.Д. Джанузакова, М. Омуралиева, А. Омуралиевой и др. [9].

Ниже приводим краткую характеристику землетрясений, приуроченных к Северо-Тяньшаньскому разлому.

Верненское землетрясение произошло в 1887 г. ($\varphi=43,10$, $\lambda=76,80$, энергетический класс $K=16,9$, магнитуда $M=7,3$, глубина очага $H=20$ км, сила землетрясения в эпицентре $I^{\circ}=9-10$ баллов).

Эпицентральная область Верненского землетрясения находилась на северном склоне Заилыйского Алатау. Наиболее интенсивные следы разрушений проявились в виде многочисленных трещин, оползней, обвалов и поверхностных сдвигов, которые наблюдались как в рыхлых отложениях, так и в твердых скальных породах (кристаллические сланцы, граниты, порфиры и др.). Во многих местах образовались значительные по площади обвалы и сбросы в гранитах. Весь северный склон Заилыйского Алатау был покрыт трещинами, из которых фонтанировала вода. Город Верный был полностью разрушен.

Кеминно-Чуйское землетрясение произошло в 1938 г. ($\varphi=42,70$, $\lambda=75,80$), характеризуется следующими параметрами: $K=16,0$, $M=6,9$, $H=21$ км, интенсивность $I^{\circ}=8-9$ баллов. Эпицентр его, определенный как инструментальными, так и макросейсмическими данными, был расположен в районе сочленения Киргизского хребта и Куингей Ала-Тоо. Наибольшие разрушения строений, оползни, обвалы, оплывины, растрескивание почвы наблюдались в черте слияния р. Большой Кемин и Чу, а также близ селения Джель-Арык.

Баласагынское землетрясение произошло в 1475 г. Его эпицентр ($\varphi=42,60$, $\lambda=75,20$) находился в пределах северного склона Киргизского хребта в юго-восточной части Чуйской впадины. Параметры: $K=15,6$, $I^{\circ}=8-9$ баллов, $M=6,5$, $H=15$ км. В результате землетрясения был разрушен город (включая минарет Бурана) с его окрестностями, основанный в XI-XII вв. В горах, в районе предполагаемого эпицентра, отмечались обвалы рыхлых отложений и коренных пород [10].

Беловодское землетрясение произошло в 1885 г. ($\varphi=42,70$, $\lambda=74,10$, с характеристиками: $K=16,5$, $M=6,9$, $H=15$ км, $I^{\circ}=9-10$ баллов) в северном подножии Киргизского хребта и его предгорьях по рекам Сокулук, Аксу и Карабалта. В го-

рах произошли большие обвалы и оползни. Холмы предгорий были рассечены параллельными трещинами. В населенных пунктах: Беловодск и Карабалта была разрушена практически большая часть строений [7].

Меркенское землетрясение произошло в 1865 г. ($\varphi=42,70$, $\lambda=73,20$, $K=15,5$, $M=6,4$, $H=15$ км, $I^{\circ}=8$ баллов). Есть разрушения. Землетрясение сопровождалось сильным гулом и раскатами, распространяющимися от Киргизского хребта по направлению с юго-запада на северо-восток.

Следует отметить, что землетрясения средней силы: Иссык-Атинское (2004 г.), Ташбашатское (1989 г.), связаны с активизированными на современном этапе Иссык-Атинского и Шамси-Тюндукского разломов, являющиеся оперяющимися ветвями главной зоны Северо-Тяньшаньского разрыва. Результаты исследований вышеотмеченных сильных землетрясений свидетельствуют о приуроченности их очагов к оживленным участкам зоны краевого глубинного разлома, отделявшего подвижные складчатые области от стабильного массива.

Итак, Северо-Тяньшаньский разлом является сейсмогенерирующей структурой, которая по геолого-тектонической значимости сопоставима с региональными разрывами, разделяющими основные тектонические единицы палеозойд Тянь-Шаня.

Геологические признаки сейсмоопасности разрывных нарушений. В процессе реакции разрыва на тектонические напряжения "работает" не в целом разлом на всем протяжении структуры, а отдельные его участки, выделяемые как сейсмоопасные. Такими потенциально "уязвимыми" местами возникновения сильных землетрясений в разломной зоне являются те ее отрезки, которые были оживлены в средне-позднепалеозойскую эпоху. Именно в это время происходили формирования эпикаледонских прогибов в Северном Тянь-Шане, развитие геосинклиналей в Южном Тянь-Шане, а также крупные по масштабу сдвиговые смещения по Таласо-Ферганскому разлому [11].

Сеймотектонические исследования в Северо-Восточной Фергане показали, что в разрезах палеозойских образований (в пределах разломной зоны и прилегающих площадей), где преобладают большей мощности карбонатные породы, характеризуются высоким сейсмическим потенциалом. В последних сосредоточены 50-80% очагов произошедших землетрясений. Массивные и жесткие

известняки продуцируют основную часть сейсмической энергии [12].

Следовательно, участки разрывных нарушений, выделенные на карте, разграничивающие выходы средне-верхнепалеозойских толщ, в разрезе которых карбонатные породы составляют не менее 50% от общего объема толщ, выделены как "уязвимые" места возникновения сильных землетрясений высокого уровня.

Второе возникновение подвижек по плоскостям разломов и межслоевых срывов и их характер (медленные криповые смещения или мгновенные разрывы) зависит от величины накопившихся тектонических напряжений и физических свойств соприкасающихся горных масс. Хорошо "залеченные" и зацементированные плоскости соприкосновения оказывают значительные сопротивления и для возникновения движения по ним требуется накопление больших начальных напряжений, обуславливающих условия для зарождения очагов неслабых землетрясений.

Для других глубинных разломов, включая и Северо-Тяньшаньский, особым знаком показаны участки, представляющие сейсмическую опасность по геологическим признакам.

Литература

1. Схема зон глубинных разломов территории СССР (по геофизическим данным...). Масштаб 1:10000000. - М.: ВСЕГЕИ, 1977.
2. Юдахин Ф.Н. Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность. - Фрунзе: Илим, 1983. - 246 с.
3. Сейсмическое районирование Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1979. - 118 с.
4. Гриценко В.А. Северо-Тяньшаньский разлом // Тектоника Памира и Тянь-Шаня. - М.: Наука, 1964. - С. 208-216.
5. Попов В.В., Резанов И.А. О неотектонике Тянь-Шаня в связи с его сейсмичностью // Вопросы геологии Азии. Т. II. - М.: Изд-во АН СССР, 1955.
6. Крестников В.И. История развития колебательных движений земной коры Памира и сопредельных частей Азии. - М.: Изд-во АН СССР, 1962.
7. Опыт комплексного сейсмического районирования на примере Чуйской впадины. - Фрунзе: Илим, 1973. - 189 с.
8. Кузнецов М.П., Нурманбетов К., Шилов Г.Г. Каледонские структуры и вопросы сейсмичности Чуйской впадины // Изв. АН Кирг. ССР. - 1974. - №1. - С. 31-37.
9. Джанузаков К.Д., Омуралиев М.О., Омуралиева А., Ильясов Б.И., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии). - Бишкек: Илим, 2003. - 215 с.
10. Зацепин Б.Н. Выдающиеся памятники архитектуры Киргизии (исторический очерк). - Ташкент, ЦГА Узб. ССР, ф.2406. - Фрунзе, 1954.
11. Тектоническая карта Киргизской ССР. Масштаб 1:500000. Объяснительная записка. - Фрунзе: Илим, 1987. - 86 с.
12. Нурманбетов К. Геологическая среда и оценка сейсмической опасности зоны Таласо-Ферганского разлома // Наука и новые технологии. - 2005. - №1. - С. 38-44.

УДК 550.34 (575.2) (04)

О величине землетрясения в точке регистрации

В.И. ДОВГАНЬ – канд. физ.-мат. наук,
А.Г. ФРОЛОВА – канд. физ.-мат. наук

The magnitude, but not as the seismic source characteristic, and as the characteristic of its influence value on the given point is offered.

В сейсмологии принято определять величину землетрясения в очаге – это энергия (энергетический класс), сейсмический момент и множество разных типов магнитуд в зависимости от видов зарегистрированных сейсмических волн и приборов. Для оценки величины воздействия в точке регистрации при достаточно сильном землетрясении применяется шкала баллов, основоположником которой является С.В. Медведев [1]. Этой сейсмической шкале Института физики Земли дано определение инструментальное и описательное. Инструментальное определение основано на величине максимальной амплитуды смещения сферического упругого маятника сейсмометра, имеющего период собственных колебаний 0,25 с и логарифмический декремент затухания 0,5. Этот сейсмометр в честь своего создателя назван СБМ (сейсмометр балльности Медведева). Простые по конструкции, сейсмометры СБМ были установлены на многих сейсмических станциях и находились в режиме ожидания. Порог срабатывания таких приборов – 4–5 баллов в месте регистрации. Описательная часть, как приложение к шкале балльности, создана для определения интенсивности землетрясения в пунктах, где отсутствуют такие сейсмометры.

Так сложилось, что для сейсмологов на первом плане стоит описание величины землетрясения в его исходной области – в очаге или эпицентре. Для строителей не менее важно знать, какова интенсивность сотрясений в точке наблюдения. И в этом отношении незаменимы приборы типа СБМ, которые объективно показывают величину максимального смещения в данной точке, а значит – и величину балла. Зная величину смещений, исторически зарегистрированных в точках

наблюдений, и привлекая данные тектоники и палеосейсмодислокации, можно более обоснованно оценить сейсмическую опасность.

Шкала балльности пересматривалась несколько раз. Первоначальная сейсмическая шкала Института физики Земли, предложенная Медведевым в 1953 [1], была рассмотрена на совещании ЮНЕСКО по сейсмологии и сейсмостойкому строительству в 1964 г. в Париже и получила статус международной для использования ее не только в СССР, но и в западных странах. Эта шкала получила название MSK-64 от интернационального состава ее создателей: С.В. Медведев (СССР), Г. Шпонхойер (ГДР), В. Карник (Чехословакия). Шкала была дополнена соответствующими более подробными пояснениями и таблицами по каждому баллу. От применявшейся в СССР шкалы, составленной С.В. Медведевым, она отличается очень незначительно [2].

В настоящее время существует несколько шкал интенсивности. С 1996 года в странах Европейского союза применяется Европейская макросейсмическая шкала (EMS). В Казахстане в настоящее время используется СНиП РК 2.03-30-2006 “Строительство в сейсмических районах”. Свои шкалы существуют на Камчатке, в Прибайкалье и в других регионах. Сопоставление этих шкал показывает их “разнобой”. Шкала MSK-64 лежит в основе СНиП II-7-81 “Строительство в сейсмических районах” и продолжает использоваться в России и некоторых странах СНГ. Положительным и важным элементом этой шкалы является не только ее описательное, но инструментальное начало, о котором упоминалось выше. На наш взгляд, можно было бы идти не по пути создания новых типов шкал, а по пути раз-

вития шкалы MSK-64, дополняя ее описательную часть новыми типами зданий и сооружений.

Величину балла в точке наблюдения может заменить или дополнить магнитуда, но не как характеристика очага, а как характеристика величины воздействия на данную точку. Она определяется так же, как и обычная магнитуда, т.е. как логарифм отношения амплитуды колебаний к периоду, но только для точки регистрации, иными словами, не привязывается к очагу путем корректировки на затухание (поглощение, расхождение и рассеяние на пути распространения колебаний). И второе ее отличие от обычной магнитуды – это использование не только максимальной амплитуды колебаний, но и учет всего спектра зарегистрированных колебаний. Определяться такая магнитуда может для землетрясений любой величины и в любой точке, где установлены сейсмометры. Магнитуда M_d в отличие от описательного балла является объективной инструментальной характеристикой воздействия.

Таким образом, мы ввели так называемую магнитуду M_d – в точке регистрации, определяемую спектральным методом [3]. Рассчитывается магнитуда M_d по простым формулам:

при записях смещений почвы

$$M_d = \sum \lg(A_i \cdot 2\pi f_i);$$

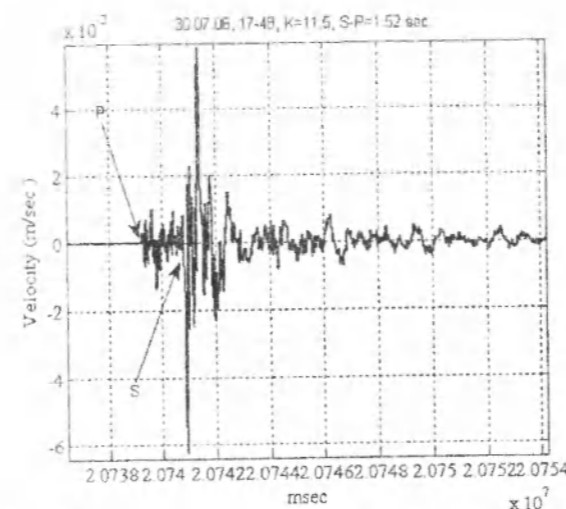
при записях скоростей

$$M_d = \sum \lg A_i;$$

при записях ускорений

$$M_d = \sum \lg(A_i / 2\pi f_i),$$

где A_i – амплитуды колебаний на соответствующих частотах f_i .



Изначально эта задача возникла потому, что надо было определить величину очень слабых местных толчков рядом с плотиной или под ней, а также оценить величину воздействия землетрясения на разные участки сооружения. Магнитуда M_d от местных толчков, т.е. для нулевых эпицентральных расстояний, не должна значительно отличаться от обычной магнитуды. На рис. 1 приведена запись одного из самых сильных местных землетрясений, зарегистрированных Токтогульской цифровой системой сейсмометрических наблюдений, и показано распределение магнитуды M_d по телу плотины.

Таблица 1

| № точки | Магнитуда, M_d |
|---------|------------------|
| 1 | 4.50 |
| 2 | 4.60 |
| 3 | 4.52 |
| 4 | 4.21 |
| 5 | 4.31 |
| 6 | 4.37 |
| 7 | 4.38 |
| 8 | 4.32 |
| 9 | 4.25 |
| 10 | 4.38 |

В табл. 1 приведены значения магнитуды M_d в десяти точках системы наблюдений. В опорной (10-й) точке $M_d=4,4$. При использовании известного соотношения Т.Г. Раутиан [1] между классом

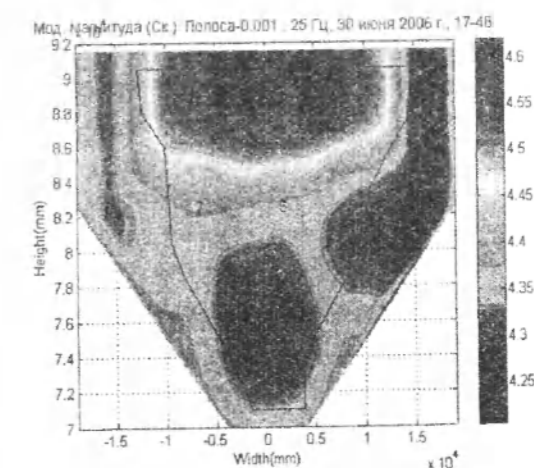


Рис. 1. Запись местного землетрясения 30 июля 2006 г. в опорной точке и распределение магнитуды M_d по телу плотины. Цифрами показано расположение точек наблюдений на теле плотины.

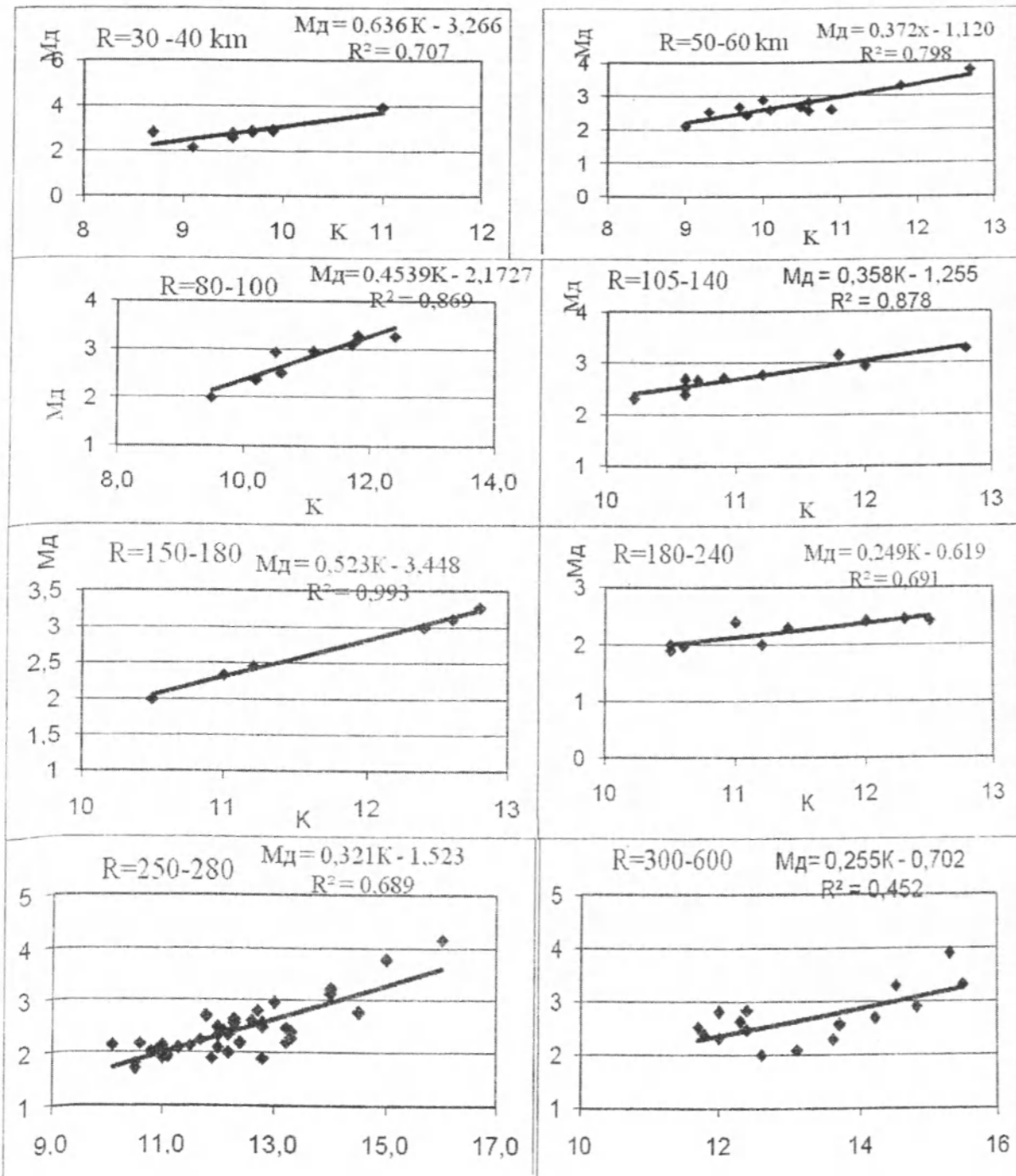


Рис. 2. Зависимости магнитуды Мд от класса для разных диапазонов расстояний.

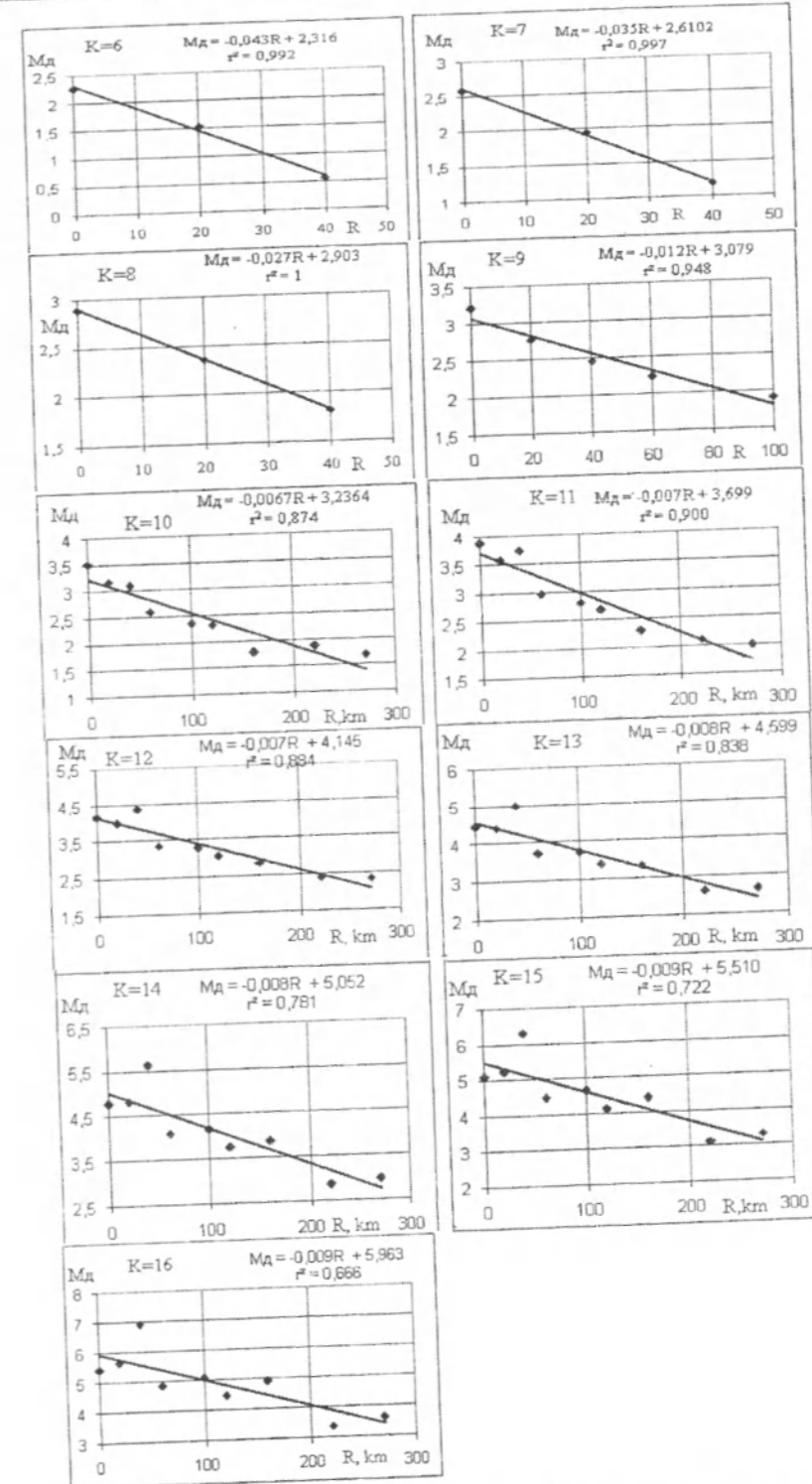


Рис. 3. Зависимости магнитуды в точке регистрации Мд от эпицентрального расстояния R для разных энергетических классов.

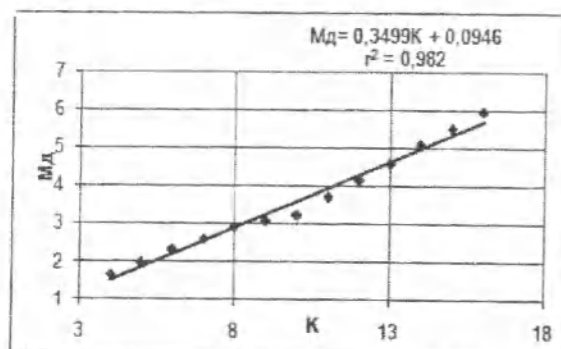


Рис. 4. Зависимость магнитуды M_d от энергетического класса K .

и магнитудой $M=(K-4)/1,8$ (1) для $K=11,5$ получается величина $M=4,2$. Последнее соотношение, опубликованное в [2]: $M=0,667 \cdot K - 3,2$ (2) для $K=11,5$ дает $M=4,47$, т.е. при нулевом эпицентральной расстоянии для этого энергетического класса магнитуда M_d не противоречит значениям, полученным по уже известным соотношениям. По данным табл. 1 видно, как меняется магнитуда по записям в разных точках, достигая максимума во 2-й верхней точке, расположенной в центральном блоке плотины.

Для перехода от магнитуды M_d в точке регистрации к магнитуде очага (для расчета кривой затухания) пока мало данных, но мы попытались получить M в очаге путем построений, которые были выполнены в несколько этапов:

1. Для каждого землетрясения, записанного в опорной точке Токтогульской цифровой системы сейсмометрических наблюдений, определили энергетический класс K и магнитуду M_d .
2. Нашли соотношение между классом и M_d для разных диапазонов расстояний (рис. 2).
3. Для каждого класса построили зависимость M_d от эпицентрального расстояния (рис. 3).
4. Нашли M на нулевом эпицентральной расстоянии (рис. 4).

На рис. 4 показана зависимость магнитуды, приведенной к нулевому расстоянию путем описанных выше построений от энергетического класса.

Экспериментальные точки на последнем графике осредняются одной прямой, хотя на уровне 10 класса наметился излом. Но выполнять более детальный анализ пока, по-видимому, не имеет смысла, так как представленные выше построения достаточно грубы. Зависимость величины воздействия, приведенной к очагу, от ве-

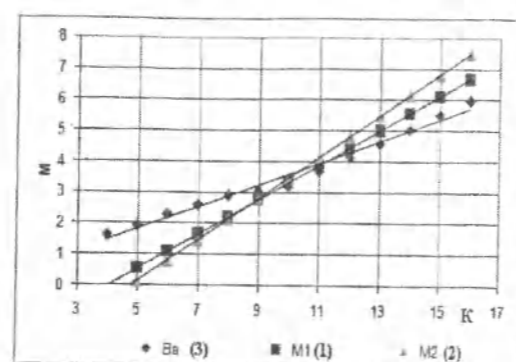


Рис. 5. Соотношения (1), (2), (3).

личины энергетического класса имеет вид: $V_v = 0,3499K + 0,0946$ (3).

При сопоставлении с соотношениями Т.Г. Раутиан (1) и (2) наблюдаются некоторые различия (рис. 5).

Наша зависимость дает более высокую величину воздействия (приведенную к очагу) для малых энергетических классов (например, для $K=6$ различия раны единице). Для $K=9-12$ величины V_v , M_1 и M_2 близки между собой, и на единицу и даже более (по второму новому соотношению) меньше для сильных землетрясений (например, для $K=16$). Отличия для слабых землетрясений, по-видимому, связаны с особенностями их высокочастотного спектрального состава. Вклад амплитуд не только максимальных, но и учет всего спектра колебаний, в какой-то мере увеличивает конечное значение магнитуды. Различия для сильных землетрясений, возможно, обусловлены погрешностями нашего подхода к определению магнитуды в очаге. При накоплении достаточного материала к этому вопросу можно вернуться.

Литература

1. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. – М.: 1962. – 283 с.
2. Медведев С.В. Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
3. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Труды ИФЗ. – 1960.
4. Rautian T.G., Khalturin V.I., Fugita K. and others. Origins and Methodology of the Russian Energy K-Class System and its Relationship to Magnitude Scales // Seismological Research Letters. – 2007. – V. 78. – №6. – P. 579–590.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ И РАСЧЕТЫ

УДК 515.123 (575.2) (04)

О построении бикompактного расширения равномерного пространства при помощи равномерно нуль-множеств

А.А. ЧЕКЕЕВ – докт. физ.-мат. наук, профессор,
Г.О. НАМАЗОВА – аспирант
Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына

For uniform spaces uX , in which the all uniformly zero-set collection is proper part of all zero-sets collection, the bicomact extension $\beta_u X$ has been constructed, provided many properties by similar Stone-Cech extension.

Равномерно открытые и равномерно замкнутые множества равномерных пространств были введены М.Г. Хараламбусом [1, 2] для определения различных размерностей равномерных пространств. Нами использованы в работе некоторые свойства равномерно замкнутых множеств для построения бикompактного расширения равномерного пространства Волменовского типа [13]. Более детальное ознакомление с приложениями равномерно открытых и равномерно замкнутых множеств можно ознакомиться в работах [3–5].

В начале статьи дается краткая информация о бикompактных, Самуэловских бикompактных расширениях тихоновских и равномерных пространств. Более полную информацию можно найти в работах [4–9].

Основные результаты данной статьи отражены в теоремах 7, 8, в которых посредством z_u – ультрафильтров строится бикompактное расширение $\beta_u X$ равномерного пространства uX , обладающего свойствами аналогичными свойствам Стоун-Чеховского расширения тихоновского пространства.

Каждое равномерное пространство будет обозначаться так uX , где u -равномерность на тихоновском пространстве X , u_f означает максимальную (=fine) равномерность, порождающую топологию пространства X . Через $C(uX)(C^*(uX))$ обозначим множество всех равномерно непрерывных (ограниченных) функций на равномерном пространстве uX . Для метрического пространства (M, d) через u_d обозначим метрическую равномерность пространства M соответственно. $U_{\mathbb{R}}$ – метрическая (естественная) равномерность числовой прямой \mathbb{R} .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1. Подмножество $F \subset X$ равномерного пространства uX называется равномерно замкнутым, если существует такое равномерно непрерывное отображение $f: uX \rightarrow u_d M$, что $F = f^{-1}(N)$, где $N \subset M$ – замкнутое подмножество равномерного пространства $u_d M$.

Дополнение до равномерно замкнутого множества называется равномерно открытым.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2. Подмножество $F \subset X$ равномерного пространства uX называется равномер-

но нуль-множествам, если $F=f^{-1}(0)$ для некоторой функции $f \in C^*(uX)$.

Дополнение до равномерно нуль-множества называется равномерно конуль-множеством. Другими словами, подмножество $U \subset X$ равномерного пространства uX является равномерно конуль-множеством, если $U = f^{-1}(\mathbb{R} \setminus \{0\})$ для некоторой функции $f \in C^*(uX)$.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 3. ([4]). Подмножество $F \subset X (U \subset X)$ равномерно замкнуто (равномерно открыто) тогда и только тогда, когда оно является равномерно нуль (конуль)-множеством.

Через $\mathfrak{Z}(uX) \mathfrak{L}(uX)$ обозначим семейство всех равномерно нуль (конуль)-множеств.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 4. ([4]), Лемма 1). Если $\{F_n : n \in \mathbb{N}\} \subset \mathfrak{Z}(uX)$, тогда $F_1 \cup F_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $\cap \{F_n : n \in \mathbb{N}\} \in \mathfrak{Z}(uX)$ и, следовательно, если $\{A_n : n \in \mathbb{N}\} \subset \mathfrak{Z}(uX)$, тогда $A_1 \cap A_2 \in \mathfrak{L}(uX)$ и $\cup \{A_n : n \in \mathbb{N}\} \in \mathfrak{L}(uX)$.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 5. ([4]), Лемма 2). Если $f \in C^*(uX)$ и $U \subseteq \mathbb{R}$ открыто в \mathbb{R} , тогда $f^{-1}(U)$ является равномерно конуль-множеством.

ТЕОРЕМА 6. [3]. Для равномерного пространства uX базу топологии тихоновского пространства X образует семейство $\mathfrak{Z}(uX) \mathfrak{L}(uX)$ всех равномерно нуль (конуль)-множеств образует базу замкнутых (открытых) множеств.

СЛЕДСТВИЕ 6.1. Каждое замкнутое множество $F \subset X$ равномерного пространства uX есть пересечение всех окрестностей $V_i \supset F$ являющихся равномерно нуль-множествами, т.е. $F = \cap \{F_i : i \in \mathbb{N}\}$, где $\{F_i : i \in \mathbb{N}\} \subset \mathfrak{Z}(uX)$ и F_i является равномерно нуль-множеством для каждого $i \in \mathbb{N}$.

СЛЕДСТВИЕ 6.2. Для любой окрестности V точки $x \in X$, являющейся равномерно нуль-множеством, т.е. $x \in V \in \mathfrak{Z}(uX)$, существует $V^1 \in \mathfrak{Z}(uX)$ такое, что $x \in X \setminus V^1 \subset V$.

СЛЕДСТВИЕ 6.3. Каждая окрестность $x \in U$ некоторой точки $x \in U$ равномерного пространства uX содержит некоторую окрестность F точки $x \in X$ являющуюся равномерно нуль-множеством, т.е. $x \in F \subset U$ и $F \in \mathfrak{Z}(uX)$.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 7. [3, 4]. Функция $f : uX \rightarrow I = [0; 1]$ называется u -функцией, если $f^{-1}(U)$ является равномерно конуль-множеством для любого открытого множества $U \subset I$, или, что эквивалентно, $f^{-1}(F)$ является равномерно нуль-множеством для любого замкнутого множества $F \subset I$, т.е. $f^{-1}(F) \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $f^{-1}(U) \in \mathfrak{L}(uX)$.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 8. ([4]), Лемма 3). Пусть $F_1, F_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $F_1 \cap F_2 = \emptyset$. Тогда существу-

ет такая u -функция $f : uX \rightarrow I$, что $F_1 = f^{-1}(0)$ и $F_2 = f^{-1}(1)$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Так как $F_1, F_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$, что существуют такие равномерно непрерывные функции $g_i : uX \rightarrow I$, что $F_1 = g_1^{-1}(0)$ и $F_2 = g_2^{-1}(0)$. По условию $F_1 \cap F_2 = \emptyset$, следовательно $g_1 + g_2 > 0$. Положим $f = g_1 / (g_1 + g_2)$, $f(x) = g_1(x) / (g_1(x) + g_2(x))$. Тогда имеем функцию $f : uX \rightarrow I$, которая, в общем случае, не является равномерно непрерывной. Имеем $F_1 = f^{-1}(0)$ и $F_2 = f^{-1}(1)$ и для любых $0 < a, b < 1$ имеем:

$$f^{-1}([0; a]) = \cup \{g_1^{-1}([0, pa/(1-a)]) \cap g_2^{-1}((p, 1]) : p \in \mathbb{Q}_p\},$$

$$f^{-1}((b, 1]) = \cup \{g_1^{-1}((pb/(1-b), 1]) \cap g_2^{-1}([0, p]) : p \in \mathbb{Q}_p\}$$

где $\mathbb{Q}_p \subset I$ множество всех рациональных чисел интервала $[0; 1]$. Согласно предложениям 1.4., 1.5., $f^{-1}([0; a])$ и $f^{-1}((0; b])$ – равномерно конуль-множества, т.е. $f^{-1}([0; a]) \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $f^{-1}((b, 1]) \in \mathfrak{L}(uX)$. Любое открытое множество $U \subset I$ интервала I является счетным объединением конечных пересечений множеств вида $[0, a)$ и $(b, 1]$, поэтому $f^{-1}(U)$ открыто в X и следовательно f является u -функцией.

Для функции $f : uX \rightarrow I$ множества $Z_1 = f^{-1}([0; 1/3])$ и $Z_2 = f^{-1}([1/3; 1])$ являются, по предложению 1.3., равномерно нуль – множествами, т.е. $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $F_1 \subset X \setminus Z_1 \subset Z_2 \subset X \setminus F_2$. Итак, имеет место предложение 9.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 9. Если F_1 и F_2 дизъюнктные равномерно нуль – множества, т.е. $F_1, F_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $F_1 \cap F_2 = \emptyset$, тогда существуют такие равномерно нуль-множества $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$, что $F_1 \subset Z_1, F_2 \subset Z_2, F_1 \subset X \setminus Z_2 \subset Z_1 \subset X \setminus F_2$.

Для равномерного пространства uX покрытие α называется равномерно открытым, если оно состоит из равномерно конуль-множеств.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 10 ([3]). Пусть $f : uX \rightarrow vY$ равномерно непрерывное отображение равномерного пространства uX в равномерное пространство vY и $F \in \mathfrak{Z}(vY) (U \in \mathfrak{L}(vY))$ т.е. $F(U)$ – равномерно нуль (конуль) множество в Y , тогда $N = f^{-1}(F) (V = f^{-1}(U))$ равномерно нуль (конуль) – множество в X т.е. $N \in \mathfrak{Z}(uX) (V \in \mathfrak{L}(uX))$.

Если u, v равномерности на тихоновском пространстве X и $u \supset v$, тогда $\mathfrak{Z}(uX) \supset \mathfrak{Z}(vX)$ и $\mathfrak{L}(uX) \supset \mathfrak{L}(vY)$. Для равномерности u_p называемой Стоун – Чеховской, индуцированной из Стоун – Чеховского расширения βX тихоновского пространства X , всегда $\mathfrak{Z}(u_p X) = \mathfrak{Z}(u_p X)$ и $\mathfrak{L}(u_p Y) = \mathfrak{L}(u_p X)$.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 11 ([3]). Если X – тинделёфово пространство, тогда $\mathfrak{Z}(uX) = \mathfrak{Z}(u, X) \mathfrak{L}(u, X) = \mathfrak{L}(u, X)$ для любой равномерности u на X . Если (M, d) метрическое пространство, тогда $\mathfrak{Z}(uM) = \mathfrak{Z}(u, X) \mathfrak{L}(uM) = \mathfrak{L}(u, M)$ для любой равномерности u и согласующей с топологией метрического пространства (M, d) , в том числе и метрической равномерности u_d .

ЗАМЕЧАНИЕ 11.1. $\mathfrak{Z}(u, X) \mathfrak{L}(u, M)$ совпадает с множеством всех нуль (конуль) – множеств на тихоновском пространстве X т.е. $F \in \mathfrak{Z}(u, X) (U \in \mathfrak{L}(u, M))$ тогда и только тогда, когда $F = f^{-1}(0) (U = f^{-1}(\mathbb{R} \setminus \{0\}))$ для некоторой непрерывной функции $f \in C^*(u, X) = C^*(X)$, где $C^*(X)$ – множество всех непрерывных ограниченных функций на тихоновском пространстве X [10]. Более того, всегда имеет место равенство $C^*(u, X) = C^*(u, X) = C^*(X)$. Таким образом $\mathfrak{Z}(v) = \mathfrak{Z}(u, X) = \mathfrak{Z}(u, X) \mathfrak{L}(v, X) = \mathfrak{L}(u, X) = \mathfrak{L}(v, X)$, где $\mathfrak{Z}(X) \mathfrak{L}(X)$ обозначает множество всех нуль (конуль) – множеств тихоновского пространства X .

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 12 ([8], [10]). Для любого равномерного пространства uX равномерность, порожденная всеми функциями из $C^*(uX)$ совпадает с сильнейшей предкомпактной равномерностью u_p содержащейся в равномерности u .

Семейство $\xi \subset \mathfrak{Z}(X)$ называется центрированным, если $\cap \xi \neq \emptyset$ для любого конечного подсемейства $\eta \subset \xi$. Фильтр, состоящий из равномерно нуль – множеств называется z_u -фильтром. Максимальный z_u -фильтр называется z_u -ультрафильтром.

На равномерном пространстве uX все z_u -ультрафильтры подразделяются на фиксированные и свободные. Пусть z_u -ультрафильтр \mathfrak{Z} называется свободным, если $\cap \mathfrak{Z} = \emptyset$ и фиксированным в противном случае. Из свойств ультрафильтров вытекает, что z_u -ультрафильтр \mathfrak{Z} фиксирован, если и только если $\cap \mathfrak{Z} = \{x\}$ для некоторой точки $x \in X$. Ясно, что семейство $\mathfrak{Z}_x \subset \mathfrak{Z}(uX)$ всех равномерно нуль – множеств содержащих данную точку $x \in X$ равномерного пространства uX является фиксированным z_u -ультрафильтром. Ясно, что $x \neq u$ в том и только в том случае, когда $\mathfrak{Z}_x \neq \mathfrak{Z}_u$.

Через uX обозначается пополнение равномерного пространства uX . Пополнение $u_p X$ является бикомпактом и называется Самуэловским бикомпактным расширением равномерного пространства uX и обозначается через $S_u X$. Самуэловское расширение $S_u X$ равномерного пространства uX

обладает свойством продолжения, т.е. всякое равномерно непрерывное отображение $f : uX \rightarrow vK$ равномерного пространства uX в компактное равномерное пространство vK продолжается до непрерывного отображения $s_u f : S_u X \rightarrow vK$ ([8], [10]).

Бикомпактное пространство bX называется бикомпактным расширением тихоновского пространства X , если $b : X \rightarrow bX$ гомеоморфизм пространства X в bX и $b(X) = bX$. На множестве $\mathfrak{B}(X)$ всех бикомпактных расширений тихоновского пространства X определено естественное упорядочение " \leq_b ". Полагается $b_p X \geq_b b_q X$, если существует непрерывное отображение $f : b_p X \rightarrow b_q X$, такое, что $b_2 = f \circ b_1$. Для каждого тихоновского пространства X относительно упорядочения " \leq_b " на $\mathfrak{B}(X)$ существует наибольший элемент, который называется Стоун – Чеховской бикомпактификацией пространства X и обозначается через βX .

Для любых равномерных структур u, v и $v \supset u$ тихоновского пространства X , равномерно непрерывный гомеоморфизм $i : uX \rightarrow vX$ продолжается до непрерывного отображения $s_i : S_u X \rightarrow S_v X$, таким образом на множестве $\mathfrak{B}(X)$ всех Самуэловских расширений тихоновского пространства X определяется естественное упорядочение \leq_s . Из фундаментальной теоремы Ю.М. Смирнова ([11]), вытекает изоморфизм частично упорядоченных множеств $(\mathfrak{B}(X), \leq_b)$ и $(\mathfrak{B}_s(X), \leq_s)$.

Бикомпактное расширение bX тихоновского пространства X , называется расширением Волмэновского типа, если в bX существует такая база \mathfrak{B} замкнутых множеств, что $F = [F \cap X]_X$ для любого $F \in \mathfrak{B}$ ([13]).

Бикомпакт $b_p X$ называется бикомпактным расширением равномерного пространства uX , если $b_p : uX \rightarrow b_p X$ равномерный гомеоморфизм $u_p X$ в $b_p X$ и $b_p(X) = b_p X$.

В работе [7] при помощи ультрафильтров, состоящих из равномерно замкнутых множеств, построена бикомпактификация $W_u X$ Волмэновского типа равномерного пространства uX аналогичная Стоун-Чеховскому расширению βX тихоновского пространства X .

ТЕОРЕМА 7. Каждое равномерное пространство uX имеет такое бикомпактное расширение $\beta_u X$, содержащее X всюду плотно, что всякое равномерно непрерывное отображение $f : uX \rightarrow vK$ равномерного пространства uX в бикомпактное равномерное пространство vK продолжается до равномерно непрерывного отображения $\beta f : \beta_u X \rightarrow vK$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Пусть $\beta_u X$ множество всех z_u -ультрафильтров на равномерном пространстве uX . Для любого равномерно нуль-множества $Z \in \mathfrak{Z}(uX)$ положим $\bar{Z} = \{p \in \beta_u X : Z \in p\}$. Семейство $\mathfrak{B} = \{\bar{Z} : Z \in \mathfrak{Z}(uX)\}$ образует базу замкнутых множеств на $\beta_u X$. Действительно, пустое множество \emptyset не принадлежит ни одному z_u -ультрафильтру $p \in \beta_u X$, т.е. $\emptyset \notin p$ для любого $p \in \beta_u X$ следовательно, $\emptyset \in \bar{Z}$. Для любых $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$; $\bar{Z}_1 \cup \bar{Z}_2 \subseteq \overline{Z_1 \cup Z_2}$, где $Z_1 \cup Z_2$ является равномерно нуль-множеством (предложение 1.4). Если $p \in \bar{Z}_1 \cup \bar{Z}_2$, тогда $p \in \bar{Z}_1$ или $p \in \bar{Z}_2$, т.е. $Z_1 \in p$ или $Z_2 \in p$. Это по свойству ультрафильтров равносильно тому, что $Z_1 \cup Z_2 \in p$ или $p \in \overline{Z_1 \cup Z_2}$. Итак, $\bar{Z}_1 \cup \bar{Z}_2 \subseteq \overline{Z_1 \cup Z_2}$ и следовательно, $\bar{Z}_1 \cup \bar{Z}_2 \supseteq \overline{Z_1 \cup Z_2}$. Таким образом семейство \mathfrak{B} замкнуто относительно конечных объединений и содержит пустое множество, т.е. и является базой замкнутых множеств на $\beta_u X$.

Для каждой точки $x \in X$ однозначно определен ультрафильтр \mathfrak{Z}_x состоящий из всех равномерно нуль-множеств содержащих точку $x \in X$. Полагая $i(x) = \mathfrak{Z}_x$, определяется естественное вложение $i: X \rightarrow \beta_u X$, которое является биекцией множества X на множество $i(X)$, так как для любых $x \neq y$ имеем $\mathfrak{Z}_x \neq \mathfrak{Z}_y$, т.е. $i(x) \neq i(y)$. Для любого $Z \in \mathfrak{Z}(uX)$ имеем $i(Z) = \bar{Z} \cap i(X)$ и $i^{-1}(\bar{Z} \cap i(X)) = Z$, поэтому i является гомеоморфным вложением X в $\beta_u X$. По определению базы \mathfrak{B} имеем $\bar{X} = \beta_u X$, так как $X \in p$ для любого $p \in \beta_u X$ и $[i(X)]_{\beta_u X} = \bigcap \{\bar{Z} \in \mathfrak{B} : i(X) \subset \bar{Z}\}$. Тогда для любого $\bar{Z} \in \mathfrak{B}$ такого, что $i(X) \subset \bar{Z}$ имеем, $i(X) = \{\mathfrak{Z}_x : x \in X\} \subset \bar{Z}$ т.е. $\mathfrak{Z}_x \in \bar{Z}$ для всех $x \in X$. Тогда $Z \in \mathfrak{Z}_x$ для всех $x \in X$. Это означает, что $x \in Z$ для всех $x \in X$, т.е. $Z = X$ и $Z = X = \beta_u X$. Итак, $[i(X)]_{\beta_u X} = \beta_u X$, т.е. $i(x)$ всюду плотно лежит в $\beta_u X$.

Покажем хаусдорфовость $\beta_u X$. Пусть $p_1, p_2 \in \beta_u X$ – различные точки, т.е. $p_1 \neq p_2$. По свойствам ультрафильтров, существуют такие равномерно нуль-множества $F_1 \in p_1$ и $F_2 \in p_2$, что $F_1 \cap F_2 = \emptyset$. Согласно предложению 9, существуют такие $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$, что $F_1 \subset Z_1, F_2 \subset Z_2, F_1 \subset X \setminus Z_2 \subset Z_1 \subset X \setminus F_2$ и $F_1 \cap Z_2 = \emptyset, F_2 \cap Z_1 = \emptyset$. Тогда $Z_1 \notin p_2, Z_2 \notin p_1$ и $p_2 \notin \bar{Z}_1, p_1 \notin \bar{Z}_2$, а также $\bar{X} = \bar{Z}_1 \cup \bar{Z}_2 = \bar{Z}_1 \cup \bar{Z}_2 = \beta_u X$. Множества $V_1 = \beta_u X \setminus \bar{Z}_1, V_2 = \beta_u X \setminus \bar{Z}_2$ открыты, $p_1 \in V_1, p_2 \in V_2$ и $V_1 \cap V_2 = \emptyset$. Хаусдорфовость $\beta_u X$ доказана.

Докажем бикомпактность $\beta_u X$. Пусть $\{F_s : s \in S\}$ – произвольная центрированная система замкнутых множеств в $\beta_u X$. Тогда $F_t = \bigcap \{\bar{Z}_i : i \in T_s\}$, где $\bar{Z}_i \in \mathfrak{Z}(uX)$ для всех $i \in T_s$ и всех $s \in S$. Семейство $\xi = \{\{Z_i : i \in T_s\} : s \in S\}$ центрировано в uX и состоит из равномерно нуль-множеств Z_p т.е. $Z_i \in \mathfrak{Z}(uX)$ для всех $i \in T_s$ и $s \in S$. Пусть p - z_u -ультрафильтр, содержащий z_u -центрированное семейство ξ . Тогда $p \in \beta_u X$.

Нетрудно показать, что $\{p\} = \bigcap \{\bar{P} : P \in p\} \subseteq \bigcap \subseteq \bigcap \{\{Z_i : i \in T_s\} : s \in S\} \subseteq \bigcap \{F_s : s \in S\} \neq \emptyset$.

Итак, $\beta_u X$ -бикомпакт. Пусть $f: uX \rightarrow vK$ – произвольное равномерно непрерывное отображение равномерного пространства uX в бикомпактное равномерное пространство vK . Для доказательства существования равномерно непрерывного продолжения $\beta f: \beta_u X \rightarrow vK$ воспользуемся теоремой А.Д. Тайманова [10] о продолжении. Для этого достаточно доказать, что для любых замкнутых $B_1 \subset K$ и $B_2 \subset K, B_1 \cap B_2 = \emptyset$ выполняется $[f^{-1}(B_1)]_{\beta_u X} \cap [f^{-1}(B_2)]_{\beta_u X} = \emptyset$. Так как $B_1 \subset K$ и $B_2 \subset K$ замкнуты, в бикомпакте K , то $B_1 = \bigcap \{Z_{1s} : s \in S\}$ и $B_2 = \bigcap \{Z_{2t} : t \in T\}$, где $Z_{1s} \in \mathfrak{Z}(vK)$ для всех $s \in S$ и $Z_{2t} \in \mathfrak{Z}(vK)$ для всех $t \in T$. В силу равномерной непрерывности отображения $f: uX \rightarrow vK$ $f^{-1}(Z_{1s}) \in \mathfrak{Z}(uX)$ для всех $s \in S$ и $f^{-1}(Z_{2t}) \in \mathfrak{Z}(uX)$ для всех $t \in T$. Имеем следующие равенства $f^{-1}(B_1) = f^{-1}(\bigcap \{Z_{1s} : s \in S\}) = \bigcap f^{-1}(\{Z_{1s} : s \in S\})$, т.е. $f^{-1}(B_1) \subseteq f^{-1}(Z_{1s})$, для любого $s \in S$ и $f^{-1}(B_2) = f^{-1}(\bigcap \{Z_{2t} : t \in T\}) = \bigcap f^{-1}(\{Z_{2t} : t \in T\})$, т.е. $f^{-1}(B_2) \subseteq f^{-1}(Z_{2t})$ для любого $t \in T$. Тогда $[f^{-1}(B_1)]_{\beta_u X} \subseteq \overline{f^{-1}(Z_{1s})}$ для любого $s \in S$ и $[f^{-1}(B_2)]_{\beta_u X} \subseteq \overline{f^{-1}(Z_{2t})}$ для любого $t \in T$. Следовательно, $[f^{-1}(B_1)]_{\beta_u X} \subseteq \bigcap \{\overline{f^{-1}(Z_{1s})} : s \in S\}$ и $[f^{-1}(B_2)]_{\beta_u X} \subseteq \bigcap \{\overline{f^{-1}(Z_{2t})} : t \in T\}$. Теперь достаточно показать, что $(\bigcap \{\overline{f^{-1}(Z_{1s})} : s \in S\}) \cap (\bigcap \{\overline{f^{-1}(Z_{2t})} : t \in T\}) = \emptyset$. Предположим противное. Пусть существует такой z_u -ультрафильтр $p \in \beta_u X$, что $p \in f^{-1}(Z_{1s})$ для всех $s \in S$ и $p \in f^{-1}(Z_{2t})$ для всех $t \in T$. Тогда

$f^{-1}(Z_{1s}) \in p$ для всех $s \in S$ и $f^{-1}(Z_{2t}) \in p$ для всех $t \in T$, т.е. $\{Z_{1s} : s \in S\} \subset f(p)$ и $\{Z_{2t} : t \in T\} \subset f(p)$. Семейство $f(p) = \{f(p) : P \in p\}$ центрировано в бикомпакте K , следовательно, $\bigcap \{f(p) : P \in p\} = K' \neq \emptyset$ и $B_1 \cap B_2 = (\bigcap \{Z_{1s} : s \in S\}) \cap (\bigcap \{Z_{2t} : t \in T\}) \supset K' \neq \emptyset$, т.е. $B_1 \cap B_2 = \emptyset$ противоречие. Итак, $[f^{-1}(B_1)]_{\beta_u X} \cap [f^{-1}(B_2)]_{\beta_u X} = \emptyset$ и условия теоремы А.Д. Тайманова выполнены. Таким образом, существует непрерывное продолжение $\beta f: \beta_u X \rightarrow vK$ отображения $f: uX \rightarrow vK$, которое является единственным и равномерно непрерывным, в силу единственности равномерностей на бикомпактах $\beta_u X$ и K . Теорема 7 доказана.

СЛЕДСТВИЕ 7.1. Если $\mathfrak{Z}(X) \neq \mathfrak{Z}(uX)$ для равномерного пространства uX , тогда $\beta_u X$ гомеоморфно $s_u X$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Тождественное отображение $i: uX \rightarrow uX$ имеет два непрерывных продолжения $\beta_u i: \beta_u X \rightarrow s_u X$ и $s_u i: s_u X \rightarrow \beta_u X$, откуда следует гомеоморфизм $\beta_u X$ и $s_u X$. Следствие 7.1. доказано.

Для равномерностей $u, v, u \supset v$ тихоновского пространства X тождественное отображение $i: uX \rightarrow vX$ продолжается до непрерывного отображения $\beta_u i: \beta_u X \rightarrow \beta_v X$, тем самым на множестве $\mathfrak{B}_v(X)$ всех бикомпактных расширений Волмэнновского типа $\beta_u X$ существует естественное упорядочение \leq_u .

СЛЕДСТВИЕ 7.2. Если $\mathfrak{Z}(X) \neq \mathfrak{Z}(uX)$ для любой равномерности u и v на тихоновском пространстве X , тогда частично упорядоченные множества $(\mathfrak{B}_v(X), \leq_u)$ и $(\mathfrak{B}_u(X), \leq_v)$ изоморфны.

ЗАМЕЧАНИЕ 7.1. Отметим, что бикомпактное расширение $\beta_u X$ равномерного пространства uX является расширением Волмэнновского типа, т.к. $\mathfrak{B} = \{\bar{Z} : Z \in \mathfrak{Z}(uX)\}$ база замкнутых множеств бикомпакта $\beta_u X$.

ТЕОРЕМА 8. Для бикомпактного расширения $\beta_u X$ равномерного пространства uX выполнены следующие условия:

1. Любое равномерно непрерывное отображение $f: uX \rightarrow vY$ равномерного пространства uX в (на) равномерное пространство vY имеет равномерно непрерывное продолжение $\beta f: \beta_u X \rightarrow vY$ бикомпакта $\beta_u X$ в (на) бикомпакт $\beta_v Y$.

2. Любая функция $f \in C^*(uX)$ имеет продолжение до функции $\beta f \in C(\beta_u X) = C^*(\beta_u X)$.

3. Любая пара непересекающихся равномерно нуль-множеств в uX имеет непересекающиеся замыкания в $\beta_u X$, т.е. пара $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $Z_1 \cap Z_2 = \emptyset$, то $[Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X} = \emptyset$.

4. Для любых равномерно нуль-множеств $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ имеем

$$[Z_1 \cap Z_2]_{\beta_u X} = [Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X}$$

5. Каждая точка $\beta_u X$ есть предел единственного z_u -ультрафильтра на uX .

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. Условие 1. Пусть $f: uX \rightarrow vY$ – равномерно непрерывное отображение равномерного пространства uX в (на) равномерное пространство vY . Тогда $f: uX \rightarrow \beta_v Y$ равномерно непрерывное отображение равномерного пространства uX в бикомпакт $\beta_v Y$. Тогда, в силу теоремы 7, отображение $f: uX \rightarrow \beta_v Y$ имеет непрерывное, а следовательно, и равномерно непрерывное продолжение $\beta f: \beta_u X \rightarrow \beta_v Y$. Пусть отображение $f: uX \rightarrow vY$ сюръективно и $q \in \beta_v Y$ произвольная точка. Тогда q - z_v -ультрафильтр на равномерном пространстве vY , т.е. $q \in \mathfrak{Z}(vY)$. Тогда $f^{-1}(Q) \in \mathfrak{Z}(uX)$ для любого $Q \in q$ и семейство $p' = \{f^{-1}(Q) : Q \in q\}$ является z_u -центрированным в uX . Пусть p – такой z_u -ультрафильтр на uX , что $p' \subset p$. Тогда $p \in \beta_u X$. Положим $\beta_u f(p) = q$. Итак, продолжение $\beta f: \beta_u X \rightarrow \beta_v Y$ сюръективно.

Условие 2. Всякая ограниченная непрерывная функция $f \in C^*(uX)$ есть равномерно непрерывное отображение $f: uX \rightarrow vK$ равномерного пространства uX в компактное равномерное пространство vK , где $K = [f(X)]_{\beta_v} \subseteq \mathbb{R}$ и v – единственная равномерность на K . В силу (1), функция $f: uX \rightarrow vK$ имеет единственное непрерывное продолжение $\beta f: \beta_u X \rightarrow vK \subseteq \mathbb{R}, \beta f \in C(\beta_u X)$; так как на бикомпактных пространствах всякая непрерывная функция ограничена, имеем равенство $C^*(\beta_u X) = C(\beta_u X)$.

Условие 3. Пусть $Z_1, Z_2 \in \mathfrak{Z}(uX)$ и $Z_1 \cap Z_2 = \emptyset$. Предположим, что $[Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X} \neq \emptyset$. Тогда существует такой z_u -ультрафильтр $p \in \mathfrak{Z}(vX)$ на uX , что $p \in [Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X}$, т.е. $p \in [Z_1]_{\beta_u X}$ и $p \in [Z_2]_{\beta_u X}$. Тогда по определению замкнутой базы $\mathfrak{B} = \{\bar{Z} : Z \in \mathfrak{Z}(uX)\}$ на $\beta_u X$ имеем $p \in [Z_1]_{\beta_u X} = \bar{Z}_1$ и $p \in [Z_2]_{\beta_u X} = \bar{Z}_2$, т.е. $p \in \bar{Z}_1$ и $p \in \bar{Z}_2$. Тогда $Z_1 \in p$ и $Z_2 \in p$, следовательно, $Z_1 \cap Z_2 \neq \emptyset$ противоречие. Итак, $[Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X} = \emptyset$.

Условие 4. Всегда выполнено включение $[Z_1 \cap Z_2]_{\beta_u X} \subseteq [Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X}$. Пусть

$p \in [Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X}$, тогда $p \in [Z_1]_{\beta_u X}$, $p \in [Z_2]_{\beta_u X}$ и для любой окрестности $p \in V$, $V \in \mathfrak{Z}(uX)$ имеем $V \cap Z_1 \neq \emptyset$ и $V \cap Z_2 \neq \emptyset$. Тогда $p \in [V \cap Z_1]_{\beta_u X}$, $p \in [V \cap Z_2]_{\beta_u X}$ и, в силу условия 3, $V \cap Z_1 \cap Z_2 \neq \emptyset$ для всех окрестностей V точки p , являющихся равномерно нуль – множествами. В силу следствия 6.3, $p \in [Z_1 \cap Z_2]_{\beta_u X}$, т.е. $[Z_1]_{\beta_u X} \cap [Z_2]_{\beta_u X} \subseteq [Z_1 \cap Z_2]_{\beta_u X}$.

Условие 5. Пусть $p \in \beta_u X$ – произвольная точка и существуют такие различные z_u -ультрафильтры $r \neq q$ на равномерном пространстве uX , что $\{p\} = \bigcap \{[R]_{\beta_u X} : R \in r\} = \bigcap \{[Q]_{\beta_u X} : Q \in q\}$. Так как $r \neq q$, то существуют $R_0 \in r$ и $Q_0 \in q$ такие, что $R_0 \cap Q_0 = \emptyset$. Тогда, в силу (4), $\emptyset = [R_0 \cap Q_0]_{\beta_u X} = [R_0]_{\beta_u X} \cap [Q_0]_{\beta_u X} \neq \emptyset$ противоречие. Итак, каждая точка $p \in \beta_u X$ является пределом единственного z_u -ультрафильтра на равномерном пространстве uX . Теорема 8 доказана.

ЗАМЕЧАНИЕ 8.1. Продолжение $\beta f: \beta_u X \rightarrow vK$ отображения $f: uX \rightarrow vK$ равномерного пространства uX в компактное равномерное пространство vK можно построить непосредственно следующим образом: пусть $p \in \beta_u X$, \mathfrak{Z}_p – единственный z_u -ультрафильтр, сходящийся к точке p и $f: uX \rightarrow vK$ произвольное равномерно непрерывное отображение равномерного пространства uX в бикомпактное равномерное пространство vK . Положим $\mathfrak{N} = \{Z \in \mathfrak{Z}(vK) : f^{-1}(Z) \in \mathfrak{Z}_p\}$. Тогда \mathfrak{N} z_u – фильтр в бикомпакте K , следовательно, существует $q \in \mathfrak{N}$. Покажем, что q предельная точка z_u -фильтра \mathfrak{N} . Пусть $q \in V$ произвольная окрестность точки q , являющаяся равномерно нуль – множеством, т.е. $V \in \mathfrak{Z}(vK)$. Тогда в силу того, что бикомпакт K является тихоновским, существует $Z' \in \mathfrak{Z}(vK)$ такой, что $q \in K \setminus Z' \subset V$ и $K = V \cup Z'$. Ясно, что $f^{-1}(V \cup Z') = f^{-1}(V) \cup f^{-1}(Z') \in \mathfrak{Z}_p$, т.е. либо $f^{-1}(V) \in \mathfrak{Z}_p$, либо $f^{-1}(Z') \in \mathfrak{Z}_p$. Тогда либо $V \in \mathfrak{N}$, $Z' \in \mathfrak{N}$. Так как $q \notin Z'$ имеем $Z' \notin \mathfrak{N}$, следовательно $V \in \mathfrak{N}$. Итак, q предельная точка z_u -фильтра \mathfrak{N} . Положим, $\beta f(p) = q$. Если $p = x \in X$, тогда $\mathfrak{N}_x = \{Z \in \mathfrak{Z}(vK) : f^{-1}(Z) \in \mathfrak{Z}_x\}$, т.е. \mathfrak{N}_x – множество окрестностей, являющихся равномерно нуль – множествами точки $y = f(x)$. Таким образом $\beta f = f$. Итак, определено отображение $\beta f: \beta_u X \rightarrow vK$ и $\beta_u f|_X = f$. Покажем непрерывность отображения $\beta f: \beta_u X \rightarrow vK$. Пусть $\beta f(p) = q$, где $q \in K$, $q \in \beta_u X$ и V произвольная окрестность точки q , являющаяся равномерно нуль – множеством, т.к. $q \in V$ и

$V \in \mathfrak{Z}(vK)$. В силу тихоновости бикомпакта K , существует $V' \in \mathfrak{Z}(vK)$ такое, что $q \in K \setminus V' \subset V$. Ясно, что $V \cup V' = K$. Тогда $f^{-1}(V) \cup f^{-1}(V') \in \mathfrak{Z}_p$, где $f^{-1}(V') \notin \mathfrak{Z}_p$, т.к. $f^{-1}(V) \cup f^{-1}(V') = X$ и $q \notin V'$. Имеем $[f^{-1}(V)]_{\beta_u X} \cup [f^{-1}(V')]_{\beta_u X} = \beta_u X$. Так как $q \notin V'$ имеем $p \notin [f^{-1}(V')]_{\beta_u X}$. Положим $W = \beta_u X \setminus [f^{-1}(V')]_{\beta_u X}$. Тогда W искомая окрестность точки $q \in \beta_u X$, причем выполнено включение $\beta_u f(W) \subseteq V$. Действительно, пусть $q' \in \beta_u f(W)$, тогда существует $p' \in W$ такое, что $\beta_u f(p') = q'$. Имеем далее, $p' \notin [f^{-1}(V')]_{\beta_u X}$, т.е. $f^{-1}(V') \notin \mathfrak{Z}_{p'}$ и так как $X = f^{-1}(V) \cup f^{-1}(V')$ получаем $f^{-1}(V) \in \mathfrak{Z}_{p'}$, следовательно, $q' \in V$.

ЗАМЕЧАНИЕ 8.2. Используя законы де-Моргана, на $\beta_u X$ определяется база открытых множеств при помощи равномерно конуль – множеств на uX . Для любого $A \in \mathfrak{L}(uX)$ полагаем $A = \beta_u X \setminus X \setminus A$, где $X \setminus A \in \mathfrak{Z}(uX)$ – равномерно нуль – множество и $X \setminus A = \{p \in \beta_u X : X \setminus A \in p\}$. Ясно, что $\emptyset = \emptyset$ и $A_1 \cap A_2 = (A_1 \cap A_2)$ для пустого множества \emptyset и любых $A_1, A_2 \in \mathfrak{L}(uX)$. Стандартным образом доказывается равенство $A = \{p \in \beta_u X : P \subset A \text{ для некоторого } P \in p\}$.

ЗАМЕЧАНИЕ 8.3. В последующем тихоновском пространстве X будем отождествлять с гомеоморфным образом $i(X)$. Тогда для любого $Z \in \mathfrak{Z}(uX)$, $Z \cap X = Z$ ($A \in \mathfrak{L}(uX) A \cap X = A$).

СЛЕДСТВИЕ 8.1. Бикомпактно расширение $\beta_u X$ равномерного пространства uX индуцирует на тихоновское пространство X предкомпактную равномерность $u_p \subset u$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО. В силу леммы Александера о предбазе ([8]) и замечаний 8.2., 8.3. базовое равномерное покрытие бикомпакта $\beta_u X$ имеет вид $\alpha = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, где $A_i \in \mathfrak{L}(uX)$ $i = 1, 2, \dots, n$. Покрытие $\alpha = \alpha \wedge X = \{A_i \wedge X : i = 1, 2, \dots, n\}$ является равномерно открытым равномерным покрытием тихоновского пространства X , т.е. $\alpha \in u_p \subset u$. Из предложения 12. вытекает, что для любого конечного равномерного равномерно открытого покрытия $\alpha = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ равномерности $u_p \subset u$, покрытие $\alpha = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ явля-

ется базовым равномерным покрытием бикомпакта $\beta_u X$.

Литература

1. Charalambus M.G. Uniform Dimension Function. Ph. D. dissertation. Univ. of London. 1971.
2. Charalambus M.G. A new covering dimension function for uniform spaces // J. London Math. Soc. (2)11(1975)137–143.
3. Charalambus M.G. Further theory and application of covering dimension of uniform spaces // Czech. Math. Journ.41(116)(1991)378–394.
4. Архангельский А.В., Пономарев В.И. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. – М.: Наука, 1974.
5. Борубаев А.А. Равномерные пространства и равномерно непрерывные отображения. – Фрунзе: Илим, 1990.

6. Энгелькинг Р. Общая топология. – М.: Мир, 1986.
7. Gillman L., Jerison M. Ring of Continuous Functions. – New York, 1976.
8. Isbell J.R. Uniform spaces. Providence. (1964).
9. Смирнов Ю.М. О пространствах близости // Мат. сб. Т. 31 (1952) 543–574.
10. Тайманов А.Д. О распространении непрерывных отображений топологических пространств // Мат. сб. 31(1952)459–463.
11. Čech E. On bicomact spaces. Ann. of Math. 38 (1937)823–824.
12. Чекеев А.А., Шалпыков Б.К., Намазова Г.О. О компактных расширениях равномерных пространств по ультрафильтрам из равномерно замкнутых множеств // Uzbek Math. Journ. 3(2007)120–126.
13. Wallman H. Lattices and topological spaces. Ann. of Math. 39(1938)112–126.

УДК 541.124.7 (575.2) (04)

К вопросу об определении профиля поглощенной дозы электронного излучения в материалах с малым эффективным атомным номером

М.М. КИДИБАЕВ – чл.-корр. НАН КР

The problem of profiling of absorbed electron radiation dose distribution in monocrystals of small effective number is considered. None destructive way for profiling of absorbed radiation according to a sample depth, providing smaller error of measurement is offered.

В современной радиационной физике твердого тела актуальной задачей остается определение профиля распределения поглощенной дозы электронного излучения в материалах с малым эффективным атомным номером. Актуальность этой проблемы обусловлена сложными процессами рассеяния электронных пучков в приповерхностных слоях облучаемых материалов [1, 2].

Опубликованные в настоящем сообщении результаты исследования представляют интерес для развития технологий радиационной модификации материалов, совершенствования процедур дозового контроля при радиационной стерилизации функциональных и медицинских материалов, особенно для осуществления процедур воздействия электронных пучков на опорной глубине на

биологические ткани в онкологической практике, в случаях, когда требуется определение профиля распределения поглощенной дозы по глубине материала в абсолютных единицах поглощенной дозы, т. е. в Грехах.

Проблема определения профиля распределения поглощенной дозы электронного излучения в абсолютных единицах, Грехах, наиболее актуальна для материалов с малым эффективным атомным номером, близким к $Z_{эф}$ биологической ($Z_{эф} = 7,42$) или костной ($Z_{эф} \sim 10 - 11$) тканей или в их имитаторах, на которых отрабатываются модели и режимы радиационного воздействия на опухоли, поскольку определение опорной глубины облучения в онкологической практике однозначно связано с определением положения максимума поглощенной дозы в материале. Обычно такое определение профиля распределения поглощенной дозы в материале проводят с использованием детектора сопровождения – государственного стандартного образца (ГСО) поглощенной дозы фотонного и электронного излучений, в виде полимерной пленки.

Такой способ применялся нами ранее [1] при определении профиля распределения поглощенной дозы от электронного излучения с энергией до 10 МэВ в абсолютных единицах в кристаллах LiF:Sc. В известном способе профиль распределения поглощенной дозы в облучаемых образцах LiF:Sc определен с использованием в качестве детектора сопровождения государственных стандартных образцов (ГСО) в виде полимерной пленки марки СО PD(F)R (в русской транскрипции СО ПД (Ф)Р) на базе сополимера с феназиновым красителем. При этом кристаллы LiF:Sc раскалывались на тонкие пластинки, которые собирались в плотный пакет вместе с детекторами сопровождения в виде полимерных пленок, размещенных между пластинками из кристаллов LiF:Sc. Полученную конструкцию устанавливали перпендикулярно к падающему пучку электронов. После облучения электронами испытуемого материала в виде вышеназванной конструкции из нее извлекали государственные стандартные образцы (полимерные пленки) и проводили стандартную процедуру определения поглощенной дозы путем измерения оптической плотности облученной полимерной пленки [3]. Однако такое определение профиля поглощенной дозы не является экспрессным и экономичным, поскольку при использовании, например, пяти – десяти тонких пластинок из LiF:Sc, необходимых для обеспе-

чения пространственного разрешения при определении профиля поглощенной дозы требуется шесть – девять ГСО в виде полимерных пленок, для каждой из которых после облучения требуется в соответствии со стандартной процедурой проведение измерения оптической плотности на спектрофотометре на длине волны 512 нм относительно опорного образца ГСО, что приводит к существенным временным затратам. Кроме того, для определения профиля распределения поглощенной дозы в кристалле LiF:Sc требуется нарушить его целостность, а именно расколоть его на несколько (5–10 и более) пластинок, чтобы между ними расположить целый набор полимерных пленок ГСО на базе сополимера с феназиновым красителем. При этом увеличивается погрешность измерения поглощенной дозы электронного излучения в связи с альбедными процессами рассеяния электронов на стыках отдельных кристаллических пластинок LiF:Sc.

С применением набора (5–10 штук) опорных пленок ГСО нами [2] был определен профиль распределения поглощенной дозы от пучков электронного излучения с энергией до 10 МэВ в оргстекле (полиметилметакрилате) и в кристаллах фторида натрия NaF, то есть в материалах с малым эффективным атомным номером $Z_{эф} \leq 10,5$. Исследуемые материалы применялись в виде набора до 10 и более тонких пластинок толщиной 1–5 мм. В случае оргстекла использовали листовую материал толщиной 5 мм. Кристаллы NaF при измерениях приходилось раскалывать на более тонкие пластинки толщиной 1–3 мм. Общая толщина набора пластинок доходила до 40–80 мм и более (для оргстекла). За каждой пластиной исследуемого материала располагали используемый в качестве детектора сопровождения государственный стандартный образец поглощенной дозы фотонного и электронного излучения в виде полимерных пленок сополимера с феназиновым покрытием типа СО ПД(Ф)–5/150 ГСО толщиной 56 мкм. Набор пластинок из исследуемого материала вместе с полимерными пленками ГСО устанавливали перпендикулярно к падающему электронному пучку (рис. 1).

Облучение проводили электронным пучком с энергией $E = 10$ МэВ, в течение 7–14 мин, при условиях: температура образцов при облучении не превышала 35°C, влажность до 80% и атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст. Такие условия обеспечивают метрологические характеристики полимерных пленок. После облучения

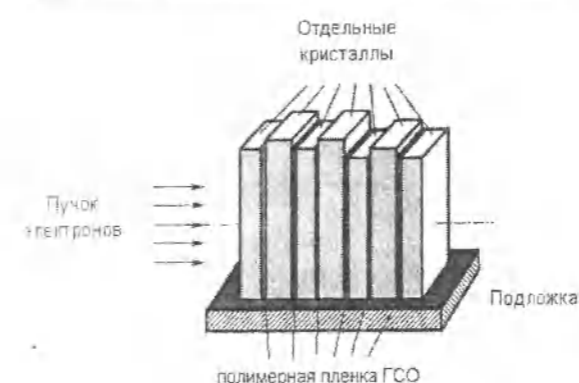


Рис. 1. Схема облучения образцов, применяемая в известном способе [1, 2].

для каждой из облученных полимерных пленок ГСО в соответствии со стандартной процедурой определяли оптическую плотность на длине волны 512 нм в сравнении с таковой для необлученного образца, по которой с помощью градуировочных характеристик, рассчитанных на диапазон 5–150 кГр, определяли поглощенную дозу в абсолютных единицах и ее профиль по глубине исследуемых материалов в строгом соответствии с Инструкцией и паспортом на применяемые ГСО [3].

Однако способ определения профиля распределения поглощенной дозы, примененный нами в работах [1, 2] для кристаллов LiF:Sc, NaF и оргстекла, не является оптимальным. Недостатками применяемых нами ранее способов являются их дороговизна, связанная с необходимостью применения детекторов сопровождения в виде полимерных пленок (5–10 штук и более), его невысокая экспрессность, связанная с необходимостью установки, а затем извлечения всех используемых полимерных пленок из облученного набора (5–10 штук и более) с последующим измерением оптической плотности каждой из облученных полимерных пленок, что требует дополнительного времени на их установку в спектрофотометре. Главным недостатком этих способов является необходимость раскалывать или резать исследуемые образцы материалов на тонкие пластинки, что нарушает их целостность и требует дополнительного времени на раскалывание, то есть снижает экспрессность. Оказалось также, что применение анализируемого материала в виде тонких пластинок увеличивает погрешность измерений из-

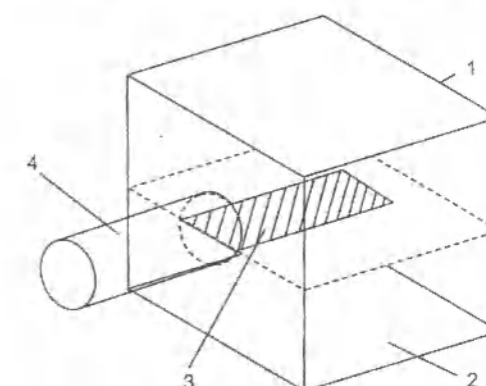


Рис. 2. Схема облучения образцов, применяемая в новом способе: 1, 2 – блоки исследуемого материала; 3 – полимерная пленка ГСО; 4 – пучок электронов, используемый для облучения образцов.

за возникающих при этом альбедных процессов рассеяния электронов на всех стыках отдельных пластинок, что искажает кривую распределения профиля поглощенной дозы в материале вплоть до появления слабых ложных максимумов.

Анализ полученных ранее результатов показал, что возможна разработка способа определения профиля поглощенной дозы, не требующего нарушения целостности материала и обеспечивающего меньшую погрешность измерения и, кроме того, являющегося более дешевым и более экспрессным, чем способы, применяемые нами ранее.

Для экспрессного и более точного определения профиля распределения поглощенной дозы электронного излучения с энергией до 10 МэВ в абсолютных единицах поглощенной дозы в материале образца с малым эффективным атомным номером ($Z_{эф} \leq 11$) предлагается формировать образец исследуемого материала в виде сборки из двух блоков, каждый из которых имеет форму параллелепипеда или цилиндра, с общей плоскостью соприкосновения; при этом государственный стандартный образец поглощенной дозы в виде полимерной пленки устанавливают между блоками исследуемого материала, после чего полученную конструкцию облучают электронным пучком диаметром 10–15 мм вдоль плоскости соприкосновения блоков исследуемого материала и вдоль полимерной пленки детектора сопровождения (рис. 2). Далее из облученной сборки вынимают полимерную пленку и используют стандартную процедуру определения поглощенной дозы, при выполнении которой измерения опти-

ческой плотности государственного стандартного образца поглощенной дозы в виде полимерной пленки проводят вдоль ее длины с шагом 1–3 мм, необходимым для обеспечения требуемого пространственного разрешения профиля поглощенной дозы по глубине исследуемого материала, при этом высоту и ширину образца исследуемого материала, приготовленного в виде параллелепипеда, или диаметр образца исследуемого материала, приготовленного в виде цилиндра, выбирают такими, чтобы они в 2–3 раза превышали диаметр электронного пучка (рис. 2).

Итогом новой разработки является упрощенная процедура подготовки к облучению: вместо 5–10 образцов (пластинок) анализируемого материала и почти такого же количества детекторов сопровождения, которые ранее надо было собрать в сборку, а после облучения разобрать, в предлагаемом способе используют сборку из двух блоков (в форме параллелепипедов или цилиндров). Это существенно удешевляет способ, увеличивает его экспрессность и сохраняет целостность образцов. В предлагаемом способе автоматически исключаются внутренние альбедные эффекты, поскольку набор пластинок, 5–10 штук, отсутствует, что снижает погрешность измерения. Стандартная процедура анализа (определения) оптической плотности детектора сопровождения на основе полимерной пленки ГСО может быть механизирована и автоматизирована, что делает предлагаемый способ еще более перспективным.

Качественно в облученных прозрачных образцах величина опорной глубины (позиция максимума поглощенной дозы в материале) может быть определена оптическим методом с помощью лазерной подсветки тонким лучом. На опорной глубине образуется максимальное количество дефектов, на которых сильнее рассеивается лазерный луч.

Рассмотрим более подробно новый предлагаемый способ определения профиля распределения поглощенной дозы на конкретном примере материалов с малым эффективным атомным номером.

Для измерения поглощенной дозы в абсолютных единицах (Грех) использовали государственные стандартные образцы (ГСО) поглощенной дозы фотонного и электронного излучений на основе пленок поликарбоната с феназиновым красителем типа СО ПД(Ф)–5/150 ГСО или СО ПД(Ф)–5/50.

Два блока из оргстекла в виде параллелепипедов размерами 40×80×110 мм, прижатые друг к

другу большими гранями, 80×110 мм, и скрепленные липкой лентой образовывали вместе с установленной между большими гранями этих блоков полимерной пленкой ГСО размерами 12×35 мм конструкцию из анализируемого материала. Облучение сборки из оргстекла с детектором сопровождения в виде пленки ГСО проводили на микротроне УГТУ – УПИ при условиях: энергия пучка электронов 10 МэВ, время облучения 7,5–8 мин при температуре образцов до 35°C (образцы нагревали до такой температуры при облучении), влажности воздуха 80% и давлении 730 мм рт. ст. (рис. 2). Облучение электронным пучком проводят вдоль полимерной пленки.

Оптическую плотность облученного образца ГСО в виде полимерной пленки, вынутой из сборки после облучения измеряли в соответствии с паспортом на ГСО (паспорт на ГСО ПД(Ф)–5/150 ГСО 4447–88) через 30 мин после облучения (в соответствии с регламентом регистрации оптической плотности следует проводить через 30 мин, но не позднее 5 суток после облучения). Измерения оптической плотности облученных образцов ГСО проводили в сравнении с опорными образцами ГСО. Опорные образцы (2–4 шт.) были выбраны из большой партии ГСО (не менее 30 шт.), значение первичной оптической плотности которых близко к среднему. Оптическую плотность облученных и опорных образцов измеряли на спектрофотометре Гелиос-Альфа на длине волны 512 нм строго в соответствии с инструкцией по применению ГСО [3]. Измерение проводили вдоль полимерной пленки от ее начала до конца с шагом 3 мм. Выбор шага измерения 1 мм для оргстекла допустим, а выбор меньшего шага, чем 1 мм ведет к снижению экспрессности измерений. В процессе обработки результатов вычисляли отношение средней оптической плотности A к средней толщине пленок $\delta = 0,056$ мм в каждой точке измерения и определяли поглощенную дозу D по градуировочным кривым, приведенным в Инструкции для конкретного вида ГСО [3]. Зависимость абсолютной величины поглощенной дозы электронного излучения от глубины материала-поглотителя (оргстекла), иначе говоря, профиль распределения поглощенной дозы в оргстекле показан на рис. 3, кривая 1.

Максимальное значение поглощенной дозы (погрешность $\pm 15\%$) порядка 40–45 кГр наблюдается на глубине 10–15 мм. Существенного провала в зависимости $D(L)$, где L – глубина, в случае использования объемных блоков оргстекла не на-

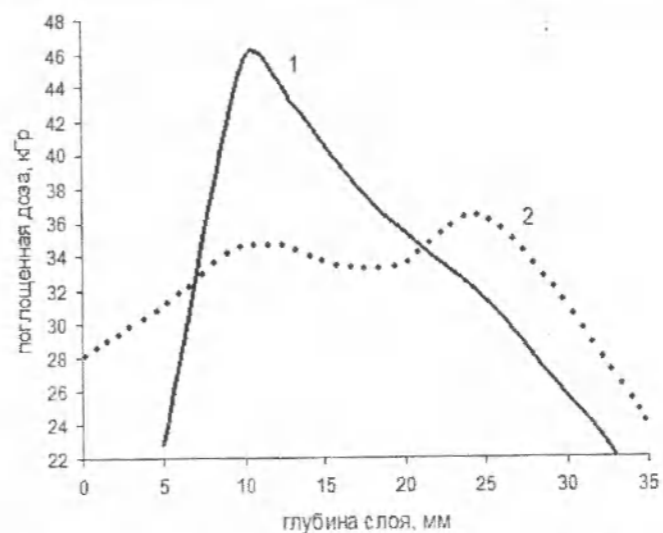


Рис. 3. Профиль распределения поглощенной дозы электронного излучения в плексигласе, определенный новым (1) и старым (2) способами.

блюдается. При использовании отдельных тонких пластинок из оргстекла такой провал наблюдался ранее [2] для глубины ~ 20 мм (рис. 3, кривая 2) из-за альбедных процессов на стыках отдельных пластинок. Применение пучка электронов диаметром 6 мм ведет к увеличению погрешности измерений из-за того, что диаметр пучка меньше ширины полимерной пленки. Увеличение диаметра пучка электронов до 30 мм также увеличивает погрешность измерений, поскольку часть рассеянных в образце электронов выходит за пределы образца через верхнюю и боковую поверхности.

Рассмотрим профиль распределения поглощенной дозы электронного излучения для кристаллов NaF. Два цилиндрических блока в виде цилиндрических булей кристаллов NaF:U диаметром 60 мм, высотой 40 мм, выращенные в Институте физики НАН Кыргызстана методом Киропулоса в платиновом тигле на воздухе, с плоскими сколами, образующими основания цилиндра, плотно соединялись основаниями друг с другом и скреплялись липкой лентой. Между цилиндрами устанавливался детектор сопровождения в виде полимерной пленки ГСО шириной 10 мм, длиной 30 мм.

Облучение кристаллов NaF:U с детектором сопровождения в виде пленки ГСО проводили на микротроне УГТУ-УПИ при условиях: энергия пучка электронов 10 МэВ, время облучения 15 мин при температуре образцов до 35°C (образцы нагревали до такой температуры при об-

лучении), влажности воздуха 80% и атмосферном давлении 730 мм рт. ст. При этих условиях метрологические характеристики полимерных пленок сохраняются.

Оптическую плотность детектора сопровождения облученного образца полимерной пленки ГСО измеряли так же, как и для оргстекла. Требуемое пространственное разрешение и, соответственно, требуемый шаг измерения оптической плотности полимерной пленки ГСО подбирали экспериментально с учетом глубины расположения в материале максимума поглощенной дозы.

Позиция максимума поглощенной дозы в материале предварительно оценивалась путем расчета энергии электронов, теряемой в элементе кристалла толщиной Δx , находящимся на расстоянии x от облучаемой поверхности по методике [2, 4]. Согласно расчетам для кристаллов NaF, максимальное дефектообразование, вызываемое электронами с энергиями 10 МэВ, происходит на глубине ~ 4 мм. Приемлемым является шаг до 3 мм, больший шаг недопустим. Для измерений нами был выбран шаг ~ 1 мм.

Профиль распределения поглощенной дозы в кристаллах NaF показан на рис. 4, кривая 1. Максимальное значение поглощенной дозы ~ 52 кГр зафиксировано для глубины около 4 мм. Других явно выраженных пиков, кроме основного, на кривой распределения поглощенной дозы в кристаллах NaF не наблюдается вплоть до глуби-

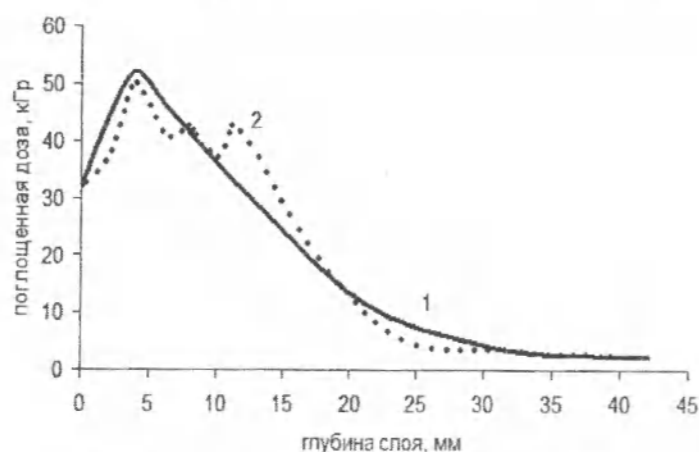


Рис. 4. Профиль распределения поглощенной дозы электронного излучения в кристаллах NaF, определенный новым (1) и старым (2) способами.

ны 25 мм из-за отсутствия альбедных эффектов рассеяния электронов. В случае проведения экспериментов с отдельными тонкими кристаллами NaF такие эффекты наблюдались (рис. 4, кривая 2), что повышало погрешность измерения. Таким образом, новый способ обеспечивает меньшую погрешность измерения профиля распределения поглощенной дозы.

Уменьшение диаметра пучка электронов до 6–8 мм ведет к увеличению погрешности измерения из-за того, что он меньше ширины полимерной пленки ГСО, применяемой в качестве детектора сопровождения. Увеличение диаметра пучка электронов также ведет к увеличению погрешности из-за того, что часть вторично рассеянных в материале образца электронов покидает образец через внешнюю поверхность и не оказывает влияния на полимерную пленку детектора сопровождения.

Описанные результаты определения профиля распределения поглощенной дозы электронного излучения в материалах с малым атомным номером ($E = 10$ МэВ), полученные нами в электрофизической лаборатории кафедры экспериментальной физики УГТУ-УПИ, были использованы в заявке на изобретение [5]

В заключение автор благодарит российских коллег Б.В. Шульгина, Ю.Ю. Упорову, Ф.Г. Нешова, Ф.М. Клинова, В.Ю. Иванова и А.Н. Черепанова за помощь в организации проведения экспериментов на циклотроне и обсуждение полученных результатов.

Литература

1. Koroleva T.S., Kidibaev M.M., Tcherepanov A.N., Zhuravleva E.Yu., Shulgin B.V. // Conference program and book of abstracts 10th Europhysical Conference of Defects in insulating Materials, Milano, University of Milano-Bicocca, P. 345, abstract № PTh82.
2. Аняев И.О., Упорова Ю.Ю., Нешов Ф.Г., Черепанов А.Н., Шульгин Б.В., Кидибаев М.М. Определение профиля поглощенной дозы электронного излучения // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: Межвуз. сб. науч. тр. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2008. – Вып. 25. – С. 191–200.
3. Паспорт №440.2002-3 ГСО 7865-2000. Инструкция по применению государственного стандартного образца поглощенной дозы фотонного и электронного излучений (сополимер с феназиновым красителем) СО ПД (Ф) Р-5/50 или СО ПД (Ф) Р-5/150. Московская обл., Солнечногорский р-н, п. Менделеево, ЦМИИ, ГП ВНИИФТРИ, 2002. – 3 с.
4. Черепанов А.Н., Иванов В.Ю., Коралева Т.С., Шульгин Б.В. Люминесценция объемных, волоконных и наноразмерных кристаллов LiF и NaF / Под ред. проф. М.М. Кидибаева. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 304 с.
5. Нешов Ф.Г., Аняев И.О., Упорова Ю.Ю., Черепанов А.Н., Шульгин Б.В., Кидибаев М.М. Заявка 2009115134 РФ. Способ определения профиля поглощенной дозы электронного излучения. Заявл. 20.04.2009.

УДК 537.523 (575.2) (04)

К расчету траекторий плазменных струй в двухструйном плазмотроне

Г.Ж. ДОРЖУЕВА – научн. сотрудник,
Р.А. ТАШТАНОВ – канд. физ.-мат. наук,
К. УРМАНБЕТОВ – канд. физ.-мат. наук

Model of interaction of current-carrying plasma jets and results of calculation of their trajectories depending on gas discharge in two-jet plasmatron have been presented. Comparison with the experiment and earlier conducted calculation shows that the calculated configurations of jets are better matched with the experiment data.

Широкое применение в плазменных технологиях находят многосопловые электродуговые генераторы [1, 2], к числу которых относится двухструйный плазмотрон [3]. Двухструйный плазмотрон состоит из катодного и анодного сопел, оси которых располагаются в одной плоскости под некоторым углом. В каждое сопло подается плазмобразующий газ, где происходит его интенсивный нагрев и ускорение. При вытекании из электродных насадок плазменные струи взаимодействуют друг с другом, замыкают токопроводящий канал дуги и образуют общий поток плазмы.

Экспериментальные исследования двухструйного плазмотрона показывают [3], что конфигурация двух токоведущих струй существенно зависит от расхода газа, силы тока, угла и расстояния между осями электродных узлов. При малых расходах ($\sim 0,09$ г/с) плазменные струи (катодный и анодный потоки плазмы) значительно искривляются в результате электромагнитного отталкивания, и в зоне слияния струй наблюдаются два расходящихся потока плазмы. Дальнейшее уменьшение расхода приводит к неустойчивому режиму работы плазмотрона, разрыву струй и погасанию дуги. При расходах газа $\sim 0,14$ г/с в месте слияния струй имеют почти нулевой угол соударения так, что далее поток образован двумя близко идущими параллельными струями. С увеличением расхода газа ($> 0,24$ г/с) струи практически не искривляются, соударяются под значительным углом, тече-

ние переходит в турбулентный режим, и горение дуги вновь становится неустойчивым.

Выявление детальной картины формирования потоков плазмы от электродных узлов, установление механизмов взаимодействия токоведущих струй и перетекания тока между ними представляет собой сложную задачу, решение которой возможно на основе численного анализа полной системы уравнений магнитной газовой динамики (МГД) в трехмерной постановке с учетом температурной и ионизационной неравновесностей плазмы. К настоящему времени уже проведены первые расчеты на основе равновесной двумерной и трехмерной моделей двухструйной электрической дуги [4, 5]. Однако не менее интересным и актуальным остается построение более простых, полуаналитических моделей, качественно описывающих взаимодействие токоведущих плазменных струй. Это обусловлено и очевидной научной значимостью таких моделей и возможностью делать на их основе инженерные оценки траекторий струй в зависимости от силы тока, расхода газа, угла и расстояния между осями электродных узлов в двухструйном плазмотроне. Так, в [3] система двумерных МГД уравнений в частных производных на основе упрощающих модельных допущений сведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих траектории плазменных струй с учетом их газодинамического соударения и электромагнитного

отталкивания. Сопоставление расчетных и экспериментально измеренных траекторий показало удовлетворительное согласование их, что позволило сделать в [3] обоснованный вывод о роли магнитного взаимодействия струй в формировании потока плазмы в двухструйном плазмотроне. Расхождение расчетных и экспериментальных траекторий струй объясняется в [3] принятыми при построении модели допущениями, а также неучтенным магнитным действием протекающего между струями тока. В [6] в рамках развитого в [3] подхода учтено действие архимедовых сил, которое не привело к заметному улучшению согласования расчета и эксперимента.

Поэтому в данной работе предлагается обобщение модели взаимодействия катодного и анодного потоков плазмы [3] путем учета изменения потока импульса плазменной струи вследствие трения в окружающей среде.

Модель взаимодействия плазменных струй в двухструйном плазмотроне. При математическом описании взаимодействия струй, как и в [3], полагается, что плотность тока \vec{j} в струе определяется как:

$$\vec{j} = \frac{I}{S_0} \frac{\vec{v}}{v}, \quad (1)$$

где I – сила тока; \vec{v} – вектор скорости струи; S_0 – нормальное к вектору скорости сечение струи.

В отличие от [3] поток импульса струи с плотностью \vec{k}

$$\vec{k} = \frac{\vec{v}}{v} \int \rho v^2 dS \approx \rho v^2 S_0 \frac{\vec{v}}{v} \quad (2)$$

считается не постоянным, а изменяющимся вдоль струи из-за трения с окружающей средой. Объемная плотность этой диссипативной силы, направленной всегда против скорости струи, полагается равной

$$\vec{j}_d = -\rho \gamma v^n \frac{\vec{v}}{v}, \quad (3)$$

где коэффициент пропорциональности γ и показатель степени n заданы.

Движение плазмы вдоль струй, поперечные размеры которых существенно меньше расстояния между ними, описывается на основе двумерных МГД уравнений с учетом амперовой $\vec{j} \times \vec{B}$ и диссипативной \vec{j}_d сил, и для одной струи в плоскости (x, z) катодного и анодного сопел имеет вид:

$$v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} = -\frac{I v_z B}{S \rho v} - \gamma v^{n-1} v_x, \quad (4)$$

$$v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} = +\frac{I v_x B}{S \rho v} - \gamma v^{n-1} v_z, \quad (5)$$

где B – нормальная к плоскости (x, z) индукция магнитного поля, создаваемого второй струей;

$v = \sqrt{v_x^2 + v_z^2}$ – модуль скорости.

В системе (4–5) последнее уравнение заменяется суммой уравнений (4) и (5), предварительно умноженных на v_x и v_z соответственно:

$$v_x \frac{\partial v^2}{\partial x} + v_z \frac{\partial v^2}{\partial z} = -2\gamma v^{n+1}. \quad (6)$$

После подстановки $v_x = v \sin \varphi$, $v_z = v \cos \varphi$, где φ – угол между вектором скорости и положительным направлением вертикальной оси z , уравнения (4, 6) запишутся в виде:

$$\sin \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \cos \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial z} = -\frac{IB}{\rho v^2 S},$$

$$\sin \varphi \frac{\partial v^2}{\partial x} + \cos \varphi \frac{\partial v^2}{\partial z} = -2\gamma v^n.$$

Структура этих уравнений с учетом (2) определяет наиболее удобный выбор в зависимости (3) значения показателя степени $n = 2$, который позволяет в качестве внешних параметров модели задавать только две интегральные характеристики струи: силу тока I и поток импульса K струи в выходном сечении электродного сопла:

$$\sin \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \cos \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial z} = -\frac{IB}{K},$$

$$\sin \varphi \frac{\partial K}{\partial x} + \cos \varphi \frac{\partial K}{\partial z} = -2\gamma K.$$

С учетом геометрического соотношения $dx/dz = \operatorname{tg} \varphi$ и имеющего здесь место операторного тождества $\partial/\partial z = \operatorname{tg} \varphi \partial/\partial x$ последние уравнения преобразуются к виду:

$$\sin \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} = -\frac{IB}{2K},$$

$$\sin \varphi \frac{\partial K}{\partial x} = -\gamma K.$$

Выбирая φ в качестве независимой переменной, окончательно получается следующая система обыкновенных дифференциальных

уравнений для нахождения траектории одной струи в магнитном поле другой

$$\frac{dx}{d\varphi} = -\frac{2K}{IB} \sin \varphi, \quad (7)$$

$$\frac{dz}{d\varphi} = -\frac{2K}{IB} \cos \varphi, \quad (8)$$

$$\frac{dK}{d\varphi} = -\frac{2\gamma}{IB} K^2. \quad (9)$$

При $\gamma = 0$ из (9) следует, что $K = \text{const}$, а оставшиеся уравнения с неизменным вдоль струи потоком импульса совпадают с соответствующими уравнениями [3].

Индукция магнитного поля, создаваемого второй струей, вычисляется согласно закону Био-Савара-Лапласа

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}, \quad (10)$$

где L – траектория струи, вдоль которой проводится интегрирование; $I d\vec{l}$ – линейный элемент тока на этой траектории; \vec{r} – радиус-вектор точки определения поля \vec{B} относительно элемента тока; μ_0 – магнитная постоянная.

Система уравнений (7–9) дополняется начальными условиями, задающими вектор потока импульса струи в выходном сечении электродного сопла:

$$\varphi = \varphi_0 / 2; x = l/2; z = 0; K = K_0, \quad (11)$$

где φ_0 – начальный угол между осями струй; l – расстояние между центрами катодного и анодного сопел; K_0 – модуль потока импульса в выходном сечении электродного сопла.

В [3] величина потока импульса K_0 определяется по измеренному распределению температуры и скорости плазмы вблизи среза сопла плазмотрона. Для вычисления K_0 без привлечения экспериментальных данных полагается, что при неизменном потоке массы в выходном сечении электродного сопла поток импульса со стороны сопла скачкообразно уменьшается только за счет увеличения поперечного сечения струи:

$$K_0 = \frac{\pi R^2}{S_0} K_{00}, \quad K_{00} = 2\pi \int_0^R \rho u^2 r dr \quad (12)$$

где K_{00} – поток импульса в электродном сопле радиуса R . Все величины в формуле для K_{00} соответствуют развитому в цилиндрическом канале потоку плазмы [7].

Метод решения. Для вычисления K_0 предварительно решается конечно-разностным методом задача определения характеристик развитой цилиндрической дуги в аргоне при атмосферном давлении при заданных силе тока, расходе газа, радиусе сопла.

Система уравнений (7–10) с начальными условиями (11) решается численно. Поскольку траектория L второй струи в (10) является симметричной относительно $x = 0$ искомой траектории первой струи, то используется итерационная процедура. На первой итерации задается модельное поле B , на последующих – соответствующее полученной траектории струи. На каждой итерации система обыкновенных дифференциальных уравнений (7–10) решается методом Рунге-Кутты с заданной точностью. Верхний предел интегрирования в (10) выбирается соответствующим значением $\varphi = 0$, где струя считается обесточенной. Итерации повторяются до установления траектории струи с относительной погрешностью 10^{-3} .

Результаты расчета. Расчет траекторий токоведущих плазменных струй в двухструйном плазмотроне проводится при условиях эксперимента [3]: давление атмосферное; внутренний радиус электродного сопла $R = 2.5$ мм; угол между осями электродных струй и расстояние между ними при выходе из сопла составляют соответственно $\varphi_0 = 60^\circ$ и $l = 22$ мм; электрический ток $I = 100$ А; расход (суммарный, через оба сопла) газа $2G = 0,09; 0,14; 0,24$ г/с.

Как отмечалось выше, в [3] величина потока импульса K_0 определяется по измеренному распределению температуры и скорости плазмы на расстоянии 5 мм от среза сопла плазмотрона и для силы тока $I = 100$ А и расхода газа $G = 0,06$ г/с при поперечном сечении струи $S_0 = 0,3$ см² составила 4,7 мН. Расчет по формуле (12) для соответствующего значения потока импульса $K_{00} = 7,4$ мН в сопле дает достаточно близкую величину 4,8 мН, что подтверждает применимость допущения (12). Поэтому во всех последующих расчетах в качестве начального потока импульса струи задается величина $0,65K_{00}$.

Выбор значения свободного параметра γ у модели осуществляется а posteriori – путем подбора при условии согласования расчетной траектории струй с экспериментально измеренным. Экспериментальная траектория взята из фотографий потока плазмы при следующем режиме работы плазмотрона: $I = 100$ А, $l = 22$ мм, $G = 0,14$ г/с,

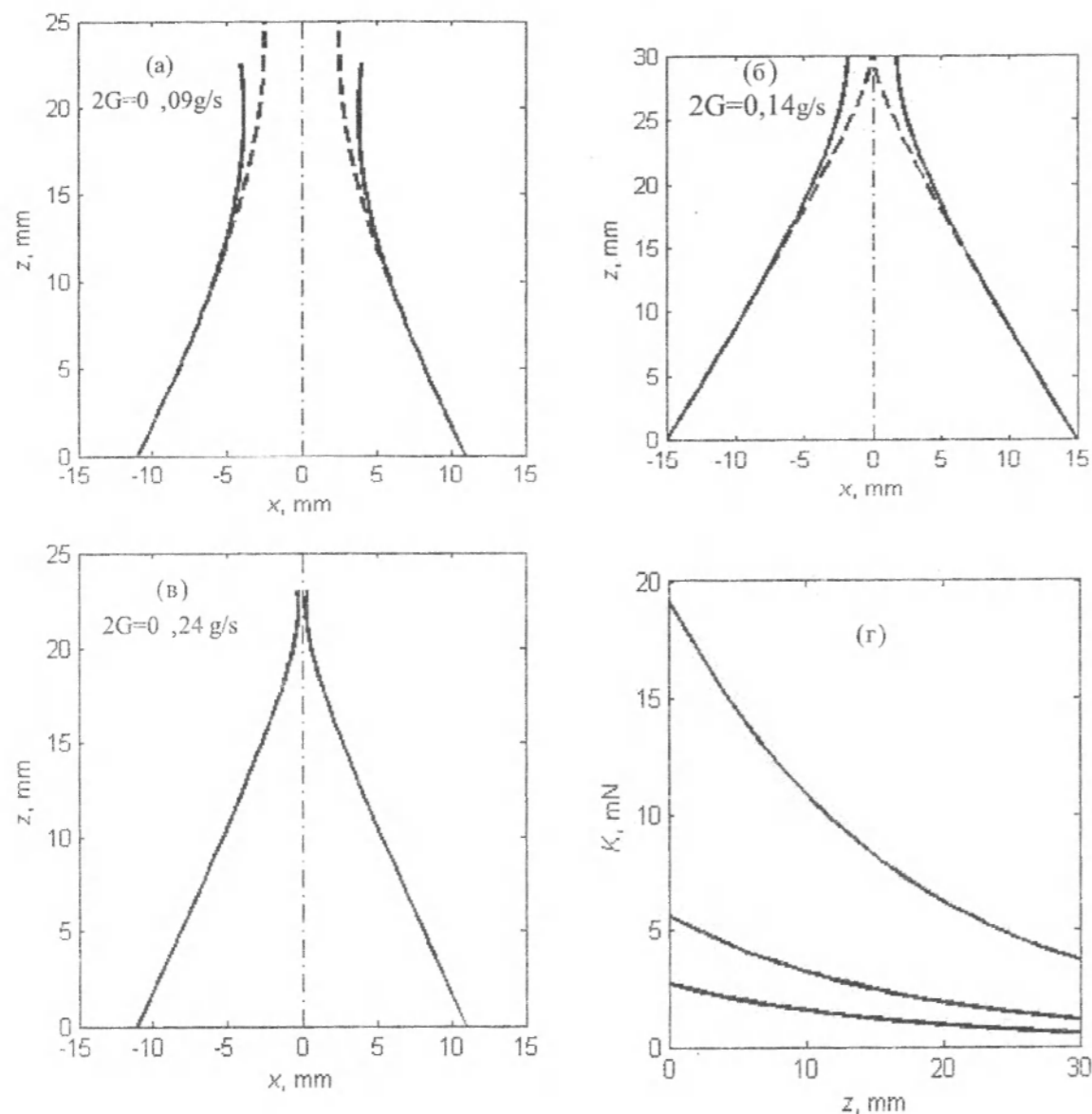


Рис. 1. Рассчитанные (а, б, в) траектории плазменных струй с учетом (сплошные линии) и без учета (пунктирные) изменения импульса и (г) изменение импульса струй по высоте в зависимости от расхода $2G = 0,09$ (а); $0,14$ (б); $0,24$ (в) г/с при фиксированной силе тока $I = 100 \text{ A}$.

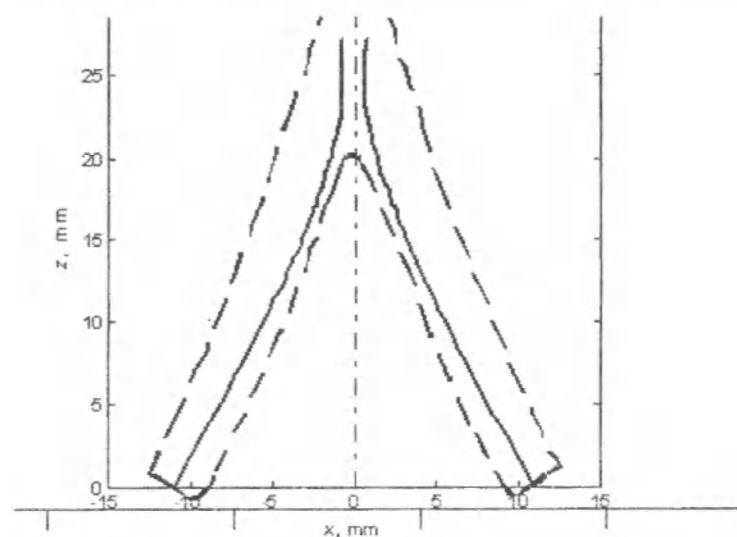


Рис. 2. Экспериментальная траектория потока плазмы двухструйного плазмотрона [3] при $l = 22 \text{ мм}$, $2G = 0,14 \text{ г/с}$, $I = 100 \text{ А}$ (пунктирные линии) и рассчитанные траектории плазменных струй (сплошные линии).

$\varphi = 60^\circ$ траектории струй с учетом изменения потока импульса при $\gamma = 50 \text{ м}$ траектории струй, рассчитанные в [3] при $\gamma = 0$. Видно, что учет непостоянства потока импульса струи позволяет приблизить расчетную траекторию к экспериментальной.

Вр рассчитанных траекторий струй видно, что при $2G = 0,09 \text{ г/с}$ (рис. 1а) струи из-за электромагнитного отталкивания заметно искривляются. При увеличении расхода до $2G = 0,14 \text{ г/с}$ (рис. 1б) роль электромагнитного отталкивания в формировании траектории струй уменьшается, что при данном режиме работы плазмотрона возвратные потоки между токоведущими струями не образуются, возникает струйный поток окружающего воздуха, который меняет свое направление вместе со струей плазмы. При $2G = 0,24 \text{ г/с}$ (рис. 1в) струи практически слипаются. Учет изменения потока импульса струй (рис. 1г) уменьшает роль газодинамического соударения (инерционных сил), и рассчитанные траектории струй лучше согласовываются с наблюдаемыми (рис. 2).

На основании изложенного выше обобщена модель взаимодействия токоведущих плазменных струй, учитывающая электромагнитное взаимодействие и изменение потока импульса струй вследствие трения с окружающей средой. Учет уменьшения потока импульса улучшает согласо-

вание расчетных конфигураций струй с опытными данными.

Литература

1. Новиков О.Я., Тамкиви П.И., Тимошевский А.Н. и др. Многодуговые системы. – Новосибирск, 1988. – 133 с.
2. Жуков М.Ф., Засыпкин И.М., Тимошевский А.Н. и др. Электродуговые генераторы термической плазмы // Низкотемпературная плазма. – Т. 17. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1999. – 712 с.
3. Жеенбаев Ж., Энгельшт В.С. Двухструйный плазмотрон. – Фрунзе: Ин-т физики и математики АН Кирг. ССР, 1983. – 199 с.
4. Кулумбаев Э.Б., Семенов В.Ф. Модель плоской двухструйной электрической дуги // Вестник КРСУ. – 2004. – №6. – С. 14–20.
5. Кулумбаев Э.Б., Никуличева Т.Б. Модель трехмерной двухструйной равновесной дуги // Вестник Ысыккульского университета. – 2005. – №15. – С. 21–25.
6. Кулумбаев Э.Б. Взаимодействие плазменных токоведущих струй // Источники и ускорители плазмы. – Харьков: ХАИ, 1986. – 4 с.
7. Энгельшт В.С., Гурович В.Ц., Десятков Г.А. и др. Теория столба электрической дуги. Низкотемпературная плазма. Т. 1. – Новосибирск: Наука СО РАН, 1990. – 376 с.

УДК 681.5 (575.2) (04)

Синтез адаптивного регулятора многомерной системы управления в условиях параметрической неопределенности

Т.Т. ОМОРОВ – докт. техн. наук, чл.-корр. НАН КР,
Г.А. КОЖЕКОВА – ст. научн. сотрудник ИАИТ НАН КР

The problem of adaptation in multivariate control systems in conditions of parametrical uncertainty is considered. The synthesis algorithm of an adaptive regulator for multivariate linear stationary object is offered.

Важнейшей проблемой теории и практики автоматического управления техническими и технологическими многомерными системами является разработка новых принципов и методов управления в условиях априорной неопределенности свойств объекта и внешних возмущений. В рамках её решения имеются два основных направления:

↳ разработка робастных систем автоматического управления (САУ), т.е. систем, нечувствительных (малочувствительных) к изменениям параметров в заданных пределах (интервалах);

↳ построение адаптивных систем управления, которые обладают свойством приспосабливаться к изменяющимся условиям функционирования.

Как известно, точная идентификация параметров модели объекта представляется сложной проблемой и поэтому создание методов адаптивного управления имеет большое практическое значение. Более того, параметры автоматических систем в процессе их функционирования могут изменяться в широких пределах, что может привести к потере устойчивости и качества систем управления.

Большой класс адаптивных САУ составляют самонастраивающиеся системы (СНС), в которых для достижения цели управления производится изменение параметров регулятора. Эту функцию, как правило, выполняет контур самонастройки (адаптации). Среди самонастраивающихся систем широкое применение получили беспоисковые СНС, которые могут спроектированы с использованием эталонной модели или без неё.

В рамках современной теории управления получен ряд основополагающих результатов по синтезу адаптивных автоматических систем. Это, в частности, методы, основанные на функциях Ляпунова [1, 2], теория систем с переменной структурой [3], метод рекуррентных целевых неравенств [4, 5] и градиентные алгоритмы [6, 7]. Несмотря на это проблема разработки новых конструктивных подходов к построению контуров адаптации в системах управления остается чрезвычайно актуальной в силу сложности современных управляемых объектов и высокого уровня неопределенности при их математическом описании. В статье разрабатывается один из возможных алгоритмов синтеза адаптивного регулятора многомерной САУ в условиях параметрической неопределенности на основе метода синтеза многомерных САУ, предложенного в [8].

Пусть объект управления описывается следующим векторным линейным уравнением в отклонениях:

$$\dot{e}(t) = Ae(t) + Bu(t), \quad (1)$$

$$e(t_0) = e^0,$$

где $e(t) = [e_1(t), e_2(t), \dots, e_n(t)]^T$ – n -мерный вектор ошибки управления; $u(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$ – m -мерный вектор стабилизирующего управления; t_0 – начальный момент процесса управления; e^0 – вектор начального отклонения фактического состояния $x(t)$ объекта от желаемого состояния $g(t)$; матрицы

$$A = \{a_{ij}\}_{n \times n}, \quad B = \{b_{iv}\}_{n \times m}.$$

Относительно управляемого объекта принимаются следующие предположения: объект управления является полностью управляемым, переменные состояния объекта доступны для измерения, матрица A имеет неопределенность, т.е. вектор-параметр объекта $\theta = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_\mu] = [a_1, a_2, \dots, a_n]$ – точно неизвестен, принадлежит заданному подмножеству

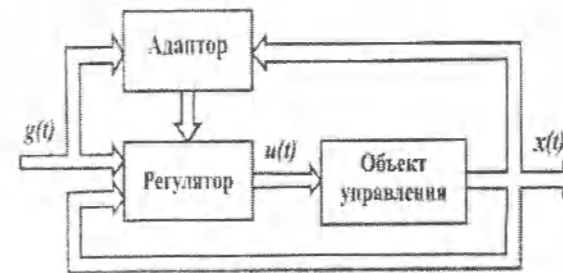
$$\Xi = \{\theta \in R^\mu : |\theta_i - \theta_i^*| \leq \Delta\theta_i, \quad i = \overline{1, \mu}\}, \quad (2)$$

где a_i – i -ая строка матрицы A ; θ_i^* – номинальное значение θ_i ; $\Delta\theta_i$ – положительное число, определяющее интервал неопределенности для вектор-параметра θ ; $\mu = n \times n$.

Пусть структура закона управления $u(t)$ задана и определяется линейной обратной связью:

$$u(t) = K(t)e(t), \quad (3)$$

где матрица регулятора $K(t) = \{k_{ij}(t)\}_{m \times n}$ (см. рисунок).



Структура адаптивной системы управления.

Функция адаптора состоит в настройке параметров регулятора в зависимости от текущего состояния объекта управления $x(t)$, т.е. в формировании закона изменения элементов матрицы K .

Задача синтеза адаптивного регулятора заключается в определении алгоритма работы адаптора, т.е. алгоритма адаптации (самонастройки) элементов матрицы $K(t)$ регулятора, обеспечивающего близость к нулю компонентов $e_i(t)$, $i = \overline{1, n}$, вектора ошибки управления. Для решения сформулированной задачи будем использовать результаты по синтезу многомерных систем управления, полученные в [8]. В соответствии с предложенным методом вводятся следующие критериальные функции:

$$J_i(t) = \int_{t_0}^t e_i(\tau) \dot{e}_i(\tau) d\tau, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

При этом условия достижения цели управления даются следующей теоремой.

Теорема. Пусть $e_i(t_0) \neq 0$, $i = \overline{1, n}$, и для каждого t_0 и $t > t_0$ выполняются условия

$$\int_{t_0}^t e_i(\tau) \dot{e}_i(\tau) d\tau < 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Тогда модули невязок $|e_i(t)|$ с течением времени убывают и

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e_i(t) = 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

В целях использования критериальных соотношений (5) для синтеза адаптивного регулятора вначале запишем динамику синтезируемой замкнутой САУ. Она определяется путем подстановки выражения (3) для закона управления $u(t)$ в уравнение (1):

$$\dot{e}(t) = [A + BK(t)]e(t). \quad (6)$$

Через $\Lambda(t)$ обозначим матрицу замкнутой системы:

$$\Lambda(t) = A + BK(t), \quad (7)$$

где $\Lambda(t) = \{\lambda_{ij}(t)\}_{n \times n}$.

Векторное уравнение замкнутой системы (6) в координатной форме имеет вид:

$$\dot{e}_i(t) = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij}(t) e_j(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Сформулированная задача адаптивного управления решается в два этапа: на первом этапе на основе критериальных соотношений (5) определяются уравнения настройки параметров $\lambda_{ij}(t)$, $i, j = \overline{1, n}$, а на втором – уравнения адаптации параметров регулятора $k_{ij}(t)$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$.

С учетом уравнений (8) критериальные функции (4) имеют вид:

$$J_i(t) = \sum_{j=1}^n \int_{t_0}^t \lambda_{ij}(\tau) e_i(\tau) e_j(\tau) d\tau, \quad i = \overline{1, n}. \quad (9)$$

Далее для построения процедуры синтеза адаптивной САУ будем применять методику, изложенную в [9] и использованную для решения задачи параметрического синтеза многомерных управляющих систем на основе критериальных условий (5). При этом законы изменения параметров замкнутой системы $\lambda_{ij}(t)$ описываются следующими дифференциальными уравнениями

$$\dot{\lambda}_{ij}(t) = \alpha_{ij}^{-1}(t) e_i(t) e_j(t), \quad i, j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

где $\alpha_{ij}(t)$ – функции-параметры, которые определяются по формуле:

$$\alpha_{ij}(t) = \alpha_{ij}^* \text{sign}[\lambda_{ij}^2(t) - \lambda_{ij}^2(t - \tau_0)], \quad i, j = \overline{1, n},$$

где α_{ij}^* – вещественные коэффициенты, имеющие отрицательные значения; τ_0 – малое положительное число, определяющее время запаздывания сигналов.

Отметим, что выбор динамики переменных $\lambda_{ij}(t)$ в виде уравнений (10) обеспечивает выполнение критериальных соотношений (5), т.е. убывание ошибок управления $e_i(t)$, $i = \overline{1, n}$, к нулю.

Уравнения адаптации параметров регулятора определяются путем дифференцирования левой и правой частей матричного соотношения (7):

$$\dot{\Lambda}(t) = BK(t). \quad (11)$$

При этом матрица

$$\dot{\Lambda}(t) = F(t) = \{f_{ij}(t)\}_{n \times n}, \quad (12)$$

где $f_{ij}(t)$ – функции, составленные из правых частей уравнений (10):

$$f_{ij}(t) = \alpha_{ij}^{-1}(t) e_i(t) e_j(t), \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

В результате для определения законов адаптации параметров регулятора получаем следующее матричное соотношение:

$$BK(t) = F(t). \quad (14)$$

Полученный результат можно сформулировать в виде следующего утверждения.

Утверждение. Пусть управляемый объект, автоматический регулятор и замкнутая система управления описываются соответственно уравнениями (1), (3) и (6). Тогда для обеспечения критериальных условий (5) динамика самонастройки параметров регулятора должна удовлетворять соотношению (14).

При решении матричного уравнения (14) необходимо учитывать соотношения между размерностями векторов ошибки $e(t)$ и управления $u(t)$.

Предположим, что $n=m$ и квадратная матрица B имеет обратную матрицу B^{-1} . Тогда решение уравнения (14) определяется в явной форме:

$$\dot{K}(t) = B^{-1}F(t). \quad (15)$$

Процесс адаптации системы, определяемый уравнением (15), обеспечивает сходимость процесса самонастройки параметров к желаемой матрице регулятора $K^* = \lim_{t \rightarrow \infty} K(t)$ и выполнения цели управления.

Теперь рассмотрим случай, когда $n \neq m$. Обозначим j -ые вектор-столбцы матриц $\dot{K}(t)$ и $F(t)$ соответственно через:

$$\dot{K}_j(t) = [\dot{k}_{1j}(t), \dot{k}_{2j}(t), \dots, \dot{k}_{mj}(t)]^T,$$

$$F_j(t) = [f_{1j}(t), f_{2j}(t), \dots, f_{mj}(t)]^T, \quad j = \overline{1, n}.$$

Тогда матричное уравнение (14) можно записать в виде следующих систем линейных алгебраических уравнений:

$$BK_j(t) = F_j(t), \quad j = \overline{1, n}. \quad (16)$$

Теперь предположим, что вектор-столбцы b_i , $i = \overline{1, m}$, составленные из соответствующих строк матрицы B :

$$\begin{bmatrix} b_1^T \\ b_2^T \\ \vdots \\ b_n^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nm} \end{bmatrix},$$

линейно независимы. В этом случае для определения векторов $\dot{K}_j(t)$, $j = \overline{1, n}$, можно использовать методику, изложенную в [10]. В результате решение уравнения (16) записывается в виде

$$\dot{K}_j(t) = B^T \tilde{B}^{-1} F_j(t), \quad j = \overline{1, n}, \quad (17)$$

где матрица $\tilde{B} = [Bb_1, Bb_2, \dots, Bb_n]$. Следует отметить, что установившиеся решения уравнений (16)

$$K_j^* = \lim_{t \rightarrow \infty} K_j^*(t), \quad j = \overline{1, n}, \quad (18)$$

представляют собой один из вариантов решения задачи синтеза адаптивного регулятора.

В случае, если матрица

$K^* = [K_1^*, K_2^*, \dots, K_n^*]$ не обеспечивает требуемую динамику замкнутой системы необходимо целенаправленное изменение настроечных параметров α_{ij}^* с целью достижения приемлемого качества управления.

Теперь рассмотрим вопрос о выборе начальных условий для матричного уравнения (14). Эти условия целесообразно задавать так, чтобы обеспечивалось свойство устойчивости замкнутой системы в начальный момент времени $t=t_0$. Проинтегрируем правые и левые части (11):

$$\int_{t_0}^t \dot{\Lambda}(\tau) d\tau = \int_{t_0}^t BK(\tau) d\tau,$$

Отсюда имеем, что

$$\Lambda(t) = \Lambda^0 - BK^0 + BK(t),$$

где $\Lambda^0 = \Lambda(t_0)$; $K^0 = K(t_0)$.

Из последнего матричного соотношения видно, что начальное состояние Λ^0 матрицы замкнутой системы $\Lambda(t)$ можно задавать независимо от

начального состояния K^0 для матрицы обратной связи $K(t)$.

В условиях параметрической неопределенности управляемый объект описывается некоторым семейством моделей (1), определяемых подмножеством матриц

$$A^* = \{A \in R^{n \times n} : \theta \in \Xi\}.$$

В случае, когда все объекты, входящие в данное подмножество A^* , обладают свойством устойчивости, то в качестве начального состояния Λ^0 можно принять один из элементов A^0 этого семейства, т.е. $\Lambda^0 = A^0$, где $A^0 \in A^*$. Если рассматриваемый объект не является устойчивым, выбор указанных начальных условий необходимо осуществлять так, чтобы была устойчива матрица Λ^0 , т.е. чтобы корни соответствующего характеристического полинома лежали в левой полуплоскости.

Алгоритм синтеза адаптивного регулятора включает следующие основные этапы:

Шаг 1. Задание модели (1) управляемого объекта.

Шаг 2. Задание цели управления.

Шаг 3. Выбор структуры закона управления в виде (3).

Шаг 4. Формирование критериальных соотношений (5).

Шаг 5. Формирование уравнения синтеза (14) закона адаптации параметров регулятора.

Шаг 6. Решение уравнения (14) контура адаптации.

Шаг 7. Моделирование замкнутой адаптивной САУ и выбор настроечных параметров α_{ij}^* .

Изложенный метод синтеза адаптивного регулятора можно использовать и для построения

самонастраивающейся системы управления с эталонной моделью при наличии параметрических возмущений объекта и не контролируемых внешних возмущающих воздействий.

Литература

1. Куцевич В.М., Лычак М.М. Синтез систем автоматического управления с помощью функций Ляпунова. – М.: Наука, 1977. – 400с.
2. Грамыко В.Д., Санковский Е.А. Самонастраивающиеся системы с моделью. – М.: Энергия, 1974. – 80 с.
3. Емельянов С.И., Уткин В.И., Таран В.А. и др. Теория систем с переменной структурой. – М.: Наука, 1970. – 592 с.
4. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. – М.: Наука, 1982.
5. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. – М.: Наука, 1990.
6. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 712 с.
7. Шаршеналиев Ж.Ш. Синтез алгоритмов адаптивного управления динамических систем // Изв. НАН КР. – 2009. – №2. – С. 5–14.
8. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез систем управления многомерными объектами по критериальным ограничениям // Известия НАН КР. – 2009. – №1. – С. 45–51.
9. Оморов Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез параметров многомерных управляющих систем по критериальным ограничениям // Известия НАН КР. – 2009. – №3. – С. 151–156.
10. Беллман Р. Введение в теорию матриц. – М.: Наука, 1976. – 352 с.

УДК 621.762 (575.2) (04)

Металлографическое исследование микропорошковых Cu-Zn сплавов

У.С. КАДЫРКУЛОВ – мл. научн. сотрудник

The investigation of Cu-Zn micropowdered alloys produced by electroerosive machining in various liquid media was carried out.

Способ получения тонкодисперсных порошков латуни электроискровой эрозией компактного металла в спиртовых средах был предложен в работе [1]. Он оказался перспективным для широкого применения в различных отраслях промышленности. Тонкодисперсные Cu-Zn микропорошки могут применяться в качестве эффективных восстановителей в препаративных органических синтезах, а также в качестве селективных катализаторов в процессах гидрирования [2]. Высокая каталитическая активность Cu-Zn микропорошков, полученных электроэрозионным способом, была доказана на примере жидкофазного гидрирования непредельных дикарбоновых кислот в работе [3].

Особенностью данных микропорошковых сплавов является высокая дисперсность с преобладанием частиц микронных и субмикронных размеров. Низкое испарение цинка при высоких температурах, которое обусловлено образованием защитных пассивационных слоев окиси цинка на частицах сплава, выгодно отличает эти порошки от порошков латуней, получаемых другими известными способами, включая электроискровую обработку сплавов в углеводородах типа керосина, распыление расплавов дуговым разрядом или газами.

Условия получения микропорошковых сплавов существенно влияют на физико-химические характеристики частиц (распределение химических элементов по профилю отдельных частиц, внутреннее строение частиц, наличие полостей, пористости и т.п., структура – кристаллическая или аморфная, вид и плотность кристаллических дефектов, фазовый состав).

Экспериментальная часть. Процесс получения аморфных порошков сплавов был раз-

работан на лабораторной установке гранульного типа периодического действия генератором электрических импульсов на базе тиристора ТЧ-100, с частотой следования импульсов 50 Гц, ёмкостью разрядного контура 10 мкФ, питающем напряжением 220 В.

В качестве исходных материалов использовали: латунь марки Л-62 с содержанием цинка 38% и примесью других металлов менее 0,5% в виде гранул габаритами 10–15 мм; дистиллированная вода, гексан, этиловый спирт марки ректификат. Токоподводящие электроды были изготовлены из такой же марки латуни. Загрузка реактора гранулами во всех экспериментах была одинаковой и составляла 35 штук. Использовали реактор периодического действия объёмом 300 см³ с внешним охлаждением водой, изготовленные из полиэтилена низкого давления индифферентного по отношению к применяемым реакционным средам. Порошки синтезированных сплавов делили на возможно большее количество фракций (не менее 5) седиментационным методом, высушивали при комнатной температуре и взвешивали на аналитических весах с точностью 0,05 мг.

Исследование морфологии и микроструктуры порошковых частиц проводили с помощью оптического металлографического микроскопа МИМ-7В с учетом данных для ультрадисперсных фракций по электронномикроскопическим снимкам, полученных ранее с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL SuperProbe 733. Кривые распределения частиц по размерам строили на основании микроскопических данных по методике [4] для каждой выделенной фракции. Затем данные обобщали для построения общей дифференциальной весовой кривой распределения частиц по размерам.

Химический анализ металлов проводили комплексонометрическим методом с применением в качестве маскирующего реагента сульфита натрия [5]. Рентгенофазовый анализ порошков проводили на рентгеновском аппарате ДРОН-3 (CoK α излучение). Энергопотребление определяли при помощи однофазного счетчика марки СО-2 (ГОСТ 6570-53).

Результаты. Электронно-микроскопические и металлографические исследования различных фракций сплава показали преимущественное содержание частиц субмикронных и микронных размеров от 0,4 мкм до 10 мкм сферической формы (рис. 1), а также частиц неправильной округлой вытянутой или сплюсненной формы и многослойных полых и разорванных частиц (рис. 2). Это характерно для частиц, образованных распылением металлических расплавов газом. Частицы хрупкого разрушения отсутствуют.

Фазовый состав электроэрозионных микропорошков, полученных в различных средах, отличается друг от друга. Рентгенофазовый анализ показал, что Cu-Zn микропорошки, полученные в среде гексана, представляют собой двухфазную α - β латунь быстрозакаленной модификации (рис. 3а), с примесью свободного углерода и твердых растворов углерода в металле, в то время как исходная латунь представляет собой однофазную α -латунь.

При рентгеноструктурном исследовании Cu-Zn микропорошков, полученных в среде этанола, было обнаружено, что они абсолютно рентгеноаморфны, что доказывается отсутствием дифракционных пиков. При кристаллизационном отжиге

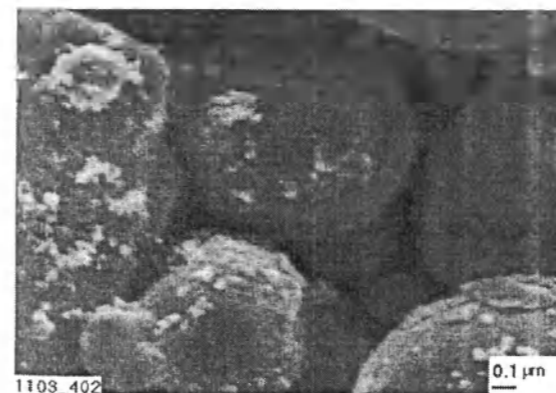


Рис. 1. Конгломераты тонкодисперсных частиц продукта эрозии латуни в этаноле. (Сканирующая электронная микроскопия).

в токе аргона при 350°C дифракционная картина приобретает вид такой же, как и для микропорошков латуни, эродированных в метаноле. Регистрируется α - β (Cu, Zn) фаза и небольшие количества ZnO (рис. 3б).

Дифракционная картина порошка сплава имеет вид, характерный для плохо закристаллизованных образцов, что представляет научный интерес для получения медно-цинковых сплавов в аморфном состоянии.

Установлено, что термообработанные отдельные частицы имеют либо структуру только α -фазы, либо β -фазы, либо смешанную быстрозакаленную α - β (Cu, Zn) фазы, в том числе сложную многослойную структуру.

Кроме того, электроэрозионные частицы при термообработке до 400°C сохраняют полую структуру, что открывает возможность применения их в качестве катализаторов. Это объясняется участием в формировании частиц двух механизмов – конденсационного, за счет испарения металла в 1-й фазе протекания электроэрозионного акта, и диспергационного, в результате выброса капель расплава из лунок на поверхностях электродов, за счет давления в канале разряда в основной фазе протекания, кавитационного схлопывания газового пузыря в конечной стадии или эффектом скоростной закали частиц эрозии в жидкой среде.

Совокупность выше указанных факторов приводит к локальному перераспределению элементов исходного сплава Cu и Zn, обладающих различными физическими свойствами (температуры плавления, теплота испарения, давление



Рис. 2. Микрошлиф частицы эрозии латуни в этаноле. (Оптическая микроскопия, увеличение x500).

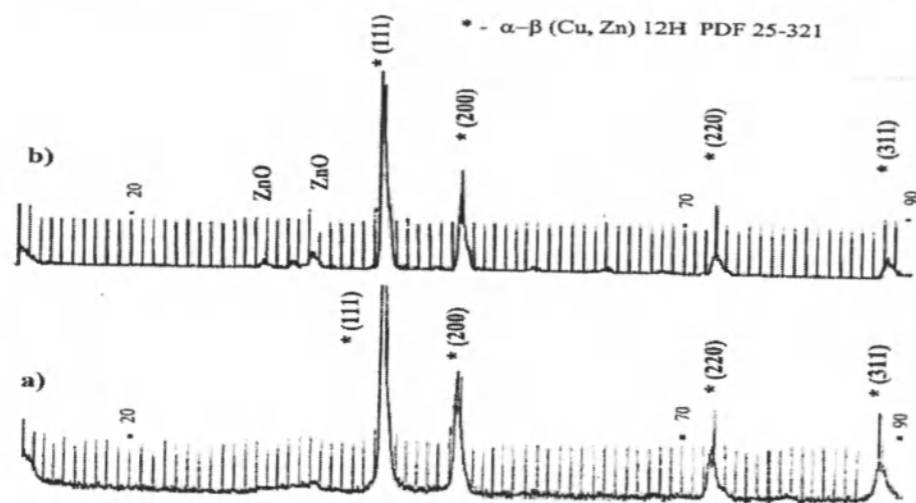


Рис. 3. Дифрактограммы продуктов эрозии латуни в гексане (а) и в этаноле: (б)-термообработанного при 350°C в токе аргона (Дрон-3, СоКа-излучение).



Рис. 4а. Травление реактивом Клемма Cu-Zn микропорошков.

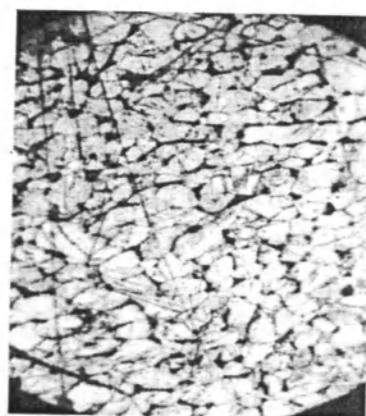


Рис. 4б. Исходная α – латунь.

насыщенного пара, летучесть), в формируемых частицах.

Травление реактивом Клемма шлифов слитков выявило образование двухфазной α - β структуры (рис. 4а), сопровождающейся укрупнением зернистости сплава по сравнению с исходной мелкозернистой α – латуни (рис. 4б). Примесь ZnO полностью отфлюсовывается, не оказывая отрицательного воздействия на формирование слитков. Образование микропор и флакенов не обнаружено.

На основании полученных данных считаем, что Cu-Zn микропорошки сплавов, полученные

электроэрозией в слабоокисляющих спиртовых средах, наиболее пригодны для применения их в качестве компонентов высокотемпературных припоев, а аморфные Cu-Zn микропорошки, полученные в среде этанола, могут применяться в качестве катализатора процессов препаративного органического синтеза и в производстве метанола из CO.

Литература

1. Пат. №785 (КГ) Способ получения порошков латуни / Дильдаев Н.С., Кадыркулов У.С. – Заявка № 20030151.1.–08.10.03; Зарегистрирована 31.05.05. – 12 с.

2. Хенрици-Оливэ Г., Оливэ С. Химия каталитического гидрирования CO. – М.: Мир, 1987. – 248 с.
3. Кадыркулов У.С. Исследование каталитической активности электро-эрозийных порошков латуни // Материалы конф. Ломоносов 2007. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 1 с. (электронное издание на CD-R).
4. Паничкина В.В., Уварова И.В. Методы контроля дисперсности и удельной поверхности металлических порошков. – Киев: Наукова думка, 1973. – 168 с.
5. Конкин В.Д., Жихарева В.И. Комплексонометрический анализ. – Киев: ГИ техн. лит-ры УССР, 1962. – 148 с.
6. Асанов У.А., Цой А.Д., Щерба А.А., Казекин В.И. Электроэрозийная технология соединений и порошков металлов. – Фрунзе: Илим, 1990. – 256 с.
7. Кадыркулов У.С. Физико-химические характеристики электроэрозийных микропорошковых Cu-Zn сплавов // Изв. КГТУ им. И. Раззакова. – 2009. – №17. – С. 38–41.

УДК 541.124.7; 548.73.75 (575.2) (04)

Инфракрасные спектры кристаллов K_2SO_4 и Na_2SO_4

Г.С. ДЕНИСОВ – докт. физ.-мат. наук, профессор, КРСУ
У.К. МАМЫТБЕКОВ – мл. научн. сотрудник, НАН КР

The infrared spectra of the unradiated and irradiated crystals Na_2SO_4 and K_2SO_4 are investigated. It is established, that the majority of maxima of absorption are caused by SO_4^{2-} anion. It is shown that a charge and composition of SO_4^{2-} anion change during irradiation.

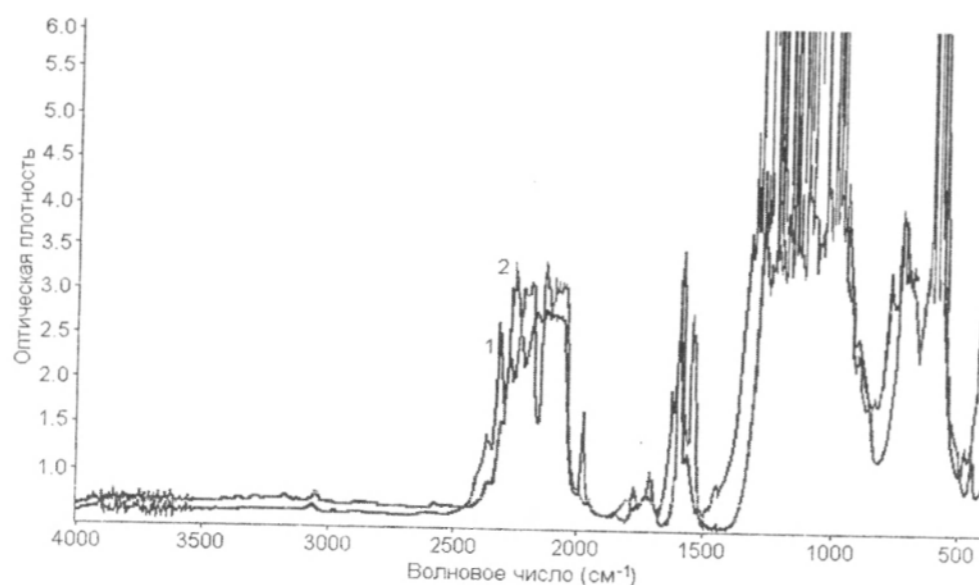
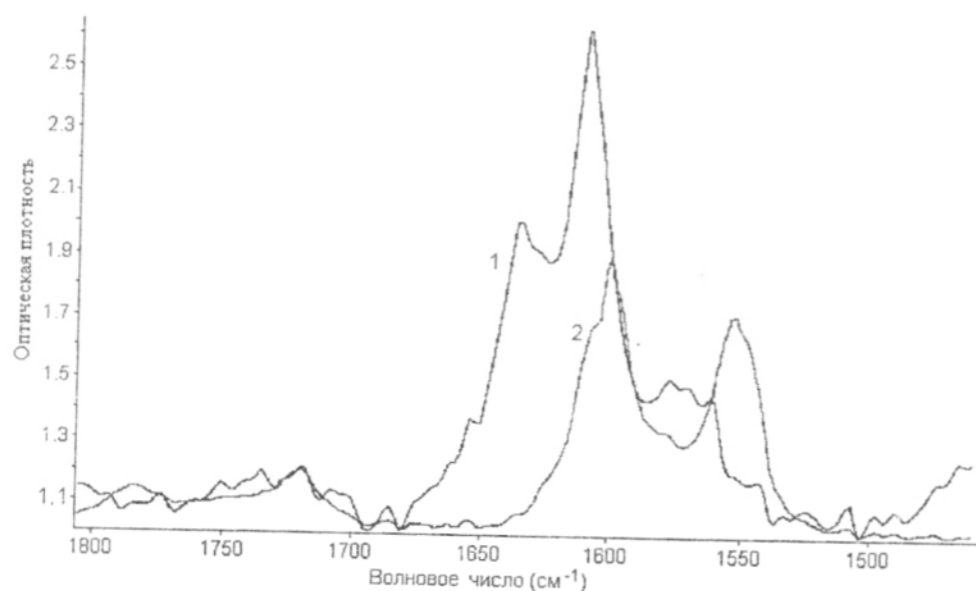
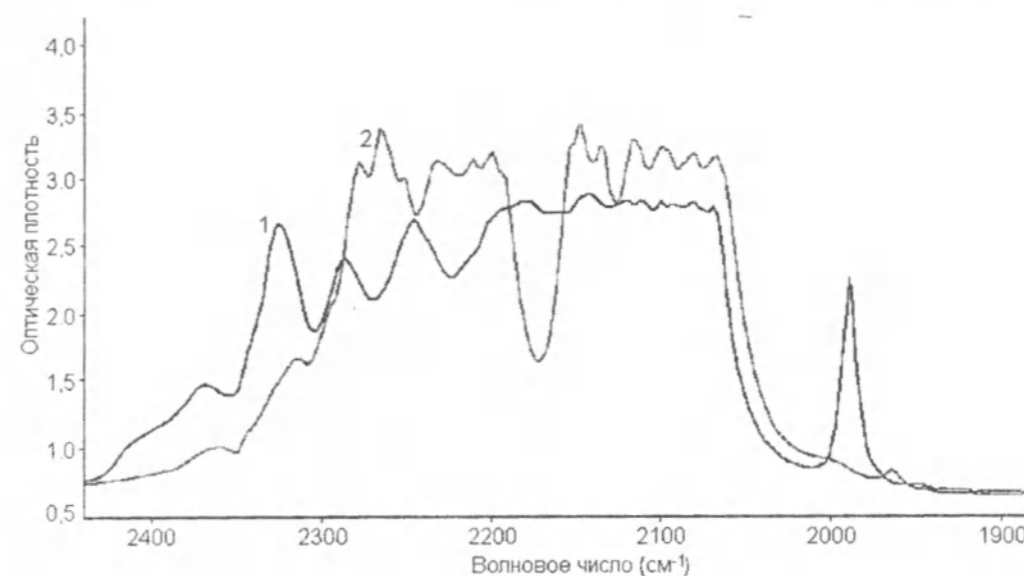
Данное исследование было предпринято с целью получения новых материалов пригодных для использования в качестве рабочего вещества дозиметров для персональной дозиметрии и радиационного мониторинга территорий. В настоящее время надежно установлено, что ионные кристаллы соединения A_2BX_4 принадлежат пространственной группе D_{2h} . К ним, в частности, относятся сульфаты калия и натрия.

Кристаллы K_2SO_4 при кристаллизации имеют тригональную структуру с параметрами $a = 7.46$, $b = 10.08$, $c = 5.78$ [1,2]. Структура Na_2SO_4 принадлежит к той же пространственной группе с параметрами $a = 5.607$, $b = 8.955$ и $c = 6.967$ Å [3, 4]. Комплексы SO_4 в этих кристаллах могут достаточно сильно деформироваться, длина связи S-O колеблется в интервале от 1,368 до 1,496 Å, а углы O-S-O от 105 до 113,5°.

Относительная простота и сходство двух структур побудили нас сопоставить инфракрасные спектры монокристаллов K_2SO_4 и Na_2SO_4 .

Монокристаллы сульфатов щелочных металлов Na_2SO_4 и K_2SO_4 были выращены двумя способами – из расплава и методом медленного изотермического испарения при постоянной температуре 42°C из насыщенного водного раствора. Полученные кристаллы были прозрачны в видимой области. В обоих случаях результаты исследований были одинаковы.

Образцы для эксперимента были подготовлены в виде плоско-параллельных пластинок размером примерно 8×4×1 мм³. Кристаллы подвергались рентгеновскому облучению на установке УРС-70, с рентгеновской трубкой 1БПВ1-60 с ванадиевым антикатодом (U = 55 кВ, I = 10 мА). Спектры оптического поглощения были зареги-

Рис. 1. Спектры поглощения кристаллов: 1 – Na₂SO₄, 2 – K₂SO₄Рис. 2. Спектры поглощения кристаллов: 1 – Na₂SO₄, 2 – K₂SO₄ в обл. 1500–1800 см⁻¹.Рис.3. Спектры поглощения кристаллов: 1 – Na₂SO₄, 2 – K₂SO₄.

стрированы на ИК-Фурье спектрофотометре IR 200 Thermo Nicolet в интервале 4000–400 см⁻¹.

Спектры инфракрасного поглощения сульфатов натрия и калия состоят из большого количества линий различной интенсивности и полуширины (рис. 1). Несмотря на то, что у них много общего, спектры имеют различия.

Наибольшие различия наблюдаются в области 1500–2100 см⁻¹, причем в области 1500–1670 см⁻¹ линии спектра поглощения сульфата калия сдвинуты в область меньших волновых чисел по отношению к линиям сульфата натрия (рис.2).

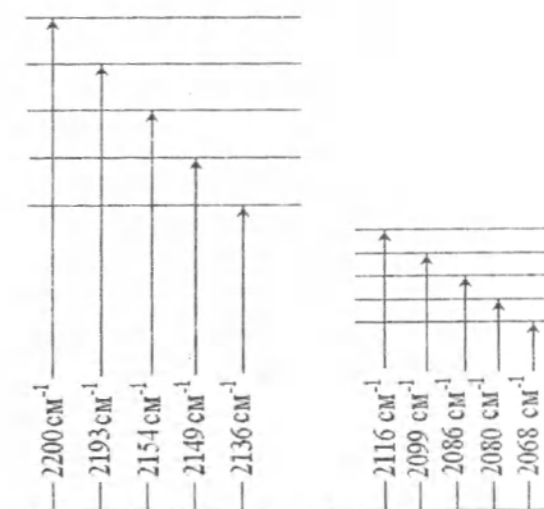
В области 2000 – 2350 см⁻¹ спектры накладываются друг на друга (рис. 3).

В спектре монокристалла K₂SO₄ в этом интервале основные линии расположены около 2342, 2329, 2316, 2297, 2278, 2266, 2252, 2233, 2224, 2211, 220, 2200, 2193, 2154, 2149, 2136, 2116, 2099, 2086, 2080 и 2068 см⁻¹. Можно выделить две серии, положения линий в которых с достаточной степенью точности описываются эмпирической формулой

$$\nu_n = \nu_{\infty} + n \cdot \Delta\nu,$$

где n – порядковый номер линии в серии; ν_{∞} – положение n -й линии в серии в волновых числах; ν_{∞} – положение головной линии серии; $\Delta\nu$ – средний частотный интервал между соседними линиями данной серии. Головные линии находятся при 2201 и 2080 см⁻¹. Для первой серии разделение

составляет 32,5, а для второй – 18,3 см⁻¹. Количество линии в сериях одинаково и равно пяти. Полученная схема энергетических уровней представлена на рис. 4.

Рис. 4. Вибронные переходы иона SO₄²⁻ в монокристалле K₂SO₄.

Спектр кристаллов Na₂SO₄ не такой богатый. Наиболее интенсивные максимумы расположены при 2320, 2290, 2240, 1990 см⁻¹, кроме того, имеется несколько более слабых максимумов. Расщепление не наблюдается.

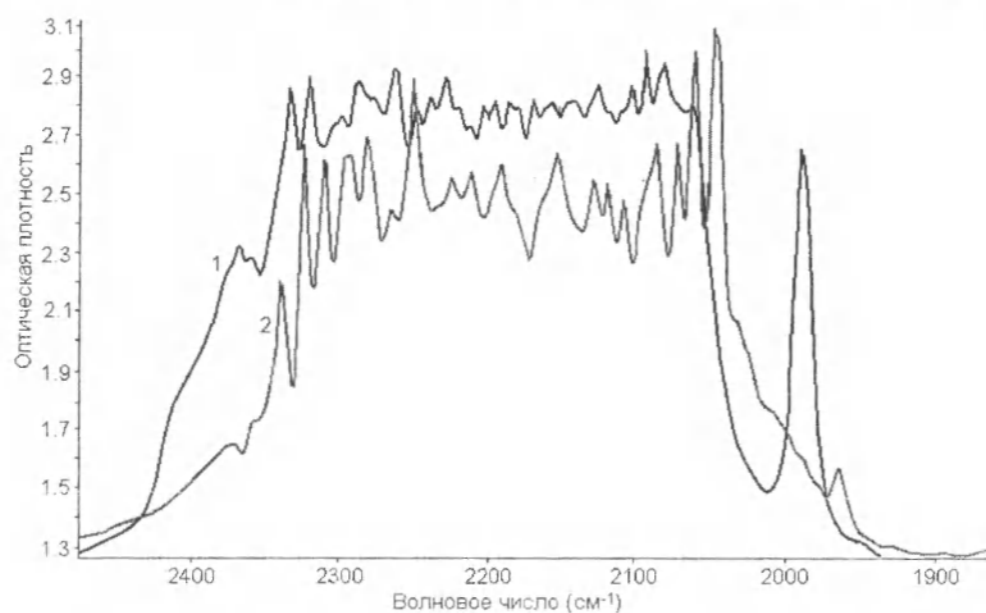


Рис. 5. Спектры поглощения облученных 1 час кристаллов: 1 – Na_2SO_4 , 2 – K_2SO_4 .

При облучении кристаллов вид спектров поглощения существенно меняется, появляется новый набор линий (рис. 5).

В необлученных монокристаллах сульфатов лития и натрия колебания комплекса SO_4^{2-} можно описать как колебания отдельных молекул [5]. В этом случае, молекула характеризуется набором собственных колебаний, обусловленных числом ее степеней свободы.

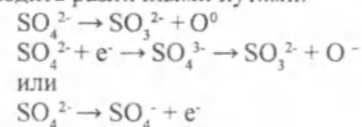
В работе [6] для базовых частот колебаний комплекса SO_4 симметрии T_d приведены значения $981(A_1)$, $451(E)$, $1104(F_2)$ и $613(F_2)$ cm^{-1} , причем только состояния F_2 являются активными в инфракрасной области. Так как правила отбора в кристалле не такие строгие, в его инфракрасном спектре можно наблюдать все четыре основные частоты.

Кроме собственных колебаний молекулы SO_4 , в монокристаллах Na_2SO_4 и K_2SO_4 возможны и другие колебания, обусловленные взаимодействием этой молекулы или ее отдельных атомов с ионами Na^+ и K^+ . Поэтому ИК-спектр этих кристаллов очень насыщен.

Существенное различие спектров поглощения кристаллов Na_2SO_4 и K_2SO_4 в области 1500 – 1800 cm^{-1} (смещение максимумов поглощения в низкочастотную область при замене атомов натрия на более тяжелые атомы калия, см. рис. 2)

позволяет предположить, что эти полосы поглощения обусловлены валентными колебаниями Me-O , так как частота валентных колебаний K-O меньше частоты Na-O , поскольку атомная масса и ионный радиус калия больше, чем соответствующие параметры натрия.

Если кристаллы подвергнуть облучению ионизирующей радиацией, то анионный комплекс изменяется. В работах [7,8] показано, что разрушение комплекса SO_4^{2-} при облучении может происходить различными путями:



Во вновь образованных комплексах валентные расстояния, валентные углы и заряды на атомах по сравнению с SO_4^{2-} также изменяются. Известно [8], что для сложных ионов изменение валентности очень сильно сказывается на местоположении характеристических полос поглощения в ИК-спектре. В частности, увеличение валентности катиона смещает полосы поглощения в область более высоких частот. Вследствие этого спектры облученных кристаллов характеризуются своим набором ИК-линий поглощения, отличающихся от спектров необлученных кристаллов, что и наблюдается в нашем случае (рис. 3).

Выше было показано, что вибронные колебания проявляются в спектрах необлученных кристаллов K_2SO_4 , а в спектрах облученных они отсутствуют. Это значит, что большинство максимумов поглощения обусловлены анионами SO_4^{2-} . При облучении эти комплексы превращаются в другие, не дающие вибронных колебаний.

В отличие от K_2SO_4 , в случае необлученных кристаллов Na_2SO_4 электронно-колебательные серии не обнаружены, а в спектрах облученных кристаллов они есть (рис. 4). Более того, в спектрах облученных монокристаллов Na_2SO_4 обнаружены две эквидистантные серии:

$$2116 \text{ cm}^{-1} + n \cdot 26 \text{ cm}^{-1} \text{ и } 2249 \text{ cm}^{-1} + n \cdot 27,5 \text{ cm}^{-1}$$

Очевидно, что они принадлежат не анионным комплексам SO_4^{2-} , а другим серно-кислородным группировкам, возникающим в результате облучения. Для уточнения полученных результатов необходимо провести дальнейшее исследование.

Литература

1. Eysel W. Structure und Kristallchemische Verwandtschaft bei Verbindungen $A_2(\text{BX}_4)$ und $A(\text{BX}_3)$; Dissertation-Aachen, 1971. – 167 p.
2. Абдулсабиров Р.К., Грезнев Ю.С., Заринов М.М. Электронный парамагнитный резонанс ионов Cu^{2+} в K_2SO_4 // ФТТ. – 1970. – Т. 12. – №12. – С. 257–259.
3. Eysel W., Höfer H. H., Keester K. L. and Hahn Th. Crystal chemistry and structure of Na_2SO_4 and its solid solutions // Acta Crystallogr. – 1985. – V. 43. – B41. – №1. – P. 5–11.
4. Александров К.С., Безносиков Б.В. Структурные фазовые переходы в кристаллах. – М.: Наука, 1992. – С. 7–22.
5. Бургина Б.Е., Пономарева В.Г., Балтахинов В.П., Костровский В.Г. Спектроскопическое исследование строения и механизма протонной проводимости CsHSO_4 и композитов $\text{CsHSO}_4/\text{SiO}_2$ // Журнал структурной химии. – 2005. – Т. 46. – №4. – С. 630–640.
6. Kishan Kumar V.S., Acharyulu B.S.V.S.R. and Sastri S.B.S. Absorption, Emission and Thermoluminescence of Copper Doped Alkali Sulphate Phosphors. Phys. Stat. Sol. (b). – 175. – P. 287–297. – 1993.
7. Нурахметов Т.Н., Мурзахметов М.К., Акижанов Р.Н., Амандосов А.Т. Радиационные дефекты в облученном $\text{K}_2\text{SO}_4\text{-Cu}$ // Оптика и спектроскопия. – 1999. – Т. 86. – №4. – С. 619–620.
8. Osman M.A., Hefni M.A., Mahfous R.M. and Ahmad M.M. Spectroscopic Studies and electrical conductivity Behavior of γ -Irradiated $\text{Li}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{SO}_4$ Mixed System. Radiation Effects & Defects in Solids. – Vol. 153. – P.1 15–138. – 2001.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ, БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИМЕДИЦИНЫ

УДК 546.47/49:613.26 (575.2) (04)

Содержание Cu, Zn, Cd и Pb в растительной продукции Ысык-Атинского района

Г.А. НАРКОЗИЕВА – аспирант
Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова

It is defined the content of copper, zinc, cadmium and plumbum in haricot bean, garlic and eggplants of Isic-Ata region.

До недавнего времени металлы-микроэлементы рассматривали в основном с точки зрения их биологической необходимости. Однако резкое повышение их уровня в биосфере в последние годы в связи с интенсивным развитием промышленности, транспорта, сельского хозяйства и урбанизацией ландшафта привело к появлению нового направления в исследовании металлов-микроэлементов – изучению их токсичности. Это вызвано возникновением реальной опасности загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, в первую очередь, свинцом, кадмием, ртутью, цинком. Следует отметить, что загрязнение тяжелыми металлами имеет не только локальный (например, вблизи крупных промышленных предприятий, автомагистралей), но и глобальный характер, так как, попадая в верхние слои атмосферы, частички, содержащие тяжелые металлы, способны (в зависимости от климатических, геологических и других условий) перемещаться на большие расстояния [1].

Для человека риск здоровью, обусловленный продуктами питания, в большой степени определяется загрязняющими веществами природного и антропогенного характера. Если химические за-

грязняющие вещества природного происхождения представляются естественными, то химические загрязнители антропогенного происхождения являются порождением самого человека. Обе составляющие риска здоровью важны для человека особенно, если проявления или последствия совпадают или провоцируют друг друга. Пища – один из основных каналов взаимодействия организма с окружающей средой и может быть источником большого числа потенциально опасных для здоровья человека химических веществ. Поэтому по мере усиления антропогенной нагрузки и обострения экологической и экономической ситуаций все более обостряется такая проблема, как безопасность продуктов питания для здоровья человека.

В настоящее время к так называемым приоритетным загрязнителям пищевого сырья и продуктов питания относят токсичные металлы – Pb, Cd, Hg, As, Sb, Cu, Zn, Be, Ba и др [2].

Хроническое действие кадмия на человека ведет к нарушению почечной функции, легочной недостаточности, анемии и потере обоняния, свинца поражает, в первую очередь, органы кроветворения (анемия), нервную систему и почки [3].

Таблица 1

Среднее содержание Cu, Zn, Cd и Pb в фасоли, чесноке и баклажанах (мг/кг)

| Овощи | Cu | Zn | Cd | Pb |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ПДК | 5 | 10 | 0,03 | 0,5 |
| Фасоль | 0,829 0,249–1,602 | 1,131 0,538–1,538 | 0,018 0,011–0,026 | 0,066 0,029–0,122 |
| Чеснок | 1,037 0,340–1,381 | 1,854 0,310–2,464 | 0,021 0,018–0,025 | 0,043 0,026–0,088 |
| Баклажаны | 0,501 0,014–0,893 | 0,720 0,262–1,119 | 0,017 0,016–0,018 | 0,039 0,02–0,055 |

Среднее содержание (числитель) и диапазон содержания (знаменатель) металлов в овощах.

Таблица 2

Содержание Cu и Zn в овощах [7] (мг/кг)

| Овощи | Cu | Zn |
|---------------|------|-------|
| Чеснок [7] | 1,30 | 10,25 |
| Баклажаны [7] | 1,35 | 2,90 |

Экспериментальная часть. Задача исследований – выявление в овощных культурах таких тяжелых металлов, как Cu, Zn, Cd и Pb. В селе Милянфан Ысык-Атинского района определяли содержание металлов в овощах – фасоль, чеснок, баклажаны сорта Донецкий урожайный [4].

Время отбора проб – июль, август, сентябрь, октябрь 2007 г. Навеску высушивали и сжигали в муфельной печи при 450°C до получения однородной золы. Содержание металлов определяли методом инверсионной вольтамперометрии [5] согласно предельно допустимой концентрации (ПДК), которая составляет для Cu – 5 мг/кг, Zn – 10, Cd – 0,03 и Pb – 0,5 мг/кг [6].

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что металлы содержатся во всех образцах (табл. 1). По нашим данным, содержание меди в исследованных овощах составляет: 0,829 мг/кг в фасоли, 1,037 – в чесноке и 0,501 мг/кг в баклажанах, что ниже по сравнению с ПДК (5 мг/кг).

Концентрация в чесноке 1,854 мг/кг, в фасоли – 1,131 мг/кг, а в баклажанах составляет меньше 0,720 мг/кг. В баклажанах также невысокое содержание цинка по сравнению с ПДК 10 мг/кг.

Как показали исследования, концентрация кадмия в фасоли, чесноке и баклажанах соответственно равны – 0,018 мг/кг, 0,021 и 0,017 мг/кг, что свидетельствует о высоком его содержании в этих продуктах и приближении его к ПДК (0,03 мг/кг).

Среднее содержание свинца значительно низко в фасоли, чесноке и баклажанах и состав-

ляет соответственно – 0,066 мг/кг, 0,043 и 0,039, ПДК – 0,5 мг/кг.

Содержание меди, цинка и свинца в исследованных продуктах не вызывает опасений из-за низкого содержания этих элементов в овощах, а концентрация кадмия в фасоли, чесноке и баклажанах ниже уровня ПДК всего на 1,67, 1,43 и 1,76 раза.

Сравнительный анализ табл. 1 и 2 показывает, что содержание меди и цинка в фасоли, чесноке и баклажанах Ысык-Атинского района меньше, чем в продуктах, приведенных в [7].

На основании отмеченного выше, установлено, что содержание меди, цинка и свинца в овощах, выращиваемых в Ысык-Атинском районе, не вызывает опасений.

Распределение тяжелых металлов в фасоли, чесноке и баклажанах происходило в последовательности: Zn > Cu > Pb > Cd.

Литература

1. Рудакова Э.В., Каракио К.Д. Физиолого-биохимические подходы при изучении загрязнения сельскохозяйственных растений тяжелыми металлами // Микроэлементы в окружающей среде (Докл. совещ. 3–5 окт. 1978, г. Умань). – Киев: Наукова думка, 1980. – 268 с.
2. Усубалиева А.М. Физико-химические основы накопления меди, цинка, кадмия и свинца в пищевых продуктах растительного происхождения: Дисс... канд. хим. наук. – Бишкек, 2007. – 186 с.

3. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
4. Государственный реестр сортов и гибридов растений, допущенных к использованию на территории Кыргызской Республики. – Бишкек, 2008. – 34 с.
5. Методика количественного химического анализа проб круп, зерна, муки, кофе, какао, мяса, рыбы и продуктов их переработки на содержание цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии. – Томск, 1996. – 30 с.
6. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М., 1996. – 269 с.
7. Нестерин М.Ф., Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 223 с.

УДК 5020-926 (575.2) (04)

Анализ экологических свойств асфальтобетонных смесей, изготовленных из старых асфальтобетонных покрытий

Т.С. СЫДЫКОВ – канд. техн. наук,
Б.Ж. ОСМОНОВА – соискатель

Issues on asphalt-concrete recycling removed during street, squares, roads reconstruction and its ecological properties were covered in the article. Recycling aim is ecological balance preservation as well as prime cost of road and aerodrome construction and repair reduction.

В настоящее время бережное отношение к окружающей природной среде является жизненно необходимым, так она дает нам пищу, одежду и жилище, обеспечивая всем необходимым для материального и духовного благополучия.

В соответствии с указами Президента республики, решениями Жогорку Кенеша и правительства Кыргызстана предусматривается разработка комплексных программ по внедрению прогрессивных технологий промышленных сооружений, производств, аэродромов, дорог, а также использование в строительстве эффективных нетрадиционных местных материалов, утилизации отходов и побочных продуктов производства.

Одним из резервов сохранения экологического равновесия и снижения себестоимости дорожного и аэродромного строительства и ремонта является повторное использование асфальтобето-

на, снимаемого при реконструкции, капитальном ремонте улиц, площадей и дорог, а также в связи с прокладками подземных коммуникаций, строительстве водохранилищ и т.д.

Рост интенсивности и скорости движения по дорогам, особенно не отвечающим всем требованиям современного движения и построенным по устаревшим нормам, требуют улучшения этих дорог в целях повышения удобств и безопасности движения.

Автотранспортные дороги – это сооружения высокой стоимости, рассчитанные на значительный срок службы. Дорожная одежда состоит из покрытия, основания и дополнительного слоя, должна обладать требуемой прочностью. Поверхность покрытия должна быть ровной шероховатой. Поскольку самым верхним слоем дорожной одежды является асфальтобетонное покрытие, оно особенно сильно подвергается воздействию колес

автотранспортных средств и влиянию местных климатических факторов.

Главным недостатком асфальтобетонного покрытия является большая зависимость его прочности и способности подвергаться деформации от температуры и других природных явлений. При повышении температуры вязкость битума, содержащегося в асфальтобетоне, понижается, связи между минеральными частями ослабевают, что, в конечном счете, приводит к уменьшению прочности.

С изменением показателей прочности изменяется и деформационное поведение асфальтобетона. Наиболее характерными деформациями асфальтобетонных покрытий, возникающих в летнее время, является образование волн, наплывов, которые особенно часты в местах фиксированных остановок, транспортных средств (перекрестки, остановки троллейбусов и автобусов), а также на транзитных участках дорог. Они обусловлены изменениями скорости движения и возникающими вследствие этого напряжениями сдвига.

Развитие деформаций в асфальтобетоне обуславливается его способностью накапливать деформации, возникающие при повторных нагрузках; чаще всего, как правило, деформации появляются в первые годы работы покрытия и приводят его к разрушению.

Нарушение физико-механических свойств автомобильных дорог является основным источником загрязнения окружающей среды разными вредными выбросами, в том числе углекислым газом, так как автотранспорт, часто останавливаясь, из-за трещин и выбоин дорог выделяет множество вредных выбросов.

Ниже перечислены основные виды разрушений асфальтобетонных покрытий:

Износ (стирание) – уменьшение толщины покрытий вследствие потери им материала в процессе эксплуатации под воздействием колес автотранспортных средств и местных природных факторов.

Шелушение – отделение поверхностных тонких пленок и чешуек материала дорожного (аэродромного) покрытия, разрушенного под воздействием воды и мороза.

Выкрошивание – разрушение покрытия вследствие потери им отдельных зерен минерального составляющего материала (щебеночного, гравийного).

Обламывание кромок – разрушение покрытия нежестких типов в местах сопряжения их с

грунтовыми обочинами при переезде тяжелых автотранспортных средств через кромку.

Колени, образующиеся преимущественно в наиболее узких местах проезжей части при движении автотранспортных средств в один след.

Выбоины углубления, обычно со сравнительно крутыми краями, образующимися при местном разрушении материалов покрытия.

Согласно данным Р.В. Ротенберга [1], движение по дороге, не отвечающей техническим требованиям, ведет к уменьшению средней скорости движения автотранспортных средств на 40–50%, а межремонтного пробега автотранспорта – на 35–40%, снижению производительности транспортного потока на 32–36%, увеличению себестоимости перевозок на 50–60%.

Кроме того, уменьшение в отдельные моменты реакции такой дороги на колесо приводит к потере устойчивости автотранспорта, значительно затрудняет управление и, в конечном итоге, снижает безопасность движения.

В связи с этим вопрос поддержания и повышения эксплуатационных качеств дорог имеет первостепенное экологическое и экономическое значение.

До недавнего времени при ремонте асфальтобетонных дорожных покрытий применяли наиболее широкое срезание неровностей автогрейдером, ямочный ремонт, заливку трещин и т.д. Все указанные способы имели ряд недостатков.

В середине 60-х годов прошлого столетия наряду с этими методами получили распространение новые более эффективные способы устранения дефектов асфальтобетонных покрытий дорог, площадей и аэродромов, основанные на предварительном разогреве асфальтобетонного материала в покрытиях радиационными горелками инфракрасного излучения. С экологической точки зрения, появление новых способов ремонта дорожных покрытий: радиационный нагрев асфальтобетона без выгорания битума, т.е. экологически без ухудшения свойств материала покрытия. Существует несколько способов ремонта асфальтобетонных покрытий, которые получают все большее распространение.

1. Снятие методом фрезирования части разогретого поврежденного слоя асфальтобетона. Данный способ в основном применяется в местах, где недопустимо дальнейшее увеличение высоты уровня дорожного покрытия (например, на городских улицах и площадках) или массы конструкций (мосты и путепроводы).

2. Фрезирование с целью выравнивания поврежденной поверхности асфальтобетонных покрытий, которые могут затем перекрываться новым модифицированным слоем асфальтобетона.

3. Устранение дефектов (волн, наплывов, сдвигов, неглубоких трещин, выбоин, выкрошивание и др.) на асфальтобетонных покрытиях дорог методом перераспределения предварительно разогретого материала непосредственно на месте. Метод включает в себя следующие технологические операции: подогрев всей обрабатываемой поверхности дорожного полотна, рыхление с перемешиванием разогретого слоя асфальтобетона, перераспределение материала по всей ширине и его профилирование поверхности покрытия.

4. Устранение дефектов покрытий с добавлением свежей асфальтобетонной смеси. Технологические операции данного метода выполняются в такой последовательности: подогрев всей обрабатываемой поверхности дорожного полотна, рыхление всего слоя на заданную глубину, перераспределение материала (планирование), дополнительный подогрев разрыхленного материала, добавление и распределение свежего материала, предварительное уплотнение отремонтированной поверхности покрытия.

5. Устранение дефектов покрытий с одновременным добавлением пластификатора и свежей асфальтобетонной смеси. Отличительной особенностью данного метода является то, что, помимо устранения дефектов и, добавления свежей, асфальтобетонной смеси частично восстанавливаются также и физико-механические свойства материала покрытия вследствие пластификатора.

Выше перечисленные методы [2, 3], основанные на применении радиационного (инфракрасного) разогрева материала, обеспечивают более высокую производительность ремонтных работ, а также большую экономию дефицитного для нашей республики битума смесей.

Следует также отметить, что, наряду с горячим фрезированием асфальтобетонных покрытий, часто применяется и метод холодного фрезирования и другие методы без предварительного разогрева покрытия.

С целью изучения и оценки физико-механических свойств материалов старых асфальтобетонных покрытий для повторного использования проводили изучение технических свойств старого асфальтобетонного покрытия и регенери-

рованного материала из использованного асфальтобетона.

Для исследований была отобрана технологическая проба покрытия дорожной одежды одной из улиц г.Бишкек. В результате экстрагирования асфальтобетона генпланом установлено, что покрытие представляет собой среднезернистую смесь горячей укладки с наибольшим диаметром частиц щебня 10 мм (см. таблицу)

Физические свойства кускового материала

| Показатель | Макс. | Мин. | Среднее |
|--------------------------------------|-------|------|---------|
| Средняя плотность, г/см ³ | 2,10 | 1,90 | 1,92 |
| Водонасыщение, % | 21 | 25 | 24 |
| Набухание, % | 2,9 | 2,1 | 2,5 |

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в процессе эксплуатации старый асфальтобетон резко контрастирует со свойствами, предусмотренными ГОСТом на среднезернистые асфальтобетонные смеси горячей укладки.

Из старого асфальтобетона нами были получены изделия стандартных размеров в форме цилиндров. Испытания образцов из регенерированного асфальтобетона показали, что по исследованным параметрам материал не удовлетворяет требованиям ГОСТ для среднезернистых смесей горячей укладки.

Причиной этого является то обстоятельство, что в процессе эксплуатации покрытие под влиянием местных атмосферных факторов: температуры, влажности, солнечной радиации и т.д. а также в результате старения битума претерпевает существенные изменения.

Следовательно, для решения проблемы регенерации асфальтобетона необходимо изыскивать пути улучшения его качества: введение веществ, восстанавливающих свойство битума, сочетание старого асфальтобетона со свежими следами и т.д.

Следующим этапом исследования являлось сравнительное изучение свойств исходных регенерированных и модифицированных добавкой вторичных местных продуктов производства этих же асфальтобетонных смесей.

С целью выяснения влияния добавок на качество асфальтобетонных смесей, приготовленных на основе старых покрытий, к регенерированным смесям добавляли 1% (по весу) цементной пыли, 1% (по весу) смеси отработанных нефтепродуктов и 3% (по весу) золы ТЭЦ. При анализе полу-

ченных данных видно, что качество асфальтобетонных смесей при введении 1% пыли цементной и 1% смеси отработанных нефтепродуктов несколько улучшается, особенно при добавлении запечной пыли.

Выводы

1. Регенерация старого асфальтобетона осуществляется как охрана природной среды и средство экономии материалов.

2. Старый асфальтобетон можно использовать в виде основного компонента асфальтобетонных смесей, а также добавок к новой смеси.

3. Сочетание старого и свежего асфальтобетона не приводит к ухудшению технических свойств.

Литература

1. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля и его колебание. – М., 1960.
2. Обзорная информация “Современные зарубежные машины для разогрева и рыхления асфальтобетонных покрытий автодорог при ремонте”. – М., 1970.
3. Авт. свид. №285583. Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1970, №30.

УДК 577.118 613.2 (575.2) (04)

Особенности накопления тяжелых металлов в овощных культурах

М.Б. БАТКИБЕКОВА – академик МИА и ИА КР,
К. УРМАНБЕТОВ – канд. физ.-мат. наук,
А.М. УСУБАЛИЕВА – канд. хим. наук,
Р.А. ТАШТАНОВ – канд. физ.-мат. наук

It was determined of content of the manganese, copper, zinc, cobalt and molybdenum by methods of atomic-emission spectral analysis in vegetables. The results of the analysis showed, that the accumulation heavy metals in depending of specific difference vegetables. The content of the heavy metals in analyzed vegetables does not exceed limiting allowable concentration (Mn – 300; Cu – 5,0; Zn – 10,0; Mo – 3,0мг/кг).

Химический состав растений является лабильной величиной, на которую влияет большое количество одновременно действующих факторов. Поэтому количественная оценка значимости отдельных факторов и выявление основных причин, приводящих к определенному химическому составу изучаемых растений, является сложной задачей [1].

В проведенных опытах многие исследователи считают, что на аккумуляцию металлов в

растения влияют следующие факторы: видовые особенности растений, pH почвы, концентрация и форма нахождения тяжелых металлов, емкость поглощения катионов в почве, тип почвы, содержание органического вещества [2–5] и наличие техногенных источников загрязнения экосистем [2, 6]. Кроме того, мнения на способность растений распределять тяжелые металлы по органам и тканям весьма противоречивы. Одни авторы указывают на большую аккумуляцию металлов

в надземных органах, а другие – в корнях. Также часто отмечаются различия в содержании тяжелых металлов в разных надземных органах (листьях, стеблях, плодах) [7].

Настоящая работа является продолжением исследований в овощных культурах содержания некоторых тяжелых металлов методом атомно-эмиссионного спектрального анализа.

Цель работы – изучение уровня содержания тяжелых металлов в овощных культурах, выращенных в пригородной зоне. Результаты предназначены для составления таблиц химического состава пищевых продуктов Кыргызской Республики.

Экспериментальная часть. Отбор и подготовку проб овощных культур для определения микроэлементов проводили в соответствии с [8].

Метод исследования. Содержание металлов определяли на спектрографе ДФС-13 с дифракционной решеткой 600 штр/мм. Для возбуждения спектров использовали двухструйный плазмотрон ДТТ-50, сила тока 78 А. Время экспозиции 25 с, ширина щели 14 мкм. Спектры регистрировали на фотоластинках ЭС-10, чувствительность 10 ед. ГОСТа. Аналитические линии определяемых элементов и фон рядом с линией фотометрировали и находили значения $\Delta S = S_{\text{нр}} + S_{\text{ф}}$, где $S_{\text{нр}}$ – почернение линии с фоном, $S_{\text{ф}}$ – почернение фона. По синтетическим стандартным образцам построен градуировочный график в координатах $\Delta S - \lg C$ и по нему находили содержания определяемых элементов. Аналитическими линиями служили (нм): Mn – 293,306; Cu – 282,437; Zn – 334,557; Co – 304,401; Mo – 281,615. Состав основы образцов сравнения (г/100 г) подобран по рекомендациям [9, 10].

Результаты и их обсуждение. По литературным данным строгой зависимости между содержанием металлов в растениях и их валовым содержанием в почве нет, так как растения обладают избирательным накоплением элементов [1].

Тем не менее, при детальном изучении накопления тяжелых металлов в растениях в зависимости от количественного содержания тяжелых металлов в почве можно проследить (табл. 1, 2). Наши исследования показали, что по соотношению элементов в почвах (см. табл. 1) соблюдается ряд: $Mn > Cu > Zn > Co > Mo$, а в растениях (см. табл. 2) (усредненные данные) – корнеплодах $Mn > Zn > Cu > Mo > Co$, надземной части: $Mn > Zn > Cu > Mo > Co$, зеленых овощах: $Mn > Cu > Zn > Mo > Co$. Эти ряды говорят о том, что соотношение элементов в растениях сходно с со-

отношением их в почвах, но в растениях по сравнению с почвами увеличивается накопление Zn в корневой и надземной частях растений и уменьшается содержание Co во всех частях растений. Сравнительно меньшее содержание Co, чем Zn, Cu и Mo во всех частях объясняется тем, что, согласно рядам биологического поглощения элементов, Co является для многих видов растений элементом слабого накопления и среднего поглощения, Zn, Cu и Mo – элементами более сильного поглощения.

Таблица 1
Содержание тяжелых металлов
в почве Чуйской области, мг/кг

| Природный объект | Mn | Cu | Zn | Co | Mo |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Почва (валовое содержание) | 114,3 | 80,12 | 61,62 | 57,87 | 16,3 |

Проведенные исследования показывают, что надземные части некоторых овощей – капуста белокочанная, огурцы, перец сладкий содержат сравнительно меньше: (мг/кг) Mn – 1,21; 0,91; 0,89; Cu – 0,604; 0,972; 1,576; Zn – 0,502; 1,378; 0,691; Mo – 0,18; 0,24; 0,11, чем корнеплоды – картофель, морковь, свекла – Mn – 3,41; 2,83; 8,42; Cu – 0,745; 1,49; 1,522; Zn – 2,44; 0,863; 1,916; Mo – 0,73; 0,18; 0,24 соответственно (см. табл. 2). Наши результаты совпадают с литературными [13]: содержание металлов в плодах меньше, поскольку репродуктивная фаза наступает относительно поздно, плоды соответственно меньше, чем вегетативные органы, подвергаются воздействию избыточной аккумуляции. Кроме того, минимальное поступление металлов в плоды объясняется работой защитного механизма самих растений. В случае с редисом, редькой и томатом, которые отличаются содержанием Mn, Cu, Zn и Mo от других овощных культур, вероятно, объясняется их видовой специфичностью. Накопление кобальта сравнительно с другими металлами значительно меньше. Наибольшее накопление Co отмечено в жусе – 0,1; томатах – 0,084; огурцах – 0,076 мг/кг.

Установлено, что наибольшей способностью накапливать тяжелые металлы обладали овощные культуры, у которых в пищу используются листья. Исследования показали (см. табл. 2), что в зеленых частях овощей по сравнению с корнеплодами и надземными частями содержится значительно больше металлов (%): жусай: Cu – 87; Zn – 83; укроп – 91. Наибольшее накопление марганца было обнаружено в свекле (8,42 мг/кг), чем в редьке (0,19 мг/кг).

Таблица 2

Среднее содержание (числитель)
и пределы колебаний (знаменатель) тяжелых металлов в овощах, мг/кг

| Овощи [11, 12] | Mn | Cu | Zn | Co | Mo |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|---------------------------|
| ПДК. овощи | 300 | 5,0 | 10,0 | – | 3,0 |
| Жусай | <u>3,58</u> 2,88–4,7 | <u>4,3</u> 4,05–4,45 | <u>3,02</u> 2,76–3,55 | <0,1 | <u>0,59</u> 0,36–0,99 |
| Капуста белокочанная | <u>1,21</u> 0,81–1,32 | <u>0,604</u> 0,469–0,749 | <u>0,502</u> 0,17–0,83 | Сл. | <u>0,18</u> 0,09–0,32 |
| Картофель | <u>3,41</u> 0,42–8,58 | <u>0,745</u> 0,59–0,858 | <u>2,44</u> 2,19–2,66 | Сл. | <u>0,73</u> 0,20–1,88 |
| Лук репчатый | <u>0,84</u> 0,56–1,33 | <u>0,962</u> 0,253–2,20 | <u>0,976</u> 0,45–1,625 | Сл. | <u>0,14</u> 0,083–0,28 |
| Морковь | <u>2,83</u> 0,70–14,06 | <u>1,49</u> 1,41–1,62 | <u>0,863</u> 0,810–0,90 | <0,070 | <u>0,18</u> 0,087–0,38 |
| Огурцы (грунтовые) | <u>0,91</u> 0,29–2,36 | <u>0,972</u> 0,658–1,285 | <u>1,378</u> 0,705–2,422 | <0,076 | <u>0,24</u> 0,094–0,66 |
| Перец сладкий | <u>0,89</u> 0,58–1,79 | <u>1,576</u> 1,179–1,988 | <u>0,691</u> 0,520–0,860 | <0,063 | <u>0,11</u> 0,054–0,27 |
| Петрушка (зелень) | <u>3,95</u> 2,77–4,99 | <u>4,08</u> 1,988–4,47 | <u>1,72</u> 1,365–1,970 | Сл. | <u>0,58</u> 0,52–0,69 |
| Редис | <u>0,51</u> 0,34–0,72 | <u>0,931</u> 0,578–1,19 | <u>0,633</u> 0,547–0,701 | <0,049 | <u>0,14</u> 0,13–0,17 |
| Редька | <u>0,19</u> 0,47–2,67 | <u>0,552</u> 0,196–0,870 | <u>2,921</u> 1,59–4,63 | <0,062 | <u>1,72</u> 0,12–0,41 |
| Свекла | <u>8,42</u> 5,61–1,8 | <u>1,522</u> 1,450–0,650 | <u>1,916</u> 1,857–1,981 | Сл. | <u>0,24</u> 0,099–0,44 |
| Томаты (грунтовые) | <u>1,54</u> 0,45–4,7 | <u>1,73</u> 1,49–2,09 | <u>0,691</u> 0,45–0,921 | <0,084 | <u>0,13</u> 0,073–0,21 |
| Укроп | <u>4,82</u> 3,17–6,51 | <u>4,03</u> 3,43–4,72 | <u>1,289</u> 0,01–1,420 | Сл. | <u>1,21</u> 1,04–1,35 |

На основании отмеченного выше методом атомно-эмиссионной спектроскопии определен диапазон содержания Mn, Cu, Zn, Co и Mo в 13 видах сельскохозяйственных растений.

Содержание исследованных тяжелых металлов не превышает предельно допустимые концентрации (Mn–300; Cu–5,0; Zn–10; Mo–3,0 мг/кг), принятые для сельскохозяйственных растений.

Выявлена неодинаковая способность корнеплодов, надземной и зеленой части овощей к накоплению тяжелых металлов.

Литература

- Панин М.С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья: – Семипалатинск: ГУ “Семей”, 1999. – С. 26–27.
- Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
- Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
- Большаков В.А. и др. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. – М.: Гидрометеоздат, 1978. – 49 с.
- Шильников И.А. и др. Факторы, влияющие на поступление тяжелых металлов в растения // Агрохимия. – 1994. – №10. – С. 94–101.
- Дмитриев М.Т., Казина Н.И., Клименко Г.А. Загрязнение почв и растениеводства тяжелыми металлами. – М.: Изд-во МГУ 1989. – 95 с.
- Gobzik B. Accumulation of heavy metals in *Biscutella leavigata* (Cruciferae) as a function of their concentration in substrate // Pol. Bot. Stud. – 1991. – V. 2. – P. 241–247.
- КМС 40.205-99. Правила сертификации плодов, овощей и продуктов их переработки. Введ. 31.03.99. – Бишкек, 1999. – 36 с.

9. Зырин Н.Г., Обухов А.И. Спектральный анализ почв, растений и других биологических объектов. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1977. – 334 с.
10. Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Эмиссионный спектральный анализ объектов биосферы. – М.: Химия, 1979. – 206 с.
11. Backett P.H.T., Davis R.D. Upper critical levels of toxic elements in plants. – New Phytol., – 1977. – 79. – №1. – P. 95–106.
12. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов // Санитарные правила и нормы Сан-ПиН 2.3.2. 560–96. – М., 269 с.
13. Austenfeld F.A. Zur Phytotoxizität von Nickel- und Kobaltsalzen in Hydrokultur bei Phaseolus vulgaris L. // Z. Pflanzenernähr. und Bodenkunde. – 1979. – Bd 142, N 6. – S. 769–777.

УДК 576.895.425 (575.2) (04)

Краснотелковые клещи (Acariformes: Leeuwenhoeekiidae, Trombiculidae) зайцеобразных (Lagomorpha, Leporidae) Кыргызстана

А.В. ХАРАДОВ – докт. биол. наук

In article results of researches chigger mites parasitizing on hare-form in natural boundaries of various riges of Tjan-Shanja for the first time are resulted.

Изучение видового многообразия клещей краснотелок семейств Leeuwenhoeekiidae Womersley и Trombiculidae Ewing представляет особый интерес, поскольку, паразитируя в фазе личинки на рептилиях, птицах и млекопитающих, они способны передвигать возбудителей некоторых риккетсиозов, свойственных и человеку. Несмотря на важное эпидемиологическое значение краснотелковых клещей, сведения о них все еще очень скудны. Исследование видового состава, приуроченности клещей к хозяевам, вертикально-ландшафтное распространение и другие особенности экологии представляют основу для медико-ветеринарной оценки их значения и профилактических мероприятий.

Материал и методики. Многолетнее (13 лет) изучение краснотелок с зайцеобразных проводили в Иссык-Кульской котловине (Кара-Шар, Ворошилово, Оттун, Боом, Ак-Олен, Чон-Урюкты, Кара-Булун); Кочкорской (Сары-Булак, Ак-Жар, Жар-Таш, Кара-Куджур) и Аксайской

долинах (окр.оз. Чатыр-Куль); Киргизском хребте (Кегеты, Ала-Арча, Джаломыш, Белогорка, п.р. Кокемерен); Тескей (Барскаун, Семиз-Бель) и Кюнгей Ала-Тоо (Кырчын, Кар-Кыра, Сухая шель), а также Кеолу Тоо (Сары-Голот, Кеолу). Таким образом обследовано 24 пункта, в разной степени охвачены различные географические зоны, расположенные на высотах от 1700 до 3000 м над ур.м. Добыто и осмотрено зайцеобразных двух видов: заяц-песчаник *Lepus (L.) capensis* (L.) – (170 экз.) и большеухая пищуха *Ochotona (C.) macrotis* (Gunth.) – (12 экз.). Пораженными оказались 25 зверьков (2 видов), с которых собрана 821 личинка.

Сбор клещей осуществлен по методикам, предложенным И.Ф. Жовтым и Е.Г. Шлугер [3], а также Г.И. Гущей [2] Индексы встречаемости (ИВ), обилия (ИО), интенсивности (ИП) и доминирования (ИД) рассчитаны по формулам, предложенным В.Н. Беклемишевым [1]. Оценку численности каждого вида краснотелок рассчитывали по

следующей шкале: доминант – вид, составляющий 50% и более от особей в общем сборе, субдоминант – от 15 до 50%, обычный – от 1 до 15% и редкий – менее 1% [4]. По качественному разбору видов все роды объединены в три группы: доминанты, содержащие 5 и более видов, субдоминанты – 3–4 вида и акциденты – 1–2 вида. Собранный материал хранится в коллекции лаборатории зоологии беспозвоночных Биолого-Почвенного института НАН КР (г. Бишкек).

Результаты исследований. Заяц-песчаник в Кыргызстане распространен повсеместно, за исключением мест развитого земледелия, от долино-предгорного (пустыни, полупустыни, степи) до высокогорного поясов (альпийские и субальпийские луга). В связи с этим видовой состав краснотелковых клещей довольно разнообразен (14 видов) и представлен видами как предпочитающие биотопы долин и среднегорий, так и тяготеющие к обитанию в высокогорном поясе (табл. 1).

В долино-предгорную зону входят Иссык-Кульская котловина и Кочкорская долина, расположенные на 1700–1800 м над ур.м. В Иссык-Кульской котловине на заяц-песчанике обнаружен только один вид *S.europaea*. С шести пораженных зверьков в июне собрано 246 личинок, индекс доминирования составил 31,3 %. Более разноо-

бразный видовой состав краснотелок представлен в Кочкорской долине – 4 вида, из которых больше половины (63,0 %) составил вид *S.europaea*, также обнаруженный в июне. Виды *N.(N.)sympatrica*, *N.(N.)nagayoi* и *N.(N.)irata* встречались только в сентябре в единичных экземплярах. В Болгарии *S.europaea* обнаружен на волке [5]. Нами в декабре с одной обыкновенной лисицы *Vulpes vulpes* L. снято 15 экземпляров этого вида клещей. Интересно отметить, что все представители рода *Straelensia* обнаружены на зайцеобразных и хищных, что свидетельствует о возможной специфичности данного рода клещей к указанным хозяевам. Вероятно, это произошло вследствие сопряженной эволюции паразитов и их хозяев, что говорит о тенденции закрепления избирательности в выборе хозяев отдельными видами краснотелок.

Сложность горного рельефа и пестрота экологических условий обусловили своеобразное сочетание фаунистических группировок краснотелок, приспособленных к обитанию в различных биотопах Тянь-Шаня. В Северном Тянь-Шане обследовались урочища хребтов Киргизского, Тескей и Кюнгей Ала-Тоо. За весь период изучения здесь выявлено на заяц-песчанике 13 видов краснотелок (табл. 2). В урочищах Киргизского хребта обнаружено 5 видов, из них доминирова-

Таблица 1

Паразитирование клещей-краснотелок на заяц-песчанике в Кыргызстане

| Таксон клеща | Индекс | | | | Зональное распространение |
|--|--------|-------|-------|-------|---------------------------|
| | ИВ | ИО | ИП | ИД | |
| <i>Multisetosa rybini</i> Kudryashova, 1990 | 1,76 | 1,02 | 57,67 | 22,01 | Д, Г |
| <i>Shunshennia oudemansi</i> (Schluger, 1955) | 0,59 | 0,005 | 1,00 | 0,13 | Д, Г |
| <i>Straelensia europaea</i> (Vercammen – Graudjeanet Kobilebina, 1968) | 3,53 | 1,45 | 41,00 | 31,30 | Д |
| <i>Leptotrombidium tolaicum</i> Kharadov, 2000. | 0,59 | 0,005 | 9,00 | 1,14 | Д |
| <i>Montivagum dihumerate</i> (Traub et Nachatram, 1967) | 1,18 | 0,01 | 1,00 | 0,25 | Г |
| <i>M.kunitzkyi</i> Kudryashova, 1988 | 1,18 | 0,06 | 5,00 | 1,27 | Г |
| <i>Neotrombicula (N.) sympatrica</i> Stekolnikov, 2001 | 6,47 | 0,85 | 13,09 | 18,32 | Г |
| <i>N.(N.)nagayoi</i> (Sasa et al., 1950) | 1,76 | 0,04 | 2,33 | 0,89 | Д, Г |
| <i>N.(N.)karashorienis</i> Kudryashova, 1993 | 5,29 | 0,21 | 4,00 | 4,58 | Д, Г |
| <i>N.(N.)irata</i> Kudryashova, 1993 | 5,88 | 0,69 | 11,80 | 15,01 | Д, Г |
| <i>N.(N.)monticola</i> Schluger et Davidov, 1997 | 2,35 | 0,09 | 3,75 | 1,91 | Д, Г |
| <i>Kayella bobaci</i> (Hushcha, 1966) | 1,76 | 0,03 | 1,67 | 0,64 | Д |
| <i>Euschoengastia alpna</i> Sasa et Jameson, 1954 | 5,29 | 0,11 | 2,11 | 2,42 | Д, Г |
| Bcero | 3,05 | 4,62 | 32,75 | 100 | – |

Вертикально-зональное распределение: Д – долино-предгорная, Г – горная зоны.

Фаунистические комплексы краснотелок зайца-песчаника в Кыргызстане

Таблица 2

| Пункт сбора | Таксон | | | | | | | | | | | | | Всего | |
|--------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------|-----------------|
| | <i>M.rubini</i> | <i>S.oudemansi</i> | <i>S.europaea</i> | <i>L.tolaicum</i> | <i>M.dihumerale</i> | <i>M.kunitzkyi</i> | <i>N.(N.)sympatrica</i> | <i>N.(N.)nagayoi</i> | <i>N.(N.)karashoriensis</i> | <i>N.(N.)irata</i> | <i>N.(N.)monticola</i> | <i>K.bobaci</i> | <i>O.semizbeliensis</i> | | <i>E.alpina</i> |
| Иссык-Кульская котловина | – | – | 192 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 192 |
| Кочкорская долина | – | – | 54 | – | – | – | 12 | 1 | – | 7 | – | – | – | – | 74 |
| Киргизский хребт | 51 | – | – | – | – | – | 98 | 5 | 3 | – | 11 | – | – | – | 168 |
| Тескей Ала-Тоо | – | – | – | 9 | – | – | – | – | – | 5 | 2 | 2 | 1 | 3 | 22 |
| Кюнгей Ала-Тоо | 122 | 1 | – | – | 2 | 10 | 34 | 1 | 33 | 106 | 2 | 3 | – | 16 | 330 |
| Всего | 173 | 1 | 246 | 9 | 2 | 10 | 144 | 7 | 36 | 118 | 15 | 5 | 1 | 19 | 786 |

ли *N.(N.)sympatrica* (30,4%) и *M.rubini* (58,3%). Виды *N.(N.)nagayoi*, *N.(N.)karashoriensis* и *N.(N.)monticola* были малочисленными. Единичные экземпляры шести видов краснотелковых клещей обнаружены в урочищах Тескей Ала-Тоо. Фаунистической особенностью данного района является обнаружение новых для науки видов (*L.tolaicum* и *O.semizbeliensis*). Наиболее представительным на зайце-песчанике оказался фаунистический комплекс краснотелок в урочищах Кюнгей Ала-Тоо (11 видов). Многочисленными оказались виды *M.rubini* (122 LL) и *N.(N.)irata* (106 LL), составившие 69,1% от числа этих видов. Наибольшее видовое разнообразие было представлено в урочищах Кырчын (8 видов), хребте Кюнгей Ала-Тоо, Семиз-Бель (6), Тескей Ала-Тоо и Белогорка (5) Киргизского хребта. В урочищах Кеолу-Тоо краснотелковые клещи на зайцеобразных не обнаружены.

Изучение паразитирования краснотелковых клещей по месяцам на зайце-песчанике проведено в январе и с марта по декабрь (11 месяцев). Выявлено неравномерное распределение клещей в различные месяцы года.

Так, в июне отмечено 6 видов краснотелок общей численностью 475 экземпляров, что составило 60,4% от всех сборов. В этом месяце доминировал (51,0%) вид *S.europaea*. Клещи *M.rubini* (57 экз.) обнаружены питающимися внутри ушной раковины хозяина. Наибольшее же видовое разнообразие – 9 видов (64,3% видового состава) за-

регистрировано в сентябре, в сборах преобладал *N.(N.)irata* – 43,0%. Этот вид оказался доминантом (53,0%) и в августе. В феврале, марте, апреле, октябре и ноябре клещи на зайцах-песчаниках не обнаружены. В летний период оказалась не только высокая численность клещей (575 LL), но и фаунистическое разнообразие (10 видов из 6 родов 2 семейств). Преобладали виды *M.rubini*, *S.europaea*, *N.(N.)sympatrica*, составившие 83,3% от числа всех сборов в этот сезон (табл. 3).

Анализ сезонной численности паразитов показал их неравномерное распределение. Так, в внесезонный период обнаружены единичные экземпляры клещей трех видов из трех родов. Однако уже в летний сезон их количество достигло 575 LL, принадлежащих к 10 видам 6 родам. Затем наблюдалось значительное снижение численности и видового состава в осенний и зимний периоды (табл. 3). Соотношение численности клещей от весны к лету составило 0,64%, 73,15, 17,94, и 8,27% соответственно.

Большее число паразитов обитает в высокогорном поясе, иногда встречается на высоте свыше 3000 м над ур.м. Семьи зверьков заселяют старые скальные обрушения с нагромождением больших валунов и поросшие кустарником. Исследования проведены в Киргизском хребте (3 урочища), Кеолу Тоо (1) и в Ак-Сайской долине (1).

В июне, августе и сентябре отловлено 12 животных. С одной большеухой пищухи в июне в урочище Ала-Арча Киргизского хребта собраны

Распределение краснотелковых клещей на зайце-песчанике в различные сезоны года

Таблица 3

| Сезон года | Животные | | Таксон | | | | | | | | | | | | | Всего клещей | | Количество | | |
|------------|-----------|----------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------|------------|---|---|
| | Осмотрено | Заражено | <i>M.rubini</i> | <i>S.oudemansi</i> | <i>S.europaea</i> | <i>L.tolaicum</i> | <i>M.dihumerale</i> | <i>M.kunitzkyi</i> | <i>N.(N.)sympatrica</i> | <i>N.(N.)nagayoi</i> | <i>N.(N.)karashoriensis</i> | <i>N.(N.)irata</i> | <i>N.(N.)monticola</i> | <i>K.bobaci</i> | <i>O.semizbeliensis</i> | <i>E.alpina</i> | Видов | Родов | | |
| Весна | 46 | 2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | 2 | 1 | – | 5 | 3 | 3 | |
| Лето | 99 | 15 | 122 | – | 246 | – | 1 | 5 | 111 | – | 16 | 58 | 2 | 3 | – | 11 | 575 | 10 | 6 | |
| Осень | 23 | 5 | – | 1 | – | – | 9 | 1 | 5 | 33 | 7 | 17 | 60 | – | – | – | 8 | 141 | 9 | 5 |
| Зима | 2 | 2 | 51 | – | – | – | – | – | – | – | 3 | – | 11 | – | – | – | 65 | 3 | 2 | |
| Всего | 170 | 24 | 173 | 1 | 246 | 9 | 2 | 10 | 144 | 7 | 36 | 118 | 15 | 5 | 1 | 19 | 786 | 14 | 9 | |

краснотелковые клещи двух видов *N.(N.) monticola* (34 экз.) и *S.oudemansi* (1 экз.) Для первого вида установлена локализация в ушной раковине, здесь питались 28 клещей. Остальные паразиты собраны со шкурки зверьков.

Изучение краснотелковых клещей Кыргызстана показало, что скальные осыпи, расположенные на высоте 2000–2500 м над ур.м., наиболее благоприятны для жизнедеятельности паразитов. Высокую численность и большое видовое разнообразие клещей в скальных осыпях на зайцеобразных, вероятно, можно объяснить оптимальными топическими и трофическими условиями, созданными природой внутри каменных нагромождений как для хозяев краснотелок, так и для хищных нимф и взрослых клещей. Скальные осыпи для зайцеобразных представляют идеальные защитные условия. Мелкие беспозвоночные, являющиеся пищей для нимф и взрослых клещей, вероятно, также имеют хорошее трофическое обеспечение, что позволяет им иметь стабильную максимальную численность. Поэтому численность личинок на животных, обитающих непосредственно в скальных осыпях, намного выше, чем в других биотопах, в которых отсутствуют оптимальные условия для развития и вылова мелких беспозвоночных – основной пищи для нимф и имаго краснотелковых клещей.

Расселение клещей краснотелок на новые территории осуществляют личинки во время питания на хозяевах. Значимое распространение краснотелок взрослыми или нимфами маловероятно, так как на зверьках нам не удавалось их обнаружить. Скорость передвижения хищных фаз краснотелок крайне мала, к тому же они являют-

ся обитателями почвенной подстилки и не могут самостоятельно перемещаться по поверхности на значительные расстояния. Питаясь на зайце-песчанике (в среднем 7 суток) личинка имеет возможность значительно удалиться от скальных осыпей – оптимальных мест обитания взрослых клещей. Напитавшиеся клещи, покидая зайца-песчаника, часто попадают в неблагоприятные условия, где личинки линяют на нимф, которые не находят в почве достаточно пищи для успешного перехода во взрослые фазы развития. Превращение происходит в угнетенном состоянии, вследствие чего новая генерация личинок крайне малочисленна. В этих новых, не свойственных краснотелкам биотопах численность личинок на зайце-песчанике очень мала. Вероятно, краснотелковые клещи существуют в неблагоприятных для них стациях, в большей степени благодаря расселению новых генераций личинок. Одним из основных “транспортных средств” для личинок краснотелок при расселении на новые территории является заяц-песчаник. За относительно короткое время может преодолевать десятки и сотни метров, посещая при этом различные вертикальные пояса и биотопы.

На двух видах зайцеобразных обнаружено 14 видов клещей-краснотелок из 9 родов и 2 семейств. Собранные клещи принадлежали и двум семействам, 3 вида из *Leeuwenhoekeidae* и 11 из *Trombiculidae*. Выявлено увеличение численности и видового разнообразия краснотелок в летний сезон (575 LL – 10 видов) с заметным снижением в зимний период (65 LL – 3 вида). На зверьках в долино-предгорной зоне встречаются 3, в горной – 2 и 14 видов обнаружены в обеих

зонах. Субдоминантами оказались *S. Europaea* и *M. rugini*, индекс доминирования составил 31,3 и 22,0% соответственно. Одновременно на одном зайце-песчанике могли паразитировать 4 вида из 3 родов и 2 семейств, общей численностью 152 личинки. На большеухой пищеухе выявлено 2 вида краснотелок из 2 родов и 2 семейств. Эти виды обитают и на зайце-песчанике. Основная масса клещей прокармливалась на зайце-песчанике, ему же принадлежит и главная роль в расселении личинок краснотелок на новые территории. Паразитирование на зайцеобразных отмечено в течение всего года. Наибольшее видовое разнообразие – 11 видов (или 78,6%) отмечено в горных стациях урочищ Кюнгей Ала-Тоо. Виды *L. tolaicum* и *O. semizbeliensis* на территории Кыргызстана встречаются в единичных экземплярах, и, вероятно, являются эндемиками. Установлено, что краснотелковые клещи для питания предпочитают внутреннюю поверхность ушной раковины зайцеобразных.

УДК 633.2:0.32 (575.2) (04)

Высокогорные (криофильные) степи Кыргызстана

Р.Н. ИОНОВ – докт. биол. наук,
Н.А. ИМАНБЕРДИЕВА – канд. биол. наук
КГУ им. И. Арабаева,
Л.П. ЛЕБЕДЕВА – докт. биол. наук

There have been considered high-mountain (cryophile) steppes of Kyrgyzstan in the article.

Внутриконтинентальное положение Тянь-Шане-Алайского горного сооружения, значительная приподнятость региона над обширной территорией пустынь умеренного пояса Земли, преимущественно широтное положение хребтов, континентальный климат обуславливают большое разнообразие природно-климатических условий. Господствующий тип растительности в

Кыргызстане – степи, занимающие 20,1% территории республики, 10,79% из них составляют высокогорные (табл. 1).

Относительно понятия типа степь представления ученых разное. В Геоботаническом словаре О.С. Гребенщикова приводится 23 географических вариантов степей [2]. Мы разделяем точку зрения выдающегося знатока степей Евразии

Литература

1. Беклемишев В.Н. Термины и понятия, необходимые при количественном изучении популяций эктопаразитов и нидиколов // Зоол. журн. – 1961. – Т. 40. – Вып. 2. – С. 149–158.
2. Гуца Г.И. Методика сбора и изучения краснотелковых клещей (тробикюлид) // Методы изучен. паразитол. Ситуации и борьба с паразит. сельскохоз. животных. – Киев, 1961. – С. 182–192.
3. Жовтый И.Ф., Шлугер Е.Г. Методы сбора клещей краснотелок семейства Trombiculidae // Изв. Иркут. ин-т противочум. ин-та Сибири и Дальнего Востока. – 1957. – Т. 16. – С. 177–187.
4. Харадов А.В., Чиров П.А. Краснотелковые клещи (Acariformes: Loeuwenhoeekiidae, Trombiculidae) Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2006. – 182 с.
5. Vercammen-Gramdiean P.H., Kolebinova M.G. Revision of the subfamily Apoloniinae Wharton, 1947, (Loeuwenhoeekiidae: Acarina) // Acarologia. – 1968. – Vol. 10. – №2. – P. 250–268.

Фитоценотическое разнообразие степей Кыргызстана [1]

Таблица 1

| Подтипы | Площадь | |
|--|-----------------|-------|
| | км ² | % |
| Высокогорные криофильные дерновинно-злаковые | 21413 | 10,79 |
| Среднегорные дерновинно-злаковые и разнотравно-дерновинно-злаковые | 17643 | 8,89 |
| Низкогорные опустыненные | 823 | 0,41 |

Е.М. Лавренко [3]. Степи – сообщества травянистых многолетних микро-мезотермных, ксерофильных, гемиксерофильных и криоксерофильных, преимущественно дерновинных злаков, а также сообщества их естественных и антропогенных смен с участием: степных видов полыни, низкорослых корневищных видов осоки, корневищных злаков и разнотравья. В травостое высокогорных криофильных степей доминируют микротермные мезоксерофильные и ксерофильные травянистые многолетники, преимущественно дерновинные злаки из родов: *Festuca*, *Poa*, *Stipa*, *Hordeum*, *Helictotrichon* и др. [4]

На территории Кыргызстана проходят провинциальные границы: Джунгаро-Тяньшанской, Афгано-Туркестанской (Горносреднеазиатской) Ирано-Туркестанской флористической области и Центральноазиатской провинции Центральноазиатской флористической областей Древнесредиземноморского подцарства Голарктики [5, 6]. Сочетание элементов восточной части Древнесредиземноморского подцарства и северных территорий Бореального подцарства Голарктики определяют флористическую и фитоценотическую самобытность и богатство всего типологического разнообразия растительного покрова страны, в том числе и высокогорных криофильных степей.

Флористическое разнообразие растительного покрова высокогорных криофильных дерновинно-злаковых степей Кыргызстана – 281 вид высших растений, относящихся к 142 родам и 32 семействам. Список флоры составлен по материалам ряда ученых: И.В. Выходцев [7, 8]; А.Г. Головкина [9, 10]; Н.А. Иманбердиева и Л.П. Лебедева [11]; К.И. Исаков [12]; А.М. Молдоярлов [13]; Л.И. Попова [14, 15]; А.С. Цеканов [16] и личным исследованием авторов. Для определения флористического состава растительности степей и выделения географических элементов флоры использованы источники: Флора СССР [17]; Флора Кирг ССР [18]; Определитель растений Средней Азии [19]; Номенклатура таксонов дана по С.К. Черепанову [20].

Анализ спектров семейств и родов флоры криофильных степей Кыргызстана представлен в табл. 2.

Семнадцать семейств флоры из 32 включают 258 видов – 91,8% от общего их числа – 281 и 125 родов – 88% от 142. Наиболее весомые по числу родов и видов семейства: Poaceae – 61 вид (21, 7%) от общего их числа, 19 родов (13,5%); в семействе Asteraceae соответственно видов – 55 (19,6%) от общего числа, родов 19,4 (16,95). Высокая численность видов и родов в семействах Poaceae, Asteraceae, с одной стороны, и с другой – значительная доля Fabaceae, Brassicaceae подчеркивают бореально-средиземноморский характер флоры высокогорных криофильных степей Кыргызстана.

Во флоре криофильных степей Кыргызстана десять семейств – одновидовые, что подчеркивает молодость этого подтипа растительности. Большинство из этих видов – представители криофильных среднетравных (субальпийских) и низкотравных (альпийских) лугов, проникших в пояс высокогорных степей.

Согласно классификации И.Г. Серебрякова [21], во флоре высокогорных криофильных дерновинно-злаковых степей Кыргызстана преобладают многолетние травянистые растения: 221 вид (78,1%) от общего числа. Сравнительно большое число однолетних и однолетне-двулетних видов растений – 55 (12,5%), в основном сорных заносных растений, получивших развитие в результате многовекового беспорядочного использования степей. Состав биоморф флоры степей по длительности жизни показан в табл. 3.

Виды флоры криофильных высокогорных дерновинно-злаковых степей Кыргызстана имеют разнообразное происхождение – результат соединения и сопряженного развития различных по возрасту и происхождению элементов флоры. Во флоре криофильных высокогорных дерновинно-злаковых степей Тянь-Шаня преобладают горно-центральноазиатские виды – 79 (28,4), горносреднеазиатских видов – 16 (8,9%), тяньшанских – 19 (6,7%). Видов древнесреднеазиатских и восточ-

Таблица 2

Спектры ведущих семейств и родов высокогорных криофильных дерновинно-злаковых степей Кыргызстана

| Семейство | Вид | | Род | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| | число | % | число | % |
| Poaceae | 61 | 21,7 | 19 | 13,5 |
| Asteraceae | 55 | 19,6 | 24 | 16,9 |
| Fabaceae | 18 | 6,4 | 6 | 4,2 |
| Brassicaceae | 18 | 6,4 | 10 | 7,0 |
| Rosaceae | 16 | 5,7 | 12 | 8,5 |
| Boraginaceae | 12 | 4,3 | 3 | 2,1 |
| Ranunculaceae | 11 | 3,9 | 8 | 5,7 |
| Lamiaceae | 9 | 3,2 | 6 | 4,2 |
| Chenopodiaceae | 8 | 2,8 | 7 | 5,0 |
| Cyperaceae | 8 | 2,8 | 2 | 1,4 |
| Scrophulariaceae | 8 | 2,8 | 6 | 4,2 |
| Gentianaceae | 7 | 2,5 | 5 | 3,5 |
| Alliaceae | 6 | 2,1 | 1 | 0,7 |
| Polygonaceae | 6 | 2,1 | 4 | 2,8 |
| Ariaceae | 5 | 1,8 | 5 | 3,5 |
| Primulaceae | 5 | 1,8 | 2 | 1,4 |
| Caryophyllaceae | 5 | 1,8 | 5 | 3,5 |
| Итого | 258 | 91,8 | 125 | 88,0 |
| Всего | 281 | 100,0 | 142 | 100,0 |

Таблица 3

Состав жизненных форм видов растений высокогорных криофильных дерновинно-злаковых степей Кыргызстана

| Длительность жизни | Число видов | % от общего числа |
|-------------------------|-------------|-------------------|
| Травы | | |
| Однолетние | 30 | 10,7 |
| Однолетние – двулетние | 5 | 1,8 |
| Двулетние | 2 | 0,7 |
| Двулетние – многолетние | 1 | 0,3 |
| Многолетние | 221 | 78,1 |
| Полукустарнички | 16 | 5,7 |
| Кустарнички | 1 | 0,4 |
| Полукустарники | 4 | 1,4 |
| Кустарники | 1 | 0,4 |
| Всего | 281 | 100,0 |

Таблица 4

Ареалогический состав флоры высокогорных криофильных дерновинно-злаковых степей Кыргызстана

| Тип ареала | Количество видов | % от общего числа видов флоры |
|--------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Плюрирегиональный | 1 | 0,4 |
| Голарктический | 11 | 3,9 |
| Палеарктический | 27 | 9,6 |
| Восточнопалеарктический | 56 | 19,9 |
| Пригималайский | 11 | 3,9 |
| Древнесредиземноморский | 8 | 2,8 |
| Восточнесредиземноморский | 16 | 5,7 |
| Среднеазиатский | 6 | 2,1 |
| Центральноазиатский-западносибирский | 1 | 0,4 |
| Тяньшань – памироалайский | 14 | 5,0 |
| Памироалайский | 1 | 0,4 |
| Горносреднеазиатский | 16 | 8,9 |
| Горноцентральноазиатский | 79 | 28,4 |
| Алтай-пригималайский | 1 | 0,4 |
| Западносибирско-среднеазиатский | 3 | 1,1 |
| Тяньшанский | 11 | 3,9 |
| Западнотяньшанский | 1 | 0,3 |
| Северотяньшанский | 1 | 0,3 |
| Внутреннетяньшанский | 1 | 0,3 |
| Централютяньшанский | 5 | 1,8 |
| Аркто-монтанный | 1 | 0,3 |
| Итого | 281 | 100,0 |

носреднеазиатских – 24 (8,9%). Всего видов, относящихся к ареалу Древнего Средиземья – 269 (95,7%). Видов широко распространенных – плюрирегиональных и голарктических – 12 (4,3%), табл. 4.

Автохтонных тяньшанских видов – 19 (6,6%). К ним относятся: *Artemisia elongate*, *A. fulvella*, *A. nigricans*, *Jurinea grumosa*, *Olgaea nidulans*, *Saussurea kaschgarica*, *Scorzonera circumflexa*, *Senecio saposchnikovii*, *Taraxacum pseudorozeum* и др.

Высокогорные криофильные дерновинно-злаковые степи – характерный тип растительности сыртовых нагорий Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня. Они распространены в хребтах Северного и Западного Тянь-Шаня, на абсолютных высотах 3000–4000 м [7, 9, 11–16].

Из всего многообразия высокогорных дерновинно-злаковых степей наибольшее ландшафтное и практическое значение в Кыргызстане имеют степи с доминированием видов: овсяницы Крылова *Festuca kryloviana*, ковыля сидячецвет-

кового *Stipa subsessiliflora*, овсеца пустынного – *Helictotrichon desertorum*.

Казалось бы, что высокое видовое разнообразие высших растений (281) растительности высокогорных криофильных степей противоречит однообразию и бедности основных их ассоциаций. Этому есть обоснование: в степном поясе, кроме степной – поясной растительности, развиты азональные и интразональные образования: каменные, каменисто-щебнистые склоны, осыпи, поймы рек и речек, заросли степных кустарников, кустарничков, существенно обогащающие разнообразие флоры.

Формация овсяницы Крылова *Festuca kryloviana*

Типчаковые степи с доминированием овсяницы Крылова в Кыргызстане характерны для сыртовых нагорий и хребтов Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня: Атбашинский, Бойдуллы, Кок-Шал-Тоо, котловины озер – Чатыр-Куль и Сон-Куль. Они распространены также в

высокогорьях Кунгей Ала-Тоо, Таласском хребте, на Алтае, Тарбагатае, Джунгарском хребте, Джунгарии, Кашгарии и Монголии. Типчаковые степи с доминированием овсяницы Крылова занимают пологие склоны южной (и близкой к ней) экспозиции, на абсолютной высоте 3200 м и выше.

Овсяница Крылова *Festuca kryloviana* – многолетнее, многостебельное, плотнодерновинное растение с крепкими, 10–40 см высоты стеблями, с большим количеством старых влагалищ при основании. Листья вдоль сложенные, зеленоватые или слегка сизоватые. Метелка сжатая, густая, овальная. Колоски бурые до темно-бурых. Дерновинки овсяницы от 5–6 до 20 см в диаметре [18].

Флористический состав ассоциаций Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня беден – 20–23 вида высших растений. В формациях Северного Тянь-Шаня более разнообразен: 50 видов (Кунгей-Ала-Тоо) и в Западном Тянь-Шане (Таласский хребет) – 69. На долю доминанта и других злаков приходится до 90% фитомассы.

Травостой низкорослый разреженный. Общее проективное покрытие до 30–40%. Урожай надземной массы в разные годы колеблется от 3 до 14 ц/га. В хозяйственном отношении высокогорные криофильные типчаковые степи с доминированием овсяницы Крылова – летние и зимние пастбища. [7–14, 22, 23].

Формации ковыля сидячецветкового *Stipa subsessiliflora*, ковылей пурпурового *Stipa purpurea* и монгольского *Stipa mongholica* характерны для сыртовой высокогорной части Внутреннего Тянь-Шаня. Ковыль сидячецветковый – эндем Тянь-Шаня. Формация с его доминированием широко представлена и занимает значительные площади в восточной части сыртов Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня. Формация ковыля монгольского более характерна для западной части сыртов. Наименьшее распространение имеет формация ковыля пурпурового.

Формации ковыля сидячецветкового *Stipa subsessiliflora* имеют ландшафтное значение на пологих южных склонах хребтов: Джетим-Тоо, Джетим-Бель, в урочищах Тарагай, Карасай, Ак-Шийряк, в бассейнах рек Аксай, Чатыр-Куль, Джиланач, Арчалы. Сары-Джаз, в пределах абсолютных высот 3000–4000 м.

Доминант формации – ковыль сидячецветковый – невысокое 10–15 см растение, образует небольшие плотные дерновинки, густо одетые в основании остатками старых влагалищ листьев,

имеет раскидистые, темноокрашенные метелки, занимает господствующее положение в травостое.

Флористический состав растительности беден – около 10–15 видов высших растений. Травостой низкорослый, разреженный. Общее проективное покрытие около 30–40%. Урожай надземной фитомассы 3–8 ц/га. В хозяйственном отношении криофильные низкотравные степи с доминированием ковылей сидячецветкового, пурпурового и монгольского – летние и зимние пастбища [8, 10].

Формация овсеца пустынного – *Helictotrichon desertorum* встречается в хребтах: Атбашинский, Нарынский, Джумгалский, Сонкульский, Суусамырский, Киргизский, Таласский, Чаткальский, Ферганский, Алайский; в долинах Каракуджур, Арпа, Аксай; в котловине оз. Иссык-Куль, в Большом и Малом Кемине. За пределами республики овсецовые степи распространены в Западной Сибири, Европейской части России. Во Внутреннем Тянь-Шане площадь пустынноовсецовых степей – 9,0 тыс. га. В Атбашинской долине формация овсеца пустынного *Helictotrichon desertorum* занимает небольшие участки на северном макросклоне Атбашинского хребта, в пределах высотного профиля: между нивальным поясом и криофильными среднетравными флоридесовыми лугами.

Доминант овсеца пустынный (*Helictotrichon desertorum*) – многолетний плотнодерновинный злак с многочисленными стеблями до 60 см высотой. Дерновинки в основании окутаны остатками старых листьев. Листья свернуты в трубочки. Цветки собраны в пестроокрашенные коричневатые колоски. Дерновинки овсеца растут разрозненно друг от друга. Между ними рассеяны злаки: овсяницы валежийская (*Festuca valesiaca*) и Крылова (*F. kryloviana*), ковыль киргизский (*Stipa kirghisorum*), осока узкоплодная (*Carex stenocarpa*), эдельвейс Федченко (*Leontopodium fedtschenkoanum*), скабiosa джунгарская (*Scabiosa songarica*), виды лапчатки (*Potentilla*), остролодочника (*Oxytropis*). Формация представлена группой ассоциаций (*Helictotrichon desertorum*, *Festuca valesiaca*, *Stipa kirghisorum*). Проективное покрытие травостоем – до 60%. Средняя высота травостоя – 15–25 см. Продуктивность надземной фитомассы – 3–6 ц/га.

В хозяйственном отношении высокогорные криофильные степи – летние и зимние пастбища [8, 10, 11].

Во второй половине XIX в. сотрудниками лаборатории геоботаники Института биологии АН КР проводились стационарные и маршрутно-геоботанические исследования разных по типологии растительных формаций криофильных степей республики [7–10, 12–14, 16].

На комплексных геоботанических стационарах исследовались: флористический состав, эколого-биолого-морфологические особенности компонентов, возрастные спектры ценопопуляций, феноритмотипы, смена аспектов и фаз сезонного развития, горизонтальная и вертикальная структура травостоев, продуктивность надземной и подземной фитомассы.

Материалы стационарных исследований явились основой для составления монографических работ, получивших признание ученых ботаников СССР. Большие работы проведены по прикладной ботанической науке: разработке научных основ рационального природопользования и охраны растительного мира. Составлены научно обоснованные рекомендации по эффективным приемам создания прочной кормовой базы для животноводства в разных природно-климатических регионах нашей высокогорной страны. С учетом типологической структуры и специфических условий местообитания по высотному профилю гор рекомендованы приемы поверхностного и коренного улучшения природной растительности республики [24–26].

В последние десятилетия сотрудниками БПИ НАН КР предложены научно обоснованные рекомендации директивным органам по восстановлению, поддержанию биологического разнообразия, устойчивому функционированию природных экосистем и охраны разного по типологии растительного покрова республики, в том числе степей, расширение сети особо охраняемых природных территорий ООПТ (заповедников, национальных парков, заказников), организация службы экологического мониторинга. Сеть ООПТ должна обеспечить сохранение регионального фитоценотического и экологического разнообразия горных и высокогорных степных экосистем в целом, степной флоры во всем ее многообразии, а также редких и исчезающих видов. Заповедники и другие охраняемые объекты – это последние пристанища на Земле, где дикая жизнь может быть представлена сама себе.

Литература

1. Проект “Стратегия и план действий по сохранению биоразнообразия”. Кыргызская Респуб-

лика. Министерство охраны окружающей среды. – Бишкек, 1998. – 160 с.

2. Мордкович В.Г. Степные экосистемы. – Новосибирск, 1982. – 207 с.
3. Лавренко Е.М. Степи Евразийской степной области и их география, динамика и использование // Вопросы ботаники. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 157–173.
4. Растительность Казахстана и Средней Азии. (В пределах пустынной области). Пояснительный текст и легенда к карте. М: 2500000. / Колл. авторов; Под ред. Е.И. Рачковской. – СПб., 1995. – 130 с.
5. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Л.: Наука, 1973. – 356 с.
6. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 248 с.
7. Выходцев И.В. Растительность пастбищ и сенокосов Киргизской ССР. – Фрунзе: Изд-во АН Кирг ССР, 1956а. – 340 с.
8. Выходцев И.В. Вертикальная поясность растительности Киргизии. (Тянь-Шань и Алай). – М.: Изд-во АН СССР, 1956б. – 83 с.
9. Головова А.Г. Растительность Центрального Тянь-Шаня. Ч. I // Степи дерновинные. – Фрунзе: Киргосиздат, 1959. – С. 100–140.
10. Головова А.Г. Растительность Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1990. – С. 139–148.
11. Иманбердиева Н.А., Лебедева Л.П. Степи урочища Сарытоо Атбашинской долины Внутреннего Тянь-Шаня. – Бишкек, 2009. – С. 32–33.
12. Исаков К.И. Растительность бассейна р. Чон-Кемин. – Фрунзе: Изд-во АН Кирг ССР, 1959. – 269 с.
13. Молдоярлов А.М. Растительность бассейна реки Калба и ее хозяйственное использование. – Фрунзе: Изд-во АН Кирг. ССР, 1964. – 208 с.
14. Попова Л.И. Изучение растительности сыртов Тянь-Шаня // Проблемы ботаники. V. Материалы по изучению флоры и растительности высокогорий. – М.; Л., 1960. – С. 238–258.
15. Попова Л.И. Сезонная динамика развития основных фитоценозов Верхнеарынского сыртов Центрального Тянь-Шаня. – Фрунзе: Изд-во АН КиргССР, 1963. – 108 с.
16. Цеканов А.С. Растительность высокогорий Внутреннего Тянь-Шаня и ее изменения под воздействием антропогенных факторов. – Фрунзе: Илим, 1987. – 362 с.
17. Флора СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1934. – Т. I–XXX.

18. Флора Киргизской ССР. – Фрунзе: Изд-во АН КиргССР, 1950–1965. – Т. I–XI. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. – Ташкент: ФАН, 1968–1993. – Т. 1–10.
19. Цвелев Н.Н. Злаки СССР. – Л.: Наука, 1976. – 788 с.
20. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
21. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – М.; Л., 1964. – Т. III. – С. 146–205.
22. Выходцев И.В., Попова Л.И., Ионов Р.Н. и др. Рекомендации по высокогорному травосеянию и орошению пастбищ в Тянь-Шанской, Иссык-Кульской областях и на Сусамыре, 1956.
23. Лебедева Л.П., Иманбердиева Н.А., Журабекова Ш.Ж., Королева Р.П., Алыбакова Н.К. Рациональное использование и поверхностное улучшение степных пастбищ Ат-Башинского района Внутреннего Тянь-Шаня. – Бишкек, 2005.
24. Попова Л.И., Шихотов В.М. и др. Улучшение и использование пастбищ и сенокосов Джеты-Огузских сыртов. – Фрунзе, 1980.
25. Цеканов А.С., Торобеков И.С. и др. Создание орошаемых сенокосов и улучшение пастбищ на Ак-Сайских сыртах. – Фрунзе, 1978.

УДК 591.521 (575.2) (04)

Гистологическое изучение почек крыс при действии гамма-облучения с применением иммуномоделирующего спецпродукта

З.Б. ЕСИМСИИТОВА – канд. биол. наук
КазНУ им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан
А.М. ТИЛЕНБАЕВ – научн. сотрудник

In this paper has given the results of morphological analyzed research of rat's kidneys by impact of gamma irradiation in 6 grey dose with using of biological active additives. Morphological assessment of experimental animal's kidneys, which has become immunomodulatory special product against the background of roentgen irradiation, allowed bringing to light the lowering of inducible blood circulation disturbance and dystrophic processes by under study organs and tissues of rats.

Особый интерес и ценность как с профилактической, так и оздоровительной целью представляют специализированные продукты полифункционального назначения, сочетающие в себе ряд медико-биологических свойств, применение которых позволяет одновременно корректировать целый комплекс метаболических нарушений в организме [1–4].

В результате продолжительного влияния неблагоприятных факторов на организм человека происходит нарушение адаптационных механизмов и саморегуляция организма. На этой стадии возникают начальные проявления нарушений метаболизма, происходит накопление в организме токсичных продуктов обмена, нарушаются нейрогуморальная регуляция организма, функцио-

нальная активность иммунной системы, кишечной микрофлоры и других защитных механизмов организма. Одним из важнейших нарушений на данном этапе следует считать снижение антиоксидантной защиты организма, приводящей к нарушениям его функциональной активности на клеточном уровне [5–7].

В связи с этим нами было проведено морфологическое изучение почек крыс при действии гамма-облучения с использованием иммуномоделирующего специализированного продукта

Материал и методы исследования. Для выявления адаптационных возможностей крыс, получивших гамма-облучение в дозе 6 Грей и иммуномоделирующий специализированный продукт, было проведено экспериментальное изучение на 30 опытных половозрелых крысах – самцов линии Вистар, трёхмесячного возраста с исходной массой тела 280–300 г. В ходе эксперимента все животные находились в одинаковых стандартных условиях вивария, поведение их было активным, носики влажные, шерстка сухая, гладкая. Все крысы за исключением контрольных за день до забоя были подвергнуты однократному гамма-облучению в дозе 6 Грей. Декапитация животных проводилась на следующий день с использованием наркоза между 9 и 11 часами утра. Объектом гистологического исследования являлись основные популяции клеток почек.

Эксперимент проводили в течение 30 дней, все животные были разделены на 3 группы по 10 крыс в каждой:

- 1 группа животных контрольная;
- 2 группа животных без биологически активных добавок, за день до забоя их облучали в дозе 6 Грей;
- 3 группу животных кормили иммуномоделирующим специализированным продуктом в течение месяца, затем за день до забоя облучали в дозе 6 Грей.

Воду экспериментальные животные получали в неограниченном количестве.

Для гистологического исследования применялись общепринятые методики приготовления тонких срезов (Волкова 1982). Морфологическое описание и фотографии делали с помощью микроскопа МБИ-15.

Результаты и обсуждение. Микроскопическое исследование почек контрольных беспородных крыс показало, что корковое вещество представлено сосудистыми клубочками и извитыми канальцами, которые выстланы цилиндрическими

эпителиальными клетками с розовой цитоплазмой и округлым ядром, общее строение в норме.

Результаты гистологического исследования органов экспериментальных животных второй группы показали полнокровие, нарушение компактности расположения проксимальных и дистальных извитых канальцев, отек стромы (рис. 1).

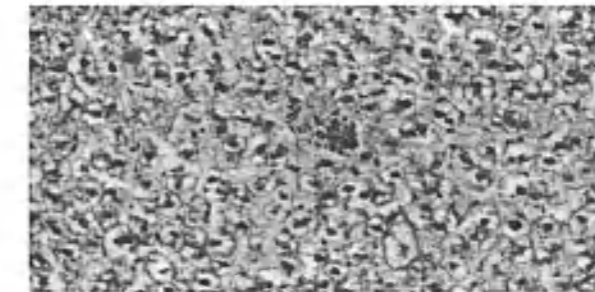


Рис. 1. Гистологическое строение почек крыс в эксперименте. Полнокровие, нарушение компактности расположения проксимальных и дистальных извитых канальцев. Полутонкий срез. Окраска гематоксилин – эозин. Ув.х 210.

При морфологическом исследовании органов экспериментальных животных третьей группы обнаружено, что структура почек сохранена, имеются частичные деструктивные изменения, паренхиматозная белковая дистрофия эпителия канальцев, корковое вещество образовано в основном из почечных телец и извитых канальцев и имеет более темный цвет. Мозговое вещество, расположенное ближе к центру органа, окрашено светлее (рис. 2).

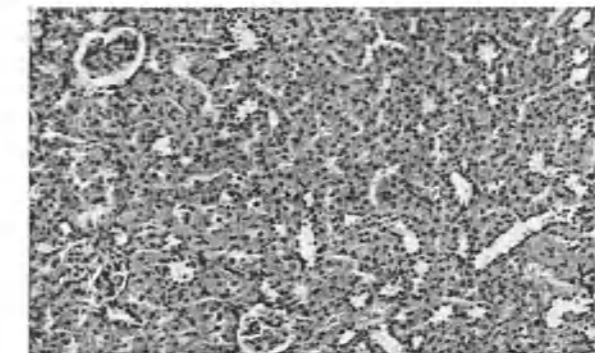


Рис. 2. Гистологическое строение почек крыс в эксперименте. Паренхиматозная белковая дистрофия эпителия канальцев. Полутонкий срез. Окраска гематоксилин – эозин. Ув.х 210.

В результате проведения комплексного макро- и микроскопического исследования на фоне однократного тотального рентгеновского облучения отмечалась частичная слабость, недомогание, очаговый отёк эпителиальных клеток. У крыс, получавших в течение месяца иммуномоделирующий специализированный продукт, отмечается снижение дистрофических процессов в исследуемых органах на фоне рентгеновского облучения, повышение устойчивости животных к действию рентгеновского облучения. Физиологических отклонений не наблюдается, общее состояние животных удовлетворительное, шерстный покров ровный, мест облысения не видно. Масса тела сохранилась, покраснения зрачков не отмечено.

Таким образом, применение биологически активных добавок в рационе облученных крыс способствовало восстановлению организма, повышению его адаптационных возможностей, уменьшению деструктивных морфофункциональных изменений.

Литература

1. Casarett G.W. Radiation histopathology // Boca Raton: CRC Press. – 1980. – V. 1. – 160 p.

УДК 616 (575.2) (04)

Фолатный метаболизм и врожденные пороки развития

Н.М. АЛДАШЕВА – доцент
Кыргызско-Российский Славянский университет

Folate metabolism and birth deformities have been considered in the article.

В структуре младенческой смертности, детской заболеваемости и инвалидности во многих странах увеличивается удельный вес врожденной патологии. В Кыргызстане в структуре ведущих причин перинатальной смертности врожденные пороки развития (ВПР) стабильно занимают третье место. Вместе с тем, успехи молекулярной

2. Распределение радионуклидов в организме / И.К. Деденко [и др.]. – Киев: СД., 1989. – С. 18–34.
3. Пшеничников Б.В. Малые дозы радиоактивного облучения и лучевой склероз. – Киев: Изд. дом “Соборна Украина”, 1996. – С. 40.
4. Шендеров Б.Д. Современное состояние и перспективы развития концепции “Функционального питания” / Б.Д. Шендеров // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 25.
5. Добровольский В.Ф. Состояние и перспективы разработки продуктов и рационов питания для космонавтов / В.Ф. Добровольский // Пищевая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 33–41.
6. Перспективы разработки специализированных продуктов питания, повышающих адаптационные возможности космонавтов / Ю.А. Синявский [и др.] // Суверенный Казахстан: 15-летний путь развития космической деятельности: Международн. научн. конф., посвящ. 70-летию академика У.М. Султангазина. – Алматы, 2006. – С. 286–288.
7. СТК 1623–2007 Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка.

биологии, генетики позволяют сегодня с принципиально новых позиций оценивать вопросы этиопатогенеза многих ВПР и внести коррективы в создаваемые профилактические программы.

Известно, что ошибки морфогенеза, ведущие к возникновению ВПР, могут быть обусловлены разными факторами. Это наследственно обуслов-

ленные пороки развития, то есть заложенные в генах и хромосомах. ВПР могут возникать в результате неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на внутриутробное развитие эмбриона/плода (тератогенный эффект), особенно на ранних стадиях беременности. Однако в большинстве случаев ВПР имеют мультифакториальную природу с влиянием генетических факторов и факторов окружающей среды. Исследования последних лет демонстрируют роль профилактического приема фолиевой кислоты беременными женщинами в предотвращении пороков челюстно-лицевого аппарата, дефектов нервной трубки (ДНТ), ВПС и некоторых других [1–3].

Фолиевая кислота (ФК) была выделена еще в 1941 г. и названа витамином B_9 или антианемическим витамином, так как предотвращала развитие анемии. Она относится к группе витаминов В, химическое наименование которой птеронид-глутаминовая кислота. Термин “фолаты” используется для обозначения всех членов семейства соединений, в которых птероевая кислота связана с одной или более молекул L-глутамата. В организме человека и животных ФК не синтезируется, а поступает извне вместе с пищей (шпинат, бобы, помидоры, капуста). Еще одним источником ФК является естественная микрофлора кишечника. ФК и ее производные, поступающие с пищей или синтезированные кишечной микрофлорой, всасываются в тонком кишечнике, при этом в слизистой ферментативным путем происходит превращение витамина в его активную форму – тетрагидрофолиевую кислоту, действующей в качестве кофермента во многих базовых метаболических реакциях. Она играет важную роль в метаболизме аминокислот, из которых состоят белки, вовлечена в синтез нуклеиновых кислот, носителей генетической информации в клетке, а также участвует в образовании эритроцитов и ряда компонентов нервной ткани. Дефицит ФК приводит к нарушению метаболизма фолатов, а это, в свою очередь, ведет к избыточному накоплению гомоцистеина в крови и нарушению процессов метилирования в клетке [4, 5]. Последствия гипергомоцистеинемии (ГГЦ) достаточно серьезны для организма. ГГЦ вызывает повреждение эндотелиальной выстилки сосудов и запускает процессы коагуляции, что ведет к нарушению микроциркуляции, в том числе в стенке матки и плаценте. Это, в свою очередь, приводит к ряду акушерских осложнений как на ранних этапах развития беременности, так и на поздних сроках (хроническая фетоплацент-

тарная недостаточность, задержка роста плода, гибель плода). Кроме того, гомоцистеин свободно переходит через плаценту и может оказывать прямое эмбриотоксическое действие [6]. Дефицит метильных групп нарушает процессы метилирования ДНК в соматических и половых клетках. Нарушение процессов метилирования в клетке ведет также к изменению профиля метилирования центромерных районов хромосом, нарушению расхождения хромосом в оогенезе и повышает риск рождения ребенка с синдромом Дауна [7]. Изменение профиля метилирования ДНК ассоциировано и с нарушением расхождения хромосомы 18. Для других аутосом (хромосомы 2, 7, 10) и половых хромосом такой ассоциации не показано [8]. В быстроделящихся клетках плода дефицит метильных групп приводит к повышенному включению dUMP вместо dTMP в синтезируемую цепь ДНК, что влечет за собой вырезание нуклеотидных пар, разрывы цепей ДНК и запускание механизмов апоптоза [9].

Нарушения фолатного обмена в связи с дефицитом фолатов и других витаминов группы В и прежде всего B_9 и B_{12} как коферментов фолатного цикла могут быть обусловлены разными причинами. Это алиментарный фактор, связанный с особенностями диеты или с недостаточным усваиванием организмом ФК и других витаминов группы В, вследствие заболеваний желудочно-кишечного тракта. Нарушать обмен фолатов могут некоторые лекарственные препараты (триметоприм, сульфасалазин, метотрексат, фенитоин, вальпроевая кислота и некоторые другие противосудорожные средства, зуфиллин, оральные контрацептивы), злоупотребление алкоголем, курением, кофе. Особую группу риска по дефициту фолатов составляют пациенты с дефектом в генах фолатного обмена. Основными генами, регулирующими фолатный обмен, являются гены метионин-синтазы (MTR), метионин-синтазы-редуктазы (MTRR) и 5,10-метилентетрагидрофолатредуктазы (MTHFR). Для каждого из этих генов описаны несколько полиморфизмов, приводящих к усилению или ослаблению активности соответствующего фермента.

Ключевым ферментом фолатного цикла является 5,10 метилентетрагидрофолатредуктаза (MTHFR), который переводит фолиевую кислоту в ее активную форму 5-метилтетрагидрофолат. Фермент относится к группе флавопротеинов и состоит из двух субъединиц с молекулярной массой около 70 кДа. К снижению функции фермента MTHFR и развитию ГГЦ могут приводить мута-

ции в гене MTHFR, расположенном на коротком плече 1 хромосомы -1p36.3 [10]. Существует ряд аллельных вариантов этого гена, вызывающих тяжелую недостаточность фермента, но большинство из этих вариантов встречаются редко. Практическое значение имеют два полиморфизма: C677T в экзоне 4 и A1298C в экзоне 7. Первый из них характеризуется заменой в 677 положении цитозина тиминном (C→T), другой – заменой в 1298 положении аденина цитозином (A→C). У гомозигот по полиморфному аллелю 677T активность *in vitro* снижена на 70%, а у гетерозигот – на 35% [11]. Мутантный аллель 677T распределен в популяциях с высоким уровнем гетерогенности. У европейской расы частота гомозиготности составляет около 10–12%, а гетерозиготности – около 40%. У японцев распространенность гомозиготного генотипа TT составляет 11%. Реже этот ген встречается у чернокожих африканцев, частота гомозиготности среди которых составляет от 1,6% до полного отсутствия среди некоторых племен [11]. Наличие аллеля 677T связано с повышением уровня гомоцистемии плазмы, у гомозигот это повышение выражено в большей степени, чем у гетерозигот. В исследованиях, проведенных в Нидерландах, Ирландии и США, было показано, что носители гомозиготного 677T аллеля ассоциируются со значительным (в 2–7 раз) увеличением риска развития ДНТ [12, 13]. Было замечено, что высокая частота дефектов нервной трубки наблюдается в тех географических зонах или этнических группах, где высока распространенность гомозиготного генотипа TT. Так, например, наиболее высока распространенность ДНТ в северной части Китая. В США частота ДНТ наиболее высока среди мексиканского населения, значительно реже встречается среди афроамериканцев. В Италии, где гомозиготный мутантный генотип встречается с высокой частотой, распространенность ДНТ не столь большая [14]. И наоборот, среди казахской популяции, генетически близкой кыргызской, распространенность гомозиготного генотипа TT составляет 1,6%, а частота ДНТ достаточно высока и имеет тенденцию к росту [15]. В ряде исследований была продемонстрирована ассоциация 677TT генотипа с риском развития и некоторых других пороков развития (ВПС, пороки челюстно-лицевого аппарата, мочевыделительной системы, желудочно-кишечного тракта), хотя имеются работы, в которых такой ассоциации не обнаружено [11]. Результаты нашего исследования показали, что C677T полиморфизм

гена фолатного обмена MTHFR изолированно не увеличивает риск развития ВПС [16].

Вторым распространенным полиморфизмом в гене MTHFR является замена нуклеотида аденина (A) на цитозин (C) в позиции 1298. Аллель 1298C также снижает активность фермента, хотя и не так значительно, как аллель 677T. У лиц, гомозиготных по мутации A1298C, отмечается снижение активности MTHFR примерно до 60% от нормы. Популяционная частота 1298C аллели менее изучена, чем для 677T. Частота гомозиготности среди европейцев составляет 9%, а уровень гомоцистемии у людей гомозиготных по аллелю 1298C не отличается от носителей аллелей дикого типа. В отношении риска развития ВПР и полиморфизма A1298C данные также носят противоречивый характер. Наши исследования выявили, что среди кыргызской популяции полиморфизм A1298C определенно связан с развитием ВПС. Объяснение этих противоречий можно найти в исследованиях, в которых было выявлено, что комбинация гетерозиготности аллелей 1298C и 677T сопровождается не только снижением активности фермента MTHFR, но и повышенном уровне гомоцистемии и снижением уровня фолатов в крови. Другое объяснение неоднозначных результатов может быть связано с влиянием факторов окружающей среды, характером питания, а также практикой периконцепционного приема фолиевой кислоты, которая может компенсировать низкую активность фермента MTHFR [17]. В исследовании по изучению роли полиморфизма гена MTHFR C677T, проведенном в Нидерландах, было выявлено, что беременные женщины с низким статусом фолатов и/или B₁₂ в случае C677T генотипа у плода, имеют в два раза выше риск рождения ребенка с пороками развития [18], т.е. фолаты могут модулировать проявления полиморфизмов гена MTHFR.

Таким образом, существенная часть ВПР обусловлена дефицитом фолатов и других витаминов группы "B". Это может быть связано с алиментарным фактором, из-за особенностей диеты, заболеваний желудочно-кишечного тракта, приема некоторых лекарственных препаратов, алкоголя и др. Особую группу риска по дефициту фолатов составляют пациенты с дефектом в генах фолатного обмена. Отсюда одним из важнейших компонентов профилактических программ наряду с другими должен стать периконцепционный прием ФК с учетом суточной потребности взрослых 400 мкг. Однако, к сожалению, периконцепцион-

ное применение фолиевой кислоты маловероятно даже в развитых странах, где планируется до 50% беременностей. Поэтому на сегодня в ряде стран, в том числе США, Канаде, некоторых странах Южной Америки с конца 90-х годов принят закон о фортификации муки фолиевой кислотой. Это один из дешевых и вместе с тем эффективных методов, позволяющих предотвратить множество ВПР.

Литература

1. Czeizel A.E., Dudas I. Prevention of the first occurrence of neural-tube defects by periconceptional vitamin supplementation // *N.Engl J Med.* – 1992. – Vol. 327. – P. 1832–1835.
2. Botto L.D., Olney R.S., Erickson J.D. Vitamin supplements and the risk for congenital anomalies other than neural tube defects // *Am J Med Genet C Semin Med Genet.* – 2004. – Vol. 125. – P. 12–21.
3. Hall J., Solehdin F. Folic acid for prevention of congenital anomalies // *Eur J Pediatr.* – 1998. – Vol. 157. – P. 445–450.
4. Botto N., Andreassi M., Manfredi S et al. Genetic polymorphisms in folate and homocysteine metabolism as risk factors for DNA damage // *Eur J Hum Gen.* – 2003. – Vol. 11. – P. 671–678.
5. Добрахотова Ю.Э., Сухих Г.Т., Джиобаева Э.М. и др. Гипергомоцистемия и фолиевая кислота при невынашивании беременности // *Российский вестник акушера-гинеколога.* – 2007. – Т. 5. – С. 9–12.
6. Фетисова И.Н., Добролюбов А.С., Литви М.А., Поляков А.В. Полиморфизм генов фолатного обмена и болезни человека // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2006. – Т. 13. – №4. – С. 71–73.
7. Hobbs C.A., Sherman S.L., Yi P. et al. Polymorphisms in genes involved in folate metabolism as maternal risk factors for Down syndrome // *Am J. Hum. Genet.* – 2000. – Vol. 67. – P. 623–630.
8. Hassold T.J., Burrage L.C., Chan E.R., et al. Maternal Folate Polymorphisms and the Etiology of Human Nondisjunction // *Am. J. Hum. Genet.* – 2001. – Vol. 69. – P. 434–439.
9. Fell D., Selhub J. Disruption of thymidylate synthesis and glycine-serine interconversion by L-methionine and L-homocysteine in Raji cells // *Biochim Biophys Acta.* – 1990. – Vol. 1033. – P. 80–84.
10. Isotalo P.A., Wells G.A., Donnelly J.G. Neonatal and fetal methylenetetrahydrofolate reductase genetic polymorphisms: an examination of C677T and A1298C mutations // *Am J Hum Genet.* – 2000. – Vol. 67. – P. 986–990.
11. Botto L.D., Yang Q. 5,10 Methylentetrahydrofolate Reductase Gene Variants and Congenital Anomalies: A Huge Review // *Am. Journal of Epidemiology.* – 2000. – Vol. 151. – №9. – P. 862–872.
12. Van der Put N.M., Steegers-Theunissen R.P., Frost P. et al. Mutated methylenetetrahydrofolate reductase as a risk factor for spina bifida // *Lancet.* – 1995. – Vol. 346. – P. 1070–1071.
13. Shaw G.M., Rozen R., Finnell R.H., et al. Maternal vitamin use? Genetic variation of infant methylenetetrahydrofolate reductase and a risk factor for spina bifida // *Am J Epidemiol.* – 1998. – Vol. 148. – P. 30–37.
14. Wilcken B., Bamforth F., Li Z., et al. Geographical and ethnic variation of the 677C>T allele of 5,10 methylentetrahydrofolate reductase (MTHFR); finding from over 7000 newborns from 16 areas world wide // *Journal Med. Genet.* – 2003. – Vol. 40. – P. 619–625.
15. Махмутова Ж.С. Популяционно-генетический анализ полиморфизма гена метилентетрафолатредуктазы при дефектах невральнй трубки в казахской популяции: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 21 с.
16. Алдашова Н.М., Турдуматов Н.Б., Исакова Ж.Т., Боконбаева С.Дж. Полиморфизм C677T гена метилентетрафолатредуктазы при врожденных пороках сердца в кыргызской популяции // *Респираторная медицина (материалы V Конгресса Евро-Азиатского Респираторного общества).* – 2009. – №1. – С. 96–99.
17. van Beynum I.M., den Heijer M., Blom H.J., Kapusta L. The MTHFR 677C>T polymorphism and the risk of congenital heart defects: a literature review and meta-analysis // *Qjm.* – 2007. – Vol. 100. – P. 743–753.
18. van Beynum I.M., Kapusta L., den Heijer M. et al. Maternal MTHFR 677C>T is a risk factor for congenital heart defects: effect modification by periconceptional folate supplementation // *European Heart Journal.* – 2006. – Vol. 27. – P. 981–987.

ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 547.623 + 543.422.4 (575.2) (04)

Изучение конформационных изменений пиранозного цикла при аномеризации α -D-глюкозы в пиридине методом инфракрасной спектроскопии

В.Е. ЖАВОРОНКОВ – канд. хим. наук, вед. науч. сотр.

The anomerization the α -D-glucose to the β -D-glucose in pyridine solution in order to establish conformational conversion has been studies by method infrared spectroscopy. It is concluded that conformational change by distortable a conformations of the pyranoid ring for direction: α -D- ${}^4C_1 \longrightarrow \beta$ -D- ${}^1,4B \longrightarrow {}^2S_2 \longrightarrow \beta$ -D- ${}^3,0B \longrightarrow \beta$ -D- 4C_1 .

Колебательные спектры углеводных молекул, отличающихся пространственным расположением С-Н и С-О связей в группировках СНОН в пиранозных циклах, специфичны [1, 2]. Изучение ИК-спектров углеводов с последовательно изменяющимися сочетаниями экваториальных (Е) и аксиальных (А) связей С-Н позволило найти соответствие между полосами поглощения в интервалах (920–885 см⁻¹ (АА), 885–860 см⁻¹ (АЕ), 860–820 см⁻¹ (ЕА), 820–790 см⁻¹ (ЕЕ)) [1, 2]. Привлечение теоретических расчетов колебательных спектров углеводов дало возможность получить более полную информацию на основании экспериментального материала и проведение конформационного анализа этих молекул независимо от их агрегатного состояния в различного рода химических и физических превращениях [2].

С целью установления конформационных изменений пиранозного цикла при аномеризации α -D-глюкозы в β -D-глюкозу в пиридиновом растворе привлекался метод ИК-спектроскопии.

Экспериментальная часть. Известным [3] способом получения β -D-глюкозы является рас-

творение α -D-глюкозы в минимальном объеме сухого пиридина с последующей отгонкой третьей части объема пиридина из раствора. Оставшийся раствор дает при комнатной температуре осадок, который отделяется и выдерживается на воздухе до исчезновения запаха пиридина. Полученное соединение представляет β -D-глюкозу при выходе 94%. Поэтапная запись ИК-спектров в процессе аномеризации позволила проанализировать спектральные изменения углеводной молекулы и, на основании выработанных критериев [3], экспериментально установить последовательность конформационных изменений.

Использовались α -D-глюкоза и пиридин квалификации “ХЧ”. Пиридин сушился согласно методике [4].

ИК-спектры записывались на спектрофотометре UR-20 (Карл Цейс, Германия). Твердые вещества запрессовывались в таблетки бромистого калия, а жидкости записывались между окошек бромистого калия в капиллярных слоях.

Результаты и обсуждение. Пиранозные циклы углеводных молекул могут иметь различные

пространственные формы – конформации. Эти конформации кресла и ванны, обозначаемые, соответственно символами С и В, представлены на рис. 1. Кроме приведенных на рисунке конформаций, возможны различные промежуточные формы – полукресла и полуванны, обозначаемые символами Н и S соответственно.

Изменения в характере поглощений в спектральном интервале 790–950 см⁻¹ отражают конфигурационные изменения С-О связей, вызванные конформационными превращениями пиранозного цикла [2]. Конформеры в виде искаженной ванны являются подвижными формами и могут превращаться друг в друга через конформации ванны. Такой процесс заключается в одновременном и непрерывном изменении торсионных углов таким образом, что каждый кольцевой атом углерода последовательно занимает каждое из возможных положений в кольце (псевдовращение) [5].

Пути изомеризации α -D-глюкозы, согласно расчетам [6], таковы, что конформации 4C_1 и 1C_4 располагаются по разные стороны плоскости псевдовращения и переходы ${}^4C_1 \leftrightarrow {}^1C_4$ возможны только через промежуточные формы ванны.

В таблице приведены частоты и типы колебаний, характеристичные для определенных сочетаний связей С-О в СНОН-группах пиранозного цикла.

Колебания типа a_u – это колебания с участием связей и угловых координат у C_5C_6 атомов.

Для α -D-глюкозы тип a_u включает валентные колебания связей в фрагменте пиранозного цикла $C_1-O_3-C_5-C_6$, с основным вкладом колебаний C_5-O_3 , и угловые координаты C_5C_6H . Этому типу колебаний соответствует полоса 840 см⁻¹. Колебания типа a_s – это колебания аксиальных связей С-О и С-С скелетных колебаний кольца. Этому типу в α -D-глюкозе соответствует полоса поглощения около 900 см⁻¹, обусловленная валентными колебаниями связей в фрагменте $C_1-C_2-C_1-(O_1)-O_5-C_5-C_6$ и угловыми координатами C_5C_6H .

Тип колебаний a_v в β -D-глюкозе – это два поглощения 900 и 913 см⁻¹. Вклад в первое поглощение дают валентные колебания цепочки связей $O_5-C_5-C_6-O_6$, с основным вкладом связи C_5-C_6 , и угловые координаты C_5C_6H . Поглощение 913 см⁻¹ вызвано колебаниями связей в фрагменте цикла $C_4-C_5-O_5-C_1$ и связью C_6-O_6 . Колебания типа s_p специфичны для β -аномеров и расположены в интервале 870–935 см⁻¹ [2].

На рис. 2 представлены ИК-спектры в интервале 700–1000 см⁻¹ исходной α -D-глюкозы (1), пиридина (2), пиридинового раствора глюкозы до отгонки (3) и после отгонки из него части пиридина (4), выпавшего осадка (5) и конечного продукта – β -D-глюкозы (6).

Оба аномера глюкозы имеют конформации пиранозного цикла в форме кресла 4C_1 , которым соответствуют пространственные ориентации С-О связей $A_1E_2E_3E_4$ (α -аномер) и $E_1E_2E_3E_4$ (β -аномер).

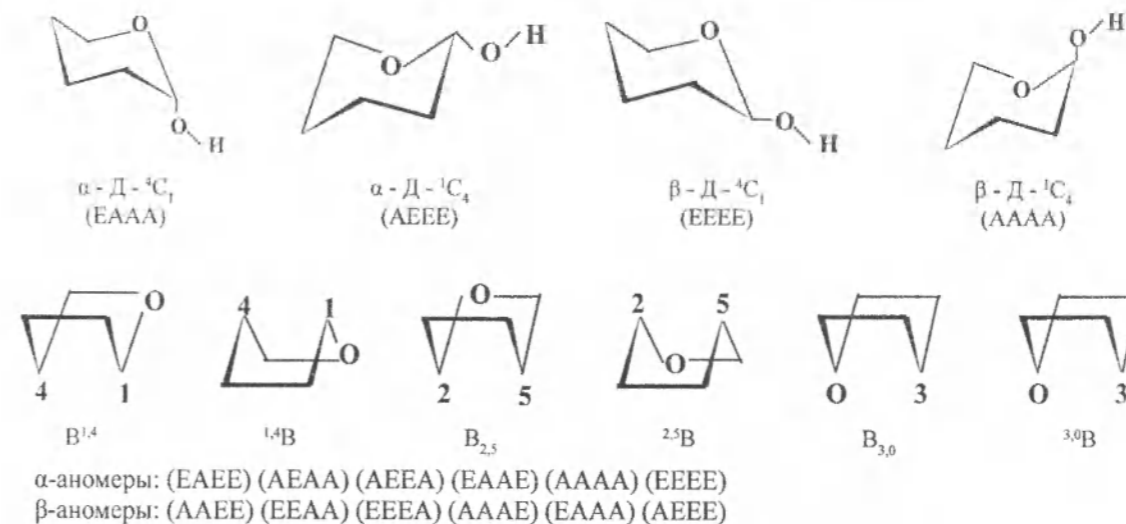


Рис. 1. Возможные конформации кресла и ванны пиранозного цикла. В скобках указана последовательность пространственных ориентаций С-О связей, начиная отсчет с C_1 атома и далее по часовой стрелке.

Частоты и типы колебаний, характеристичные для определенных стехиометрических сочетаний аксиальных (А) и экваториальных (Е) связей С – О в пиранозном цикле [2]

| Сочетание | Частота, см ⁻¹ | Тип колебаний |
|---|---------------------------|--|
| A ₁ A ₂ | 800–830 | a _α |
| A ₁ E ₂ | 830–850 | a _α |
| E ₁ E ₂ (A ₂) | 880–920 | a _β |
| (Дополнительная полоса 900–940) | | |
| E ₁ (A ₁)A ₂ | 840–860 | c _β |
| E ₂ A ₃ | 870–910 | a _β , c _β |
| A ₃ E ₄ | 880–900 | b _α , c _β |
| E ₃ A ₄ | 920–940 | b _α , b _β , c _β |
| E ₂ E ₃ A ₄ | 860–890 | b _α , b _β , c _β |
| A ₂ E ₃ A ₄ | 800–840 | b _α , b _β , c _β |

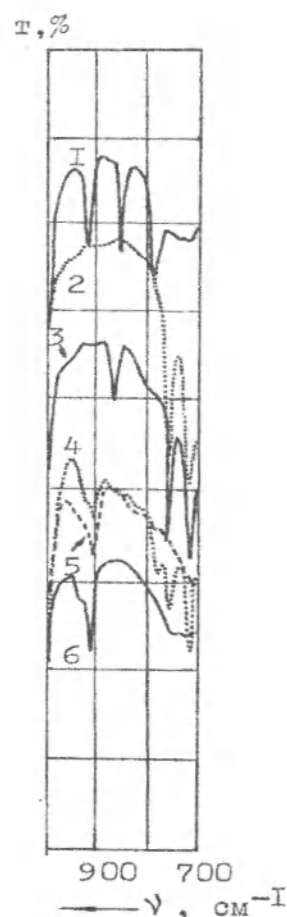


Рис. 2. ИК-спектры (пояснения в тексте).

Из сравнения спектров 1 и 3 видно, что в спектре пиридинового раствора отсутствуют характерные для α-Д-глюкозы полосы 780, 845 и 920 см⁻¹. Имеются два очень слабых поглощения 940 и 900 см⁻¹, довольно интенсивная полоса 870 см⁻¹ и поглощение в виде слабого перегиба около 800 см⁻¹. Согласно таблице, поглощения 940 и 900 см⁻¹ соответствует сочетание С-О связей E₁E₂ (тип a_β), полосе 870 см⁻¹ – сочетание E₂A₃ (типы колебаний a_β и c_β), а поглощение около 800 см⁻¹ следует отнести к сочетанию AA. Интенсивные полосы 760 и 715 см⁻¹ относятся к колебаниям пиридина. Последовательность пространственных ориентаций С-О связей будет E₁E₂A₃A₄, для которой, согласно рисунка 1, подходит конформация β-Д-^{1,4}В. Однако поскольку интенсивности поглощений 900 и 800 см⁻¹ крайне малы, то следует допустить, что С-О связи занимают промежуточное положение между аксиальной и экваториальной ориентациями. Следовательно, происходит искажение первоначальной конформации кресла ⁴С₁ в направлении конформации ванны ^{1,4}В.

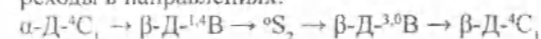
В спектре 4 проявляются слабые поглощения 775, 830, 850 см⁻¹ и значительно увеличивается поглощение 910 см⁻¹. Согласно таблице, поглощения 830 и 850 см⁻¹ могут быть обусловлены сочетанием С-О связей в ориентации A₁E₂ (тип a_α). Сочетания E₂A₃ (типы колебаний a_β и c_β) и A₃E₄ (типы колебаний b_α и c_β) вписываются в интервал частот 870–910 см⁻¹. Поглощение 775 см⁻¹, по-видимому, может быть отнесено за счет изменения ориентации связи С₁-O^E в направлении С₁-O^A в процессе конформационного перехода [2]. Последовательность ориентаций С-О связей в пиранозном цикле

может быть представлена как A₁E₂A₃E₄, что соответствует конформации искаженной ванны ⁰S₂. Такая конформация является промежуточной формой между конформациями V_{2,5} и ^{3,0}В с ориентациями С-О связей EEEA и AEEE, соответственно.

В спектре 5 наблюдается дальнейшее увеличение интенсивности поглощения около 900 см⁻¹, что характерно для С-О связей в экваториальной ориентации. Сохраняется очень слабое поглощение 830 см⁻¹ (A₁E₂), а 850 – исчезает. Это дает основание для предположения, что происходит конформационный переход O_{S2} в направлении β-Д-^{3,0}В с последовательностью С-О связей A₁E₂E₃E₄.

В спектре 6 присутствует только интенсивное поглощение при 910 см⁻¹ с выступом 920 см⁻¹. Полностью отсутствуют еще какие-либо поглощения в интервале 780–900 см⁻¹. Такой спектр характерен для β-Д-глюкозы, имеющей расположение С-О связей в экваториальной ориентации.

Таким образом, установлено, что при аномеризации в пиридиновом растворе α-Д-глюкозы в β-Д-глюкозу пиранозный цикл последовательно претерпевает следующие конформационные переходы в направлениях:



Следует отметить, что полумпирические расчеты показали [7], что истинные переходные состояния не соответствуют в точности конформации ванны, а приближаются к форме ванны или искаженной ванны. В частности при кофр-

мационном переходе ⁴С₁ в V_{1,4} аномеров глюкозы и маннозы гидроксильные группы занимают чаще всего промежуточные между аксиальным и экваториальным положения [8], что хорошо согласуется с полученными на основании ИК-спектрального анализа результатами.

Литература

1. Камар В.П. Инфракрасные спектры и конформации полисахаридов: Автореф. ... канд. физ.-мат. наук. – Минск, 1969.
2. Жбанков Р.Г., Козлов П.В. Физика целлюлозы и ее производных. – Минск: Наука и техника, 1983. – 295 с.
3. Крамер М. Сахара и их производные / Пер. с франц.; под ред проф. Н.Н. Иванова. – Л.: Научное техническое изд. НТУ ВСНХ СССР, 1930.
4. Общий практикум по органической химии / Пер. с нем.; под ред. д.х.н., проф. А.Н. Коста. – М.: Мир, 1965. – 678 с.
5. Стодарт Дж. Стереохимия углеводов / Пер. с англ.; под ред. чл.-корр. АН СССР Ю.А. Жданова. – М.: Мир, 1975. – 304 с.
6. Дашевский В.Г. Конформация органических молекул. – М.: Мир, 1974. – 175 с.
7. Hendrickson J.B. J. Am. Chem. Soc., 1967. – V. 89. – P. 7047.
8. Грушецкий К.М. Расчет конформаций сахаров и родственных им соединений: Автореф. ... канд физ.-мат. наук. – Минск, 1968.

УДК 547.241 (575.2) (04)

Использование реактива Lawesson в органическом синтезе

А.А. БАКИРОВА – ст. лаборант

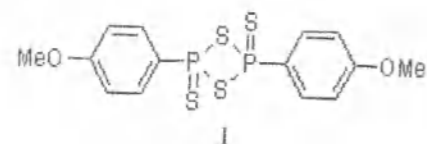
The modified method of synthesis of the "Lawesson" reagent, starting from available materials is developed: red phosphorus, sulphur and anisole which are applied for the reaction thionation of different carbonylic compounds.

Реакции тионирования широко применяются в органическом синтезе. В качестве тионирующего

реактива традиционно использовался пентасульфид фосфора для превращения карбонильных

соединений в соответствующие тиокарбонильные производные. Эти реакции обычно проводятся в кипящем толуоле, ксилоле или в пиридине и требуют большого избытка реагента. Другим недостатком этой реакции является необходимость длительного реакционного времени, а выходы конечных продуктов от низкого до умеренного [1–4].

В 1956 г. Лечер и сотрудники [5, 6] впервые применили тионофосфин сульфиды для синтеза, а в 1967 г. Hoffmann and Schuhmacher [7] сообщили о превращении бензофенона в тиобензофенон. Начиная с 1978 г. Lawesson с сотрудниками [8, 9] опубликовали исследования по использованию реагента (1), который в настоящее время носит название реагента Lawesson (LR). Реагент Lawesson может быть легко получен по реакции пентасульфида фосфора с анизолом или реакцией красного фосфора с элементарным атомом серы и анизолом с умеренными выходами [8, 9].



С 1978 г. увеличивается число статей по тионированию органических соединений, в которых были показаны преимущества реагента Lawesson перед классическими реагентами тионирования.

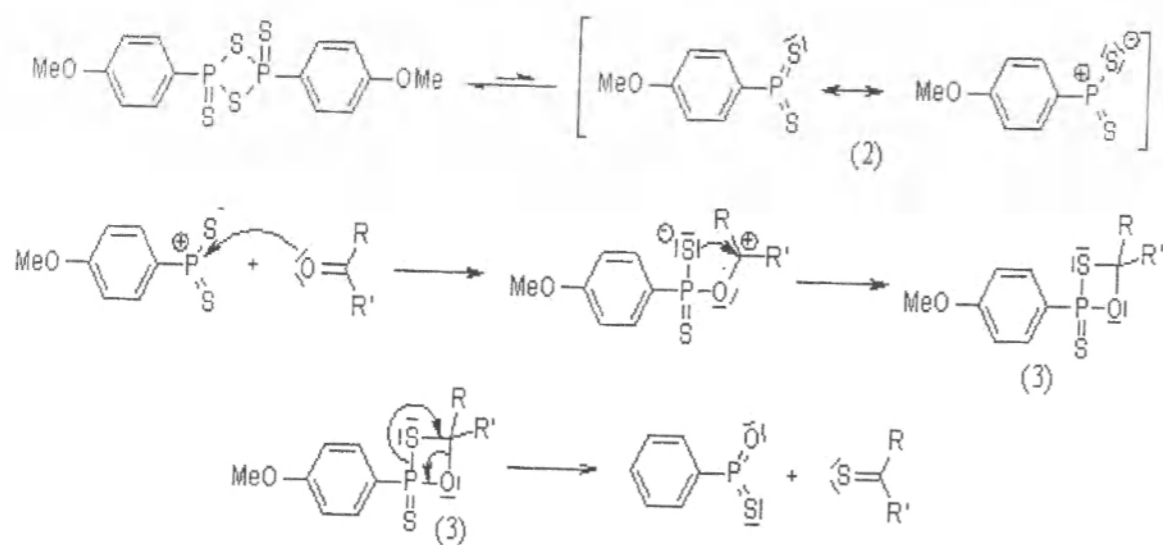


Схема 1.

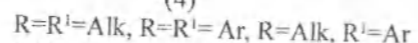
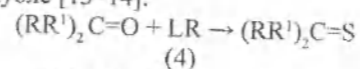
Главными преимуществами использования LR являются высокие выходы, простота в использовании, легкость обработки реакционной смеси, а также мягкие условия проведения реакции, делает LR весьма популярным как для тионирования карбонильных соединений, так и для применения его в химии природных соединений: пептидах [10], стероидах [11], нуклеозидах [12].

В настоящем обзоре систематизированы, имеющиеся в литературе материалы по тионированию органических соединений с использованием LR.

В литературе существует два схожих механизма тионирования [13, 14] с использованием реагента LR.

В растворе LR находится в равновесии с более реакционно способным дитиофосфин илидом (2). Эта реакция с карбонильным соединением приводит к образованию промежуточного соединения тиаоксафосфетана (3), что приводит к образованию стабильной P=O связи на стадии циклообращения, которая чем-то напоминает механизм реакции Виттига (схема 1).

Алифатические и ароматические кетоны легко реагируют при кипячении с LR в безводном толуоле [13–14].



В большинстве случаев тиокетоны (4) исключительно являются продуктами реакции, даже ес-

ли другие функциональные группы содержатся в этом соединении [13, 14].

Varma и Kumar [15] сообщили о синтезе тиокетонов, тиофлавонов, тиоэфиров и тиолактонов без применения растворителей простым смешением субстратов с LR и выдерживанием в микроволновой печи. В результате реакции образовывались продукты с высокими выходами в течение 3–4 мин. [15] (схема 2).

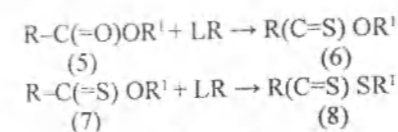


Схема 2.

Реагент Lawesson может быть использован для синтеза производных сахаров [16]. Например, лактоны сахаров (9) могут быть трансформированы в соответствующие тиолактоны (10) при обработке LR.

Kahne и др. [16] синтезировали гемитиоэфир (11) в две стадии по реакции лактона (9) с 4 эквивалентами LR и размолотого молекулярного сита (3 Å) в толуоле при 110°C в течение 4 ч (схема 3). Тиолактоны (10) были последовательно превращены в соответствующие гемитио-орто эфиры (схема 3).

Тионирование ароматических, алифатических и ненасыщенных карбоксиамидов и лактамов с LR в соответствующие тиопроизводные является хорошо установленным процессом [13,

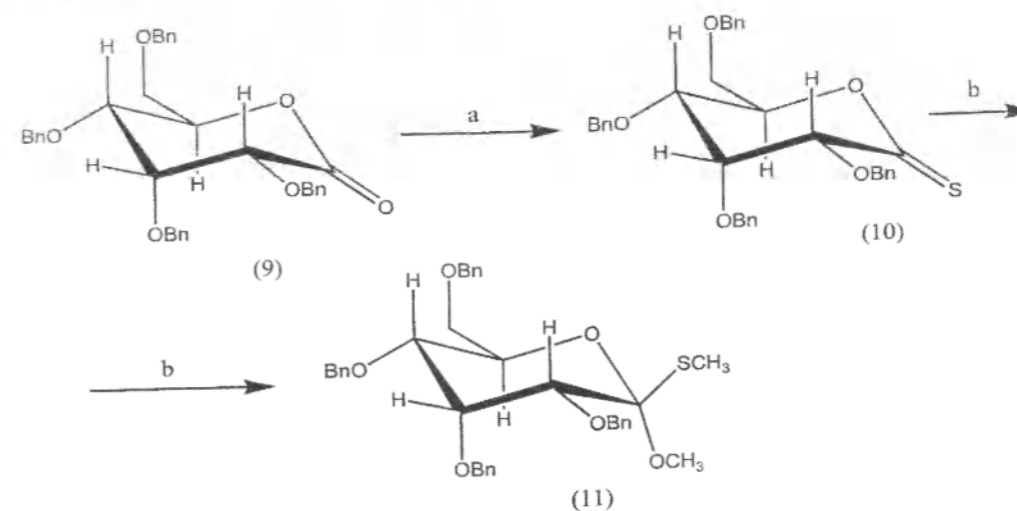
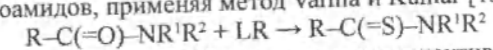


Схема 3.

14]. Olsson и др. [17] разработали метод синтеза тиоамидов, применяя метод Varma и Kumar [15]



Weiz и др. [18] описали региоселективное тионирование 3-оксо-1,4-диен стероидные системы. 3-Оксо-1,4-диен-стероиды (12) растворяли в безводном тетрагидрофуране (ТГФ), (0,6 экв) LR добавляется под аргоном и смесь перемешивается в течение 1 ч. Выходы тиостероидов (13) составляют от 32–96% (схема 4).

Эфиры и лактоны легко реагируют с LR, образуя соответствующие тио-, (8), дитиоэфиры (10) и тиолактоны [13, 14]. Эфиры реагируют при 140°C, тогда как лактоны – при 80°C (схема 2).

Реагент Lawesson также используется для синтеза нуклеозидных и нуклеотидных производных. Так, например, Robins и сотрудники [19] синтезировали 5-тиоксокарбоксиамидный производный тиоазофурина (14) обработкой триацетильного производного (15) реагентом LR в кипящем диоксане (схема 5).

Реагент Lawesson также употребляется для различных реакций гликолизирования.

Mukaiyama и сотрудники использовали LR и серебряные соли в различных соотношениях для стереоселективного синтеза рибонуклеозидов (схема 6) [20, 21].

Экспериментальная часть. Нами был разработан модифицированный способ получения реагента Lawesson по схеме 7 для синтеза труднодоступных производных тиомочевин [22].

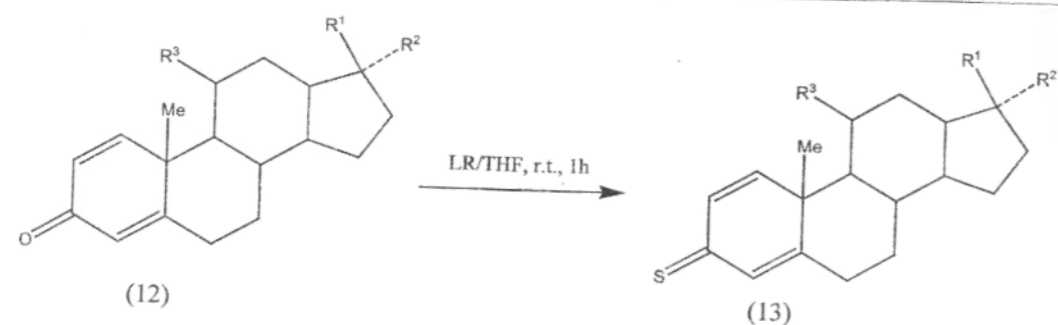


Схема 4.

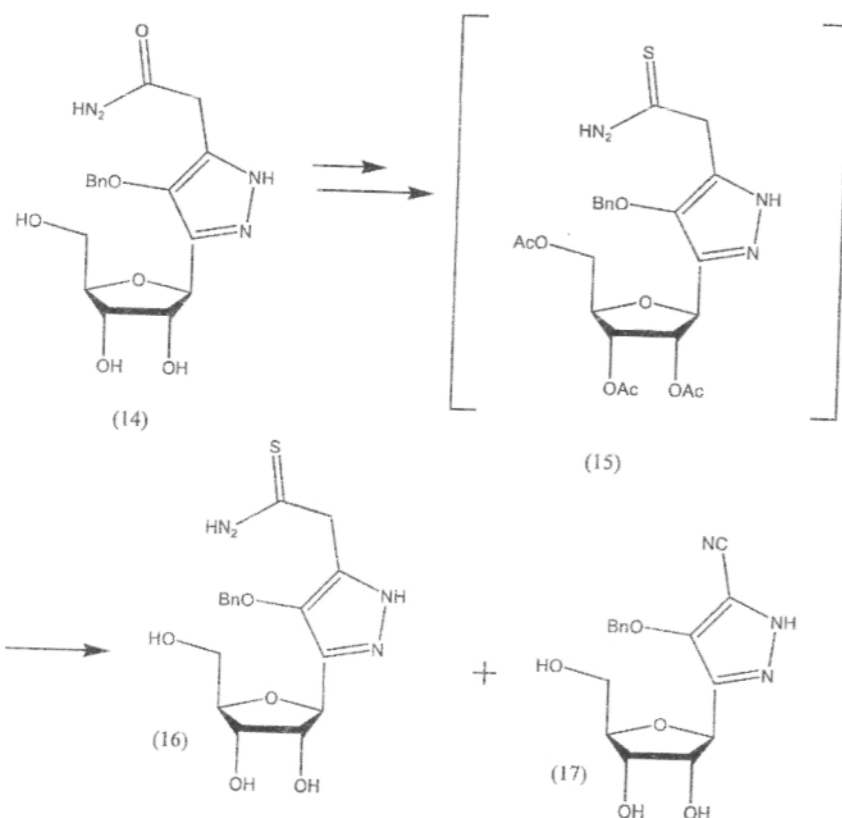


Схема 5.

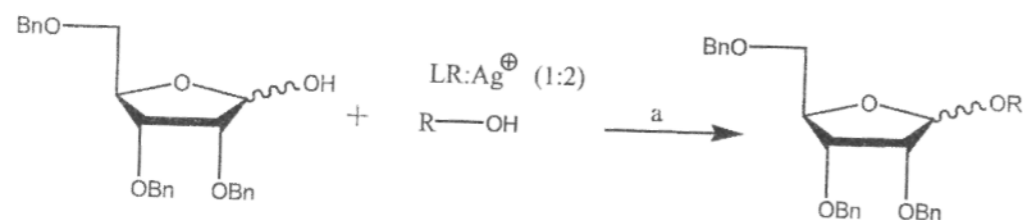


Схема 6.

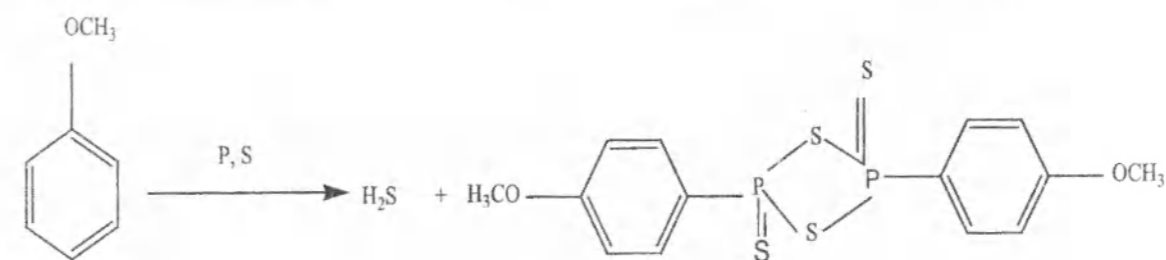


Схема 7.

В колбу, снабженную обратным холодильником, хлоркальциевой трубкой, помещают 3,661 г (0,114 моль) серы и 1,4 г (0,045 моль) красного фосфора и кипятят. Реакционную массу охлаждают, добавляют 12 мл (0,11 моль) анизоль и кипятят. После охлаждения до комнатной температуры выпавшие кристаллы отфильтровывают и промывают абс. эфиром и бензолом, перекристаллизовывают из абс. толуола.
Выход: 4,36 г (47,8%), $T_m = 228-229^\circ\text{C}$.
ИК-спектр (KBr, ν, cm^{-1}): 689 (P=S), 615 (P=C), 1022, 1095, 1180 (R-O-CH_3), 1267, 1294, 1308, 1458, 1493, 1592 (аром.).
 $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{O}_2\text{P}_2\text{S}_4$ 404,475
Найдено, %: C-41,95; H-3,78; P-15,1; S-32,0.
Вычислено, %: C-41,57; H-3,49; P-15,32; S-31,71.

Литература

1. *Compaigne E.* // Chem. Rev. – 1946. – V. 46. – P. 39.
2. *Schobel A., Wagner A.* In Methoden der organische Chemie (Houbem-Weyl); Muller M., Ed; Thieme: Stuttgart, 1955. – V. IX E., 699.
3. *Reid E.E.* // In Organic Chemistry of Bivalent Sulfur. – 1960. – V. 3. – chapter 2; Chem Pub. – New York, 1960.
4. *Compaigne E.* In The Chemistry of the Carbonyl Group, Chap.17; Patai S., Ed.; Interscience. – New York, 1966.
5. *Lecher H.Z., Greenwood R.A., Whitehouse K.C., Chao T.H.* // J. Amer. Chem. Soc. – 1956. – V. 78. – P. 5018.
6. *Fay P., Lankelma H.P.* // J. Amer. Chem. Soc. – 1952. – V. 76. – P. 4933.
7. *Hoffman H., Schumacher G.* // Tetrahed. Lett. – 1967. – V. 8. – P. 2963.
8. *Pedresen B.S., Scheibye S., Nilsson N.H., Lawesson S.-O.* // Bull. Soc. Chim. Belg. – 1978. – V. 87. – P. 223.
9. *Mazhitova F.N., Khairullin V.K.* // Zh. Org. Khim. – 1981. – V. 51. – P. 958.
10. *Hitotsyanagi Y., Suzuki J., Matsumoto Y. et al.* // J. Chem. Soc., Perkin Trans. – 1994. – P. 1887.
11. *Grisenti P., Magni A., Manzocchi A. et al.* // Steroids. – 1997. – V. 62. – P. 504.
12. *Fossey C., Ländelle H., Laduree D et al.* // Nucleosides and Nucleotides. – 1993. – V. 12. – P. 973.
13. *Levinson M.I., Cava M.P.* // Tetrahedron. – 1985. – V. 41. – P. 5061.
14. *Cherkasov R.A., Kutuyev G.A., Pudovik A.N.* // Tetrahedron. – 1985. – V. 41. – P. 2567.
15. *Varma R.S., Kumar D.* // Ogr. Lett. – 1999. – V. 1. – P. 697.
16. *Kahne D., Yang D., Lim J.J., et al.* // J. Amer. Chem. Soc. – 1988. – V. 110. – P. 8716.
17. *Olsson R., Hansen H.C., Andersson C.-M.* // Tetrahed. Lett. – 2000. – V. 41. – P. 7947.
18. *Weiz D., Gaudig U., Beckert R.* // Synthesis. – 1992. – P. 751.
19. *Petrie C.R., Ravenkar G.R., Dalley N.K., et al.* // J. Med. Chem. – 1986. – V. 29. – P. 268.
20. *Shimomura N., Mukaiyama T.* // Chem. Lett. – 1993. – P. 1941.
21. *Shimomura N., Mukaiyama T.* // Bull. Chem. Soc. Jpn. – 1994. – V. 67. – P. 2532.
22. *Бакирова А.А., Дермугин В.С., Джаманбаев Ж.А., Абдурашитова Ю.А., Эрнзарова Б.К.* Синтез и физико-химические свойства реагента Lawesson (LR) // Вестник КНУ им. Ж. Баласагына. – 2007. – Сер. 5. – Вып. 1. – С. 221–224.

УДК 547.917 (575.2) (04)

Частичный кислотный гидролиз глюкоманнана из *E. Cristatus*

Г.А. БАКИРОВА – соискатель

The homogeneous fraction of P-2 glucomannan isolated from the roots of the plant *E. Cristatus*, using method of partial hydrolysis. Found that the homogeneous fraction of P-2 glucomannanes is composed of disaccharides, trisaccharides and tetrosaccharides. *E. Cristatus* glucomannanes differ from ones isolated from other plant species by the ratio of monosaccharides and the degree of polymerization.

Изучение однородных фракций (Ф-2) путем частичного гидролиза, так как выход после фракционирования составлял 62,5%, является продолжением исследования глюкоманнана, выделенного из корней *E. Cristatus*. Как известно [1], фракция (Ф-2) состоит из остатков глюкозы и маннозы, соединенных между собой линейной β -(1→4) связью.

Однородные фракции (Ф-2) подвергали частичному кислотному гидролизу. После нейтрализации в гидролизатах с помощью бумажной хроматографии (БХ) и проявления обнаружили глюкозу, маннозу и несколько олигосахаридов. Олигосахариды препаративно разделили на фракции на колонке с помощью сефадекса G-25. В результате было получено 8 подфракций (см. таблицу).

Для дальнейших исследований были взяты только фракции 1–4 олигосахаридов, так как выход остальных фракций был незначителен.

О строении фракций олигосахаридов (1–4) судили по выделенным продуктам полного и частичного кислотного гидролиза олигосахаридов до и после восстановления боргидридом натрия, периодатному окислению и исчерпывающему метилированию. Гидролиз проводили серной кислотой, так как она вызывает наименьшее разрушение продуктов гидролиза.

Олигосахарид 1 при полном кислотном гидролизе дает D-глюкозу и D-маннозу в соотношении 1:1. В продуктах полного кислотного гидролиза после восстановления олигосахаридов обнаружили маннит и D-глюкозу.

В результате периодатное окисление (распад по Смитту) приводит к получению эритрита и глицерина. Моносахариды отсутствуют. По данным ГЖХ соотношение между ними составляет 1:1.

Отсюда можно сделать вывод, что олигосахарид 1 является дисахаридом и имеет строение β -D-глюкопиранозил-(1→4)-D-маннозы.

Олигосахарид 2 при кислотном гидролизе дает только глюкозу. При периодатном окислении в гидролизатах после восстановления олигосахаридов боргидридом натрия обнаружены также D-глюкоза и сорбит.

В продуктах периодатного окисления найдены эритрит и глицерин. По данным ГЖХ соотношение между ними составляет 1:1. Метилированием по методу Хакомори в гидролизатах идентифицированы следующие перметилаты: 2,3,4,6-тетра-O-Me-D-глюкоза и 2,3,6-три-O-Me-D-глюкоза в соотношении 1:1. Таким образом, олигосахарид 2 является β -D-глюкопиранозил-(1→4)-D-глюкозой, т.е. целлобиозой.

Олигосахарид 3 при полном кислотном гидролизе дает только D-маннозу. В гидролизатах после восстановления олигосахаридов обнаружены D-манноза и маннит. При периодатном окислении в продуктах распада по Смитту обнаружены глицерин и эритрит, соотношение которых составляет 1:1. Метилированием олигосахаридов после гидролиза получены перметилаты 2,3,4,6-тетра-O-Me-D-маннозу и 2,3,6-три-O-Me-D-маннозу в соотношении 1:1. Отсюда следует, что изучаемый олигосахарид является маннобиозой, т.е. β -D-маннопиранозил-(1→4)-D-маннозой.

Результаты кислотного гидролиза Ф-2 глюкоманнана

| Олигосахариды | Rf | Состав мономеров | Соотношение мономеров | СП | Тип и конфигурация связи | $[\alpha]_D^{22}$ (град) (1,0 Н ₂ O) | Строение |
|---------------|------|------------------|-----------------------|----|--------------------------|---|---|
| 1 | 0,79 | Glc, Manp | 1:1 | 2 | β -(1→4) | -3,0 | Glc→Manp |
| 2 | 0,61 | Glc, Manp | – | 2 | β -(1→4) | -4,6 | Glc→Glc |
| 3 | 0,54 | Glc, Manp | – | 2 | β -(1→4) | -4,1 | Manp→Manp |
| 4 | 0,40 | Glc, Manp | 1:2 | 3 | β -(1→4) | -5,2 | Glc→Manp→ →Manp |
| 5 | 0,33 | Glc, Manp | 1:3 | 4 | β -(1→4) | -6,9 | Glc→(Manp) ₁ → →Manp |
| 6 | 0,22 | Glc, Manp | 1:4 | 5 | β -(1→4) | -17,8 | Manp→Glc→ (Manp) ₁ →Manp |
| 7 | 0,15 | Glc, Manp | 2:3 | 6 | β -(1→4) | -12,0 | Manp→(Glc) ₂ → Manp→Manp |
| 8 | 0,09 | Glc, Manp | 3:4 | 7 | β -(1→4) | -13,5 | Glc→Manp→ (Glc) ₂ →(Manp) ₂ →Manp |

Олигосахарид 4 при полном кислотном гидролизе дает 1 моль глюкозы и 2 моля маннозы в соотношении 1:2. В гидролизате восстановленного олигосахаридов были обнаружены глюкоза, манноза и маннит. При периодатном окислении в продуктах распада по Смитту найдены глицерин и эритрит в соотношении 1:2. В результате метилирования по Хакомори, гидролиза метилированного олигосахаридов тонкослойной хроматографии получены 2,3,4,6-тетра-O-Me-D-глюкоза и 2,3,6-три-O-Me-D-манноза, соотношение которых, по данным ГЖХ, составляет 1:2. Следовательно, олигосахарид 4 является трисахаридом, β -D-глюкопиранозил-(1→4)-маннопиранозил-(1→4)-маннопиранозой.

Таким образом, выделенные из растений *E. Cristatus* однородные фракции Ф-2 глюкоманнана по результатам частичного гидролиза состоят из наборов сахаров, т.е. из дисахаридов, трисахаридов и тетрасахаридов. Глюкоманнаны *E. Cristatus* отличаются от глюкоманнанов, выделенных из других видов растений [2, 3], соотношением моносахаридов, степенью полимеризации.

Экспериментальная часть. Растворы упаривали на роторном испарителе при 40±5°. Бумажную хроматографию осуществляли на бумаге Filtrak-11,7 и Ленинградская средняя нисходящим методом с использованием системы растворителей бутанол-1-пиридин-вода (6:4:3). Для идентификации пятен использовали кислый анилинфталат (10 мин. при 105 °) [4]. ГЖХ образцов снимали на приборе Цвет-101 в условиях, описанных в работе [5].

Частичный гидролиз. Глюкоманнан (10 г) гидролизировали в 150 мл 0,5н. H₂SO₄ (95°, 2ч), обрабатывали раствором BaCO₃ до нейтральной реакции. Отфильтровывали в фильтрате методом (БХ) бумажной хроматографии, проявлением с анилинфталатом обнаружили маннозу, глюкозу и 8 олигосахаридов. Подвижность олигосахаридов по отношению к маннозе приведена в таблице.

Гельфильтрация. Смесь олигосахаридов (15 г) разделяли на колонке (66×32см) с сефадексом G-25 при промывании водой, собирая фракции по 2 мл. Разделение контролировали фенолсерным методом [6]. Фракции, соответствующие пикам на выходной кривой, объединяли и упаривали, затем анализировали методом БХ. Всего было разделено 8 г смеси олигосахаридов.

Гидролиз олигосахаридов проводили (0,1 г образца в 1 мл 1 н H₂SO₄) на кипящей водяной бане в течение 2 ч, гидролизат нейтрализовали BaCO₃, фильтровали, упаривали и хроматографировали.

Олигосахарид (0,1г), растворенный в 5 мл воды, восстанавливали боргидридом натрия (0,1 мл) в течение 10 ч, избыток NaBH₄ разрушали амберлитом R-120 (H⁺), борную кислоту удаляли упариванием после обработки метанолом, гидролизировали в аналогичных условиях.

Периодатное окисление олигосахаридов и распад по Смитту. Навеску (0,2 г) образца олигосахаридов растворяли в 50 мл воды, добавляли 10 мл 0,25 М раствора периодата натрия. Смесь выдерживали в темноте при комнатной температуре и постоянном перемешивании. Через сутки отбирали пробу на анализ. Расход периодата на-

трия определяли титрованием 0,01 н. раствором тиосульфата натрия. Через 120 ч расход периодата натрия прекращался и далее не менялся.

Выделившуюся муравьиную кислоту оттитровывали 0,01 н. едким натром. После окончания периодатного окисления избыток периодат-иона удаляли боргидридом натрия с помощью распада по Смиту. 0,1 г смеси фильтровали и подвергали диализу, затем нейтрализовали на катионите КУ-2 (Н⁺-форма) до нейтральной реакции. Раствор концентрировали под вакуумом, прибавляли 2,4 мл 0,5 М серной кислоты и гидролизвали на кипящей водяной бане в течение 2 ч. После гидролиза смесь нейтрализовали карбонатом бария, фильтровали, концентрировали в вакууме. Остаток анализировали с помощью бумажной хроматографии. В результате были обнаружены глицерин и эритрит.

Степень полимеризации (СП) олигосахаридов 1–4 определяли ГЖХ по соотношению редуцирующих сахаров до и после восстановления олигосахаридов боргидридом натрия.

Метилирование олигосахаридов по методу Хакомори. Навеску (0,02 г) олигосахаридов растворяли в 2 мл диметилсульфоксида (ДМСО). Отдельно растворяли (0,01 г) гидрид натрия в 2 мл ДМСО при температуре 40–50°C до появления зелено-синего цвета, затем объединяли с раствором олигосахаридов и выдерживали при перемешивании на магнитной мешалке в течение 6 ч в токе азота. Далее прибавляли 1 мл нодистого метила и оставляли в темноте на 12 ч. Смесь разлагали добавлением 4 капель 10%-ного тиосульфата натрия и диализовали. Раствор экстрагировали 4 раза по 5 мл хлороформом, объединяли все экстракты и концентрировали до сиропа. Полноту метилирования контролировали методом ТСХ, ИК-спектроскопии (отсутствие валентных колебаний гидроксильных групп). Для достижения исчерпывающего метилирования операции повторяли дважды.

Формолиз и гидролиз перметилатов. Полностью метилированный продукт концентрировали до сиропа, добавляли 5 мл муравьиной кислоты и нагревали на кипящей водяной бане в течение одного часа. Далее прибавляли метанол и упаривали досуха. Остаток гидролизвали в 2,5 мл 0,5 н. серной кислоты в течение 4 ч на кипящей водяной бане. После нейтрализации карбонатом бария до нейтральной реакции смесь фильтровали и полученный фильтрат концентрировали до сиропа. Метилированные продукты анализировали методом ТСХ. Во всех четырех фракциях были идентифицированы следующие метилированные сахара: 2,3,4,6-тетра-О-метил-Д-глюкоза, 2,3,6-три-О-метил-Д-глюкоза. Количественное соотношение метилированных соединений определяли методом ГЖХ.

Литература

1. Турдумамбетов К., Бакирова Г.А., Усубалиева Г.К. Глюкоманнаны растений *Egremurus Cristatus* // Химический журнал Казахстана. – 2007. – №4. – С. 123–130.
2. Шербухин В.Д., Шербухина Н.К., Степаненко Б.Н. // Растительные ресурсы. – 1976. – Т. XII. – Вып. 4. – С. 559.
3. Нгамбердиева М.И., Рахимов Д.А., Исмаилов З.Ф. // Химия природных соединений. – 1977. – №1. – С. 189.
4. Хроматография на бумаге / Под ред. И.М. Хайсе и К. Машека. – М., 1962. – С. 245.
5. Джумамуратова А., Рахимов Д.А., Исмаилов З.Ф. // Химия природных соединений. Полисахариды *Egremurus*. X. Характеристика полисахаридов *E. lactiflorus* и *Luteus*. – 1979. – С. 604.
6. Dubies M., Gilles K.A., Hamilton J., Reber P.A., Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances // *Anal. Chem.* – 1956. – V. 28. – P. 350.

УДК 547.917 (575.2) (04)

Глюкофруктаны различного происхождения, их физико-химическая характеристика

К. ТУРДУМАМБЕТОВ – канд. хим. наук,
З.С. АЖИБАЕВА – соискатель,
Г.К. УСУБАЛИЕВА – канд. хим. наук,
Ж. ДЖОРУПБЕКОВА – канд. хим. наук,
Р.А. ГОНЧАРОВА – канд. хим. наук

Glucofructanes allocated from roots of have higher degree polymerization and at hydrolysis allocate insignificant quantity of glucose. In this connection these plants can be used as raw material for industrial reception of glucofructanes.

Известно, что углеводы, в частности, глюкофруктаны, широко используются во многих отраслях промышленности: медицинской, фармацевтической, микробиологической, пищевой и химической.

В республике так же, как и за ее пределами, выпуск глюкофруктанов не налажен. В основном они получены синтетическим путем, хотя известно, что многие растения могут служить сырьем для выделения из них глюкофруктанов и других веществ. Поэтому весьма актуальной становится задача нахождения подходящего растительного сырья – легкодоступного, дешевого, легко производимого и с большим содержанием глюкофруктанов.

Полученная физико-химическая характеристика глюкофруктанов, выделенных из различных растений, может служить свидетельством качества этих растений и возможности их дальнейшего использования в виде сырья.

С этой целью был проведен анализ ряда растений и дана краткая характеристика глюкофруктанов. В качестве объекта исследования были использованы корни следующих растений: 1. *Grandis*, 2. *Tamarac*, 3. *Helianthus Tuberosus*, 4. *Aretium Tomentosum*.

Было установлено, что на выход глюкофруктанов влияет степень измельчения сырья, длительность и температура экстракции, соотношение сырья и растворителя.

Сырье было заготовлено в фазе плодоношения (август–сентябрь), когда содержание глюкофруктанов достигает максимума [1]. Перед использованием исходное сырье было предварительно высушено до воздушно-сухого состояния, затем было измельчено до 1–2 мм. В качестве экстрагента использовали воду. Экстракцию вели в течение 40–45 мин при 70–75°C. Выделение глюкофруктанов осуществляли по схеме, изложенной в [2], для чего сначала удаляли красящие вещества, алкалоиды, затем спирторастворимые примеси низкомолекулярных сахаров.

С помощью метода периодатного окисления, используемого для определения концевых групп высших полиозов, нами была определена длина цепочки глюкофруктанов, выделенных из изучаемых растений. Этот метод основан на том, что при окислении йодной кислотой только конечные глюкозные остатки в молекуле полисахарида способны выделять 1 моль муравьиной кислоты.

В качестве окисляющего реагента была использована натриевая соль йодной кислоты NaIO_4 , взятая с 4-кратным избытком. Навеску глюкофруктана суспензировали в 50 мл дистиллированной воды, затем прибавляли 10 мл 0,25 М раствора NaIO_4 и 1 г KCl [3]. Инкубация смеси проводилась при постоянном перемешивании на магнитной мешалке в темноте при комнатной температуре. Через каждые 24 ч отбирали пробу для определения количества образующейся в про-

Таблица 1

Периодатное окисление глюкофруктанов, выделенных из различных растений сем. Сложноцветных

| Источник получения глюкофруктана | Способ очистки глюкофруктана | Навеска глюкофруктана в аликвотной части, г | Количество щелочи, пошедшей на титрование, мл | Число остатков C ₆ H ₁₀ O ₅ на 1 моль HCOOH | |
|----------------------------------|------------------------------|---|---|--|--|
| | | | | В однократно очищенном препарате глюкофруктана | В пятикратно очищенном препарате глюкофруктана |
| | | | | | |
| Arctium Tomentosum | Переосаждение из воды | 0,0255 | 0,34 | 36,2 | — |
| | | 0,0267 | 0,33 | 40,1 | — |
| | | 0,0276 | 0,30 | — | 53,8 |
| | из спирта | 0,0255 | 0,335 | 35,9 | — |
| | | 0,0267 | 0,34 | 37,3 | — |
| | | 0,0276 | 0,32 | — | 46,0 |
| I. Grandis | из воды | 0,0214 | 0,35 | 37,4 | — |
| | | 0,0210 | 0,32 | 40,9 | — |
| | | 0,0235 | 0,29 | — | 56,1 |
| | из спирта | 0,0242 | 0,48 | 32,8 | — |
| | | 0,0240 | 0,40 | 30,4 | — |
| | | 0,0268 | 0,46 | — | 41,3 |
| C. Tamaracae | из воды | 0,0226 | 0,36 | 40,0 | — |
| | | 0,0222 | 0,39 | 38,4 | — |
| | | 0,0240 | 0,41 | 42,6 | 55,2 |
| | из спирта | 0,0223 | 0,42 | 34,4 | — |
| | | 0,0237 | 0,41 | 33,3 | — |
| | | 0,0241 | 0,39 | — | 38,4 |
| Helianthus Tuberosus | из воды | 0,0243 | 0,35 | 85,1 | — |
| | | 0,0255 | 0,39 | 37,0 | — |
| | | 0,0275 | 0,41 | — | 59,3 |
| | из спирта | 0,0234 | 0,41 | 33,9 | — |
| | | 0,0244 | 0,39 | 36,6 | — |
| | | 0,0262 | 0,36 | — | 44,1 |

цессе окисления муравьиной кислоты, путем титрования 0,01н раствором NaOH, предварительно проводилось разрушение этиленгликолем избытка периодата натрия (табл. 1). По количеству выделившейся муравьиной кислоты (в пересчете на взятую навеску) вычисляли в реакционной смеси количество остатков C₆H₁₀O₅ (гексоз).

Из табл. 1 видно, что глюкофруктан, полученный после однократного переосаждения из воды или спирта имеет более короткие цепочки по сравнению с многократно переосажденным из воды глюкофруктаном. Эти результаты подтверж-

дают то, что глюкофруктан не является индивидуальным веществом, а представляет собой смесь фруктозанов, идентичных по сравнению, но с различной длиной цепочки. Фруктозаны, имеющие более короткие цепочки, обладают большей растворимостью и при переосаждении из воды остаются в маточном растворе.

Протекание процесса окисления глюкофруктанов контролировали йодометрическим методом путем определения количества прореагировавшего глюкофруктана. Было установлено, что расход NaIO₄ при окислении глюкофруктанов, выделен-

Таблица 2

Расход NaIO₄ при окислении глюкофруктана

| Источник получения глюкофруктана | Длительность процесса окисления, ч | | | | | |
|----------------------------------|--|------|------|------|------|------|
| | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 | 140 |
| | Количество молей на один гексозный остаток | | | | | |
| Arctium Tomentosum | 0,27 | 0,66 | 0,74 | 0,82 | 0,97 | 0,97 |
| I. Grandis | 0,36 | 0,60 | 0,72 | 0,89 | 0,99 | 0,99 |
| C. Tamaracae | 0,30 | 0,69 | 0,80 | 0,88 | 1,01 | 1,01 |
| Helianthus Tuberosus | 0,25 | 0,58 | 0,88 | 0,84 | 0,99 | 0,99 |

Таблица 3

Характеристика глюкофруктанов из различного сырья

| Сырье для получения глюкофруктанов | [α] ²² _D (C=1, (H ₂ O) градус) | На воздушно сухую навеску глюкофруктана, % | | |
|------------------------------------|---|--|-------------|----------|
| | | Редуцирующие сахара | В том числе | |
| | | | Глюкоза | Фруктоза |
| Корни Arctium Tomentosum | -44,6 | 100 | 1,05 | 98,95 |
| Корни I. Grandis | -42,0 | 100 | 1,25 | 98,75 |
| Корни C. Tamaracae | -41,0 | 100 | 1,00 | 99,0 |
| Корни Helianthus Tuberosus | -37,5 | 100 | 6,40 | 93,60 |

ных из различного растительного сырья, составлял 0,97–1,01 моля на один гексозный остаток и достиг постоянной величины через 120 ч (табл. 2).

В результате окисления глюкофруктанов установлено, что количество гексозных остатков в молекуле зависит от источника получения глюкофруктана. Так, при окислении глюкофруктана из корней Arctium Tomentosum получено – 62 гексозных остатка, из корней I. Grandis – 57, из корней C. Tamaracae – 60, в отличие от этих растений длина цепочки глюкофруктана, выделенного из Helianthus Tuberosus, состоит из – 40 гексозных единиц. Следовательно, глюкофруктаны, полученные из корней Arctium Tomentosum, I. Grandis, C. Tamaracae, имеют большую степень полимеризации.

Определение количественного состава элементарных звеньев глюкофруктана проводили в его гидролизатах. При кислотном гидролизе глюкофруктана, помимо фруктозы, обнаружено небольшое количество глюкозы, входящей в состав молекулы глюкофруктана, и нередуцирующих сахаров, так называемых диангидридов дифрук-

тозы, образующихся в результате инверсии фруктозных остатков [4].

Полный кислотный гидролиз глюкофруктана проводился в присутствии 0,5%-ной соляной кислоты при 80°C в течение 40 мин. Общее количество редуцирующих сахаров определяли по методу Макэна-Шоорля [5], глюкозу – по методу Вильштетера и Шудля [6], в основе которого лежит способность глюкозы окисляться йодом в щелочной среде. Фруктозу находили по разности между общим количеством редуцирующих сахаров и глюкозы (табл. 3).

Из полученных данных следует, что количество глюкозы зависит от источника получения глюкофруктана, т.е. от присутствия в растениях низкомолекулярных фруктозанов, и колеблется в пределах от 1,0 до 6,40. Чем меньше молекулярный вес глюкофруктана (короче длина цепочки), тем большее количество глюкозы образуется при гидролизе. Так, при гидролизе глюкофруктана из H. Tuberosus образуется более 6% глюкозы, а при гидролизе глюкофруктанов из C. Tamaracae – только 1,0%.

Величина угла удельного вращения глюкофруктана также зависит от источника получения, способов его очистки и достигает значений от 37,5 до 44,6. Более полимеризованная молекула глюкофруктана имеет большее удельное вращение.

Таким образом, на основании изложенного выше установлено, что глюкофруктаны, полученные из корней *ArctiumTomentosum*, *I. Grandis*, *S. Tamarae*, по сравнению с глюкофруктаном, выделенным из *Helianthus Tuberosus*, имеют более высокую степень полимеризации (57–62 гексозных остатков), большую величину угла удельного вращения (41° – $44,6^{\circ}$) и при гидролизе дают значительное количество глюкозы (до 1,25%), что свидетельствует о преимущественном использовании корней *ArctiumTomentosum*, *I. Grandis*, *S. Tamarae* в качестве сырья для промышленного получения глюкофруктанов по сравнению с другими глюкофруктаносодержащими растениями.

Литература

1. Турдумамбетов К., Усубалиева Г., Жоробекова Ш. Установление структуры глюкофруктанов из *Cousiua Leiocephala* (RGL.) JUS // Известия НАН КР. – 2000. – №2. – С. 32–35.
2. Турдумамбетов К., Усубалиева Г.К., Джорупбекова Дж., Гончарова Р., Биймурзаева Э. Источники получения глюкофруктанов из растений сем. Сложноцветных // Известия вузов. – 2004. – №8. – С. 50–52.
3. Раминский Н.Р., Лисовская Н.Н. // Украинский химический журнал. – 1957. – №23. – С. 741–744.
4. Раминский Н.Р. Тр. комиссии по аналитической химии. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 492–497.
5. Жданов Ю.А. Практикум по химии углеводов. – М.: Высшая школа, 1973.
6. Методы биологического исследования растений. – Л., 1987.

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

УДК 336 (575.2) (04)

Возможность и необходимость развития конкуренции в отдельных секторах национальной экономики Кыргызстана

А.Н. АЮПОВ – канд. экон. наук, профессор,
Кыргызско-Российский Славянский университет

There has been considered the possibility and necessity of development of competition in certain sectors of the national economics of Kyrgyzstan in the article.

Для национальной экономики Кыргызстана, где должна присутствовать и развиваться конкуренция, на наш взгляд, присущи два сектора – обрабатывающий и сектор услуг.

Обрабатывающий сектор национальной экономики Кыргызстана, где есть наиболее благоприятные условия и возможности использования качественных факторов производства для развития конкуренции на внутреннем и внешнем рынках можно представить двумя отраслями – легкой и пищевой.

В легкой промышленности Кыргызстана выделяются две отрасли – текстильная и швейная.

В текстильной отрасли в результате реструктуризации и приватизации предприятий была разрушена система налаженной и последовательной переработки сырья и производства конечной продукции по вертикали (сырье – готовые изделия). В результате готовые изделия в виде шерстяных, хлопчатобумажных тканей уступают по качеству зарубежным аналогам, изготовленным из кыргызского сырья, благодаря его массовому вывозу за пределы государства.

Разрыв экономической и технологической цепочки взаимосвязи промышленности, сельского хозяйства и населения привел к тому, что даже

на внутреннем рынке доля отечественного текстиля составляет менее 10%, а производственные мощности используются на 20–30%.

В швейной отрасли 90% производства сосредоточено в индивидуальном секторе предпринимательской деятельности, где процветает подпольный бизнес, практически полностью экспортноориентированный (свыше 95% сшитого в республике товара, вывозится за ее пределы). В целом швейное производство ориентировано на потребности низко доходных групп населения России и Казахстана. Оно шьет преимущественно летнюю одежду – брюки и блузки. В настоящее время государством предпринимаются попытки вывести отрасль из теневой экономики на легальное положение.

Как показывает опыт зарубежных стран, к отраслям, претендующим на роль приоритетных, и для того, чтобы они достигли конкурентоспособности необходимо соответствующая инфраструктура, налаженная система подготовки кадров и рынки сбыта, более или менее развитые смежные отрасли. Этим требованиям в полной мере отвечает швейное производство. Еще в советский период в Кыргызстане было 10 таких предприятий. Кроме того, шили в быткомбинатах. Имелись ква-

лифицированные кадры. Были училища, которые готовили швей. В первые годы трансформации национальной экономики инфраструктура отрасли стала разрушаться. Однако, как только продукция швейного производства стала пользоваться повышенным спросом, все это быстро восстановилось.

Используя нынешний благоприятный момент, государственные институты должны делать все, чтобы скорее поставить на ноги швейную отрасль. Для этого необходимо из пока полулегальной когорты бизнеса создать 5–10 современных крупных швейных предприятий, способных конкурировать на международных рынках. Это необходимо делать, продуманно, нацеливаясь на далекую перспективу.

Пищевая промышленность имеет огромное значение для любого государства как составляющая часть системы жизнеобеспечения и обеспечивающая достигнутый уровень продовольственной безопасности страны.

Одним из основных сдерживающих факторов развития данной отрасли является очень низкий уровень конкурентоспособности производимых продуктов питания, а также чрезмерное наводнение внутреннего рынка импортными товарами, достигающие 75% от общего наполнения, что не позволяет отечественным товаропроизводителям иметь стабильный рынок сбыта для своей продукции. Но вместе с тем в данной отрасли функционируют предприятия, которые нашли свой сегмент рынка в условиях острой конкурентной борьбы (переработка зерна, выпечка хлебобулочных изделий, производство кондитерских и колбасных изделий, напитков и майонеза). Для этих производств характерен современный менеджмент, продуманная маркетинговая стратегия и ассортиментная политика, взаимовыгодная интеграция с поставщиками сырья и необходимых компонентов современного оборудования, отлаженные схемы сбыта продукции и поиск новых каналов сбыта, разработка инвестиционных программ.

Проблема технологического перевооружения остается главной во всех отраслях промышленности. Только новая техника и современные технологические линии смогут возродить эти отрасли и обеспечить повышение не только производительности труда, но и качества продукции и снижения себестоимости, что сделает продукцию конкурентоспособной. Здесь не надо забывать и опыт юго-восточных азиатских стран в использовании сравнительных преимуществ дешевой рабочей

силы, при которых национальная экономика в известной мере имеет возможность повторить классический путь развития от “простых отраслей к сложным”: воссоздание пищевой и легкой промышленности на базе собственных накоплений и иностранных инвестиций.

В период трансформации национальной экономики в сфере услуг отмечены существенные преобразования. Произошло значительное расширение ассортимента традиционных и появление новых видов услуг, повышение их качества и технологического уровня, связанное с внедрением новейших технологий, возникновением новых форм сервисного обслуживания, развитием информационной поддержки и рекламы.

Доля услуг в структуре номинального валового продукта в период трансформации значительно возросла и в 2008 г. составила 23,7%.

В соответствии с “Государственным классификатором видов экономической деятельности Кыргызской Республики” рынок услуг включает в себя следующие виды коммерческой деятельности:

- ☞ ремонт и торговлю автомобилями, узлами, запасными частями, моторными маслами и топливом, на долю которого приходится более 52% всей сферы услуг;

- ☞ на долю предоставления услуг гостиницами, ресторанами, кафе и другими аналогичными предприятиями соответственно приходится 1,8%;

- ☞ доля оптовой и розничной торговли продовольственными и непродовольственными товарами составляет 32,6%;

- ☞ на бытовые и платные услуги пассажирского транспорта, связи, жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), строительства, образования, культуры, медицины, банковских учреждений, туристические, санитарно-оздоровительные и другие приходится 11,7%¹.

Ситуация по развитию конкуренции в сфере услуг на большинстве ее рынков складывается достаточно благоприятно и имеет свою положительную динамику. Так, например, наибольшая степень конкуренции наблюдается на рынках бытовых услуг (строительство и ремонт квартир, изготовление мебели, транспортные услуги и т.д.), на которых число хозяйствующих субъектов в 2008 г. по сравнению с 2006 г. возросло

¹ Статистический сборник. Социально-экономическое положение Кыргызской Республики / Нацстатком. КР. – Бишкек, 2009. – С. 48.

на 144,1%, а объем производственных услуг – на 124,1% и составил в 2008 г. 3,6 млрд. сомов. Аналогичная ситуация наблюдается на рынках платных услуг населению (пассажирский транспорт, связь, медицина, образование, туризм и т.д.), где за рассматриваемый период приведенные показатели возросли соответственно на 140 и 132,5%, а объем услуг составил 10,3 млрд. сомов¹.

Услуги медицинских учреждений и учреждений системы образования в той части, в которой они остались бесплатными по качеству и ожидаемой результативности услуг, не удовлетворяют потребностей населения в поддержании здоровья и просвещения. В предложении этих услуг доминирует качественный и дорогой сервис, где борьба за клиентов в виде конкуренции усиливается и расширяется.

В последние годы отмечено увеличение объемов туристических услуг. Следует отметить большую перспективу этого вида услуг и работу соответствующих структур, направленную на развитие туризма, хотя по уровню предоставления таких услуг Кыргызстан серьезно отстает

¹ Статистический сборник. Социально-экономическое положение Кыргызской Республики / Нацстатком. КР. – Бишкек, 2009. – С. 49.

УДК 94 (575.2) (04)

A Kipchak Marker in Qobustan

C. ALYILMAZ – Ass. prof.,
Atatürk University, Kızılirm Karabekir Faculty of Education,
Turkish Education Department, Yoncalık

A kipchak marker in Qobustan has been considered in the article.

1. The word “Qobustan” and Historical Place Qobustan:

“Qobustan” concept indicator is made up of the word “gobu” and the formative unit /+stan/ (< /+(i)stân/): gobu+stan < kobu+stan < kobi+stan.

не только от развитых и многих развивающихся государств.

Задача национальной политики конкурентоспособности в обозначенных трех секторах национальной экономики заключается в том, чтобы повысить планку требований к эффективности хозяйствующих субъектов, ликвидировать нерентабельную группу. Точнее, нижний сегмент эффективности будет всегда, но в нем не должно быть иждивенцев, приносящих убытки. В него должны войти субъекты с рентабельностью ниже средней, которые собственники собираются продать, реконструировать или ликвидировать, поскольку есть иные, более выгодные объекты вложения капитала. Для этого следует резко сократить нерыночный сектор, поэтапно снизить импортные тарифы до средней ставки 3–4%, устранить большую часть нетарифных барьеров, усилить антимонопольную политику.

Базисом повышения конкурентоспособности и развития страны в целом должна быть модернизация национальной экономики, направленная на повышение доли высокотехнологичных производств в ВВП, совершенствование структуры экономики с целью достижения стандартов развитых стран, с учетом реализации имеющихся конкурентных преимуществ Кыргызстана.

The word qobu in the root of the word is used in the old written sources of Turkish, with its different derivatives (*kobi, kobu, koba, kuba, kovi, kowi, kuv, kivçak kovi, kivi...*) referring to *empty, hollow, rotten; no(t any); unnecessary, temporary, useless*.

helpless; unsuccessful, unlucky, bad-ill lucked, looser... etc.

The word which is rendered as *desert, sandy area, barren area, desolated place, hole, gutter, abyssal, stream, stream bed, valley, cleave, cave; pale, colorless, light yellow ... etc.*, in the contemporary Turkish dialects, accents and tongues, has also been used in the formation of the names of many places, tribes, clans, styles and kinship terms. The word Kıpçak is among them: *kobi+çak > kubi+çak > kibi+çak > kib+çak > kip+çak*.

Qobustan, a location name, is the name of one of the oldest known settlement places and cult sites of humanity, which lies within the borders of modern day Azerbaijan, and consists of three regions namely, "Büyük Taş [Big Stone]", "Küçük Taş [Small Stone]"² and "Cingir Dağ [Jingir Mount]" / "Yazılı Taş [Inscribed Stone]"³.

It is a common idea that the name Qobustan was given to the location, which is dated in the scientific circles to the before Christ era, due to its geographical features (landscape structure). But the archeological researches conducted in the area, on the petroglyphs and the markers indicate that the name is related with the historical Turkish tribes (the Kobi / the Kıpçak) as well. Some scholars sensitive to the matter, argued that the word Qobustan was the name of a tribe of the Kıpçaks, called "Gobu", and rendered "the Gobu place", "the land of the Gobu". Those scholars mention the activities of Kıpçak tribes, especially the "Kov" and the "Berende" in the Caucasus and in the lands within today's borders of Republic of Azerbaijan, and draw attention to that many location names in the mentioned geography was related with the "Kıpçaks", the "Kov(u)s", and the "Berendes" (Geybullayev, 1986, 32; Geybullayev, 1991, 107-108; Kırzioğlu, 1992, 93; Budagov, 1994, 72).

2. Symbols of Mystical and Ethnical Acquisitions: Markers (Tamga):

Since the mankind first started to live together with a group, a society, in order both to show that s/he is a member of the group / society in which s/he lives, and to prove her/his respect and devotion to their "values", s/he felt the need to bear some symbols and markers, which are rendered "sacred" in the society s/he belongs to; and to work them on the living and non-living beings, and objects under its sovereignty.

The markers, which are the products of a corporate life and belief, and mutual sharing, have been

used as the indicators / symbols of existence, and identity of the societies, tribes, and nations that they belonged to, compared to the others. Hence, markers usually have been used instead of the names of the human communities, tribes, clans, or families they belonged to. It is believed that the markers, each of which were given a special name by its members / users; then substituted the names of their members / users and represented them, would have mystical and supernatural powers that are mostly transferred from the Deities to the ancestors, and from the ancestors to the grandchildren.

Such privileged indications (tamgas), source of which is mostly formed by the totemized beings of the mystic world, assumed an important role in the protection of the identities, carrying on the historical links, transferring the experiences, acquisitions, and knowledge, as well as hereditary features of the human / human societies living a nomadic way of life, who belong to the same ethnic group, and who have / are to live in diverse geographies due to diverse reasons to the generations to come. Tamgas, in this concept, are among the greatest witnesses and documents of the adventures of the Turkish tribes from Asia to Europe, furthermore to African continent.

Tribes that take place in the Turkish union, through the historical process, have used common markers (mountain goat, deer, snake, human, sun, moon, arrow-bow, etc.) as the symbols of common feelings and thoughts, common lives and believes; have given place to them on their steles, inscriptions, architecture, art works, ornaments and other goods. Yet, both the increase of the number of tribes and sub-units of the tribes, societies, clans (urugs), and the disputes that arose among the tribes due to the facts like power, throne and sovereignty, caused an increase in the number and the type of markers in diverse ways. Osman MERT (Ph. D.), elucidates this as:

Tribe and family markers, other than several special markers such as the Kaganate marker, underwent some changes in time, in parallel with the number of families that form the tribes. While this happened, both the main lines of the tribe markers were protected, and with a small line / difference added, a new family marker would be produced / derived. Hence, while a new family was coded, both its relation with the tribe it belonged to was preserved, and the devotion of the family to its tribe was confirmed. Because the main lines were preserved while the markers were produced / derived, it is possible to determine the links between the Turkish tribes in a great ratio, even to our day (Mert, 2009, 10).

¹ GPS: 39 361822 E 44 41612 N 123 m.

² GPS: 39 365677 E 44 40386 N 85 m.

³ GPS: 39 360563 E 44 49746 N, 43 m.

Regarding the markers that the Turkish tribes and communities have used and whom / to which tribes those markers belonged to, very important information is found in the oldest written sources of Turkish language (on the rocks near the settlements, on the stones with figures and markers, on tombstones, immortal Stones (Köktürk inscriptions: Orhun, Yenisey, Gorno Altai, Talas inscriptions ...), legal documents, scrolls, coins, on the exchange of letters and treaty texts issued between the states, letters, legends (beginning with Oguz Kagan's Legend), in dictionary type of books (with explanations, elucidations, examples) (mainly Divan-i Lüğati't-Türk).

Markers, used as symbols of the cultural identity among the Turkish tribes, have also been used as the symbols of power and sovereignty. Hence, kagans and commanders ruling the Turkish states in history, in order to display / document that the new lands they acquired belonged to them, followed the tradition of erecting steles with inscriptions or markers.

Ötüken kidin uçunta tez başınta örgin anta yaratıtdım bars yılan yulka eki yıl yayladım ulu yulka ötüken ortusunta as öngüz b.... iduk baş kidininte yayladım örgin bunta yaratıtdım çit bunta tokıtdım bing yıllık tümen künlük bitigimin belgümin bunta yası taşka yaratıtdım tolkuu taşka tokıtdım: I raised there ... the kagan's pavillion, west from Ötüken, at the head of Tes (River). In the year of the Tiger (750 CE) and in the year of the Snake (753 CE) I spent two summers (there). In the year of the Dragon (752 CE) in Ötüken's center, As Öngüz ... spent the summer to the west of Iduk summit. I had the kagan's throne set here and the headquarter's fences built here. I had my one thousand years, ten thousand years of inscription and marker printed on the flat stone here; I had (them) engraved on a private stone.

(Tariat Inscription West¹ Side, Lines 1-3; Mert, 2009, 148)

kasar kurıdın örgin anta itıtdim çit anta tokıtdım yay anta yayladım yaka anta yakaladım belgümin bitigimin anta yaratıtdım: I had the pavillion built to the west of kasar there and had the fence built there. I spent the summer there. Fixed the headquarters there. Had my marker and inscription written there.

(Moyun Çor Inscription² East Side, Line 8; Mert, 2009, 245)

3. A Kıpçak Marker in Qobustan:

The role of the area / land is too much in the acquisition of the experiences that create collective tradition, in the union of human beings with the society

they live within, and in the formation of the common identity and nationalization.

In each and every era in the history, among the places that the Turkish tribes accepted as sacred, expressed their feelings and thought freely and comfortably, shared their happiness and sadness both in private and in groups, and offered their prayers to the Deity, come the mountains and hills in the first place. Turkish tribes that believe that the Deity (sky / heaven) is the "Above All", have always imagined it up in the sky, in the heavens. Mountains, hills, and summits were considered sacred, because they were seen as locations close to the Deity. Therefore, one frequently encounters petroglyphs, inscriptions and markers from different periods, on the rocky surfaces and steles on the mountainous areas where Turks lived.

Qobustan area that lies within the borders of Republic of Azerbaijan today, is among the locations that were accepted sacred among the Turkish tribes. Qobustan contains many markers that belong to the Turkish tribes, along with thousands of years of petroglyphs from different epochs. A major portion of such markers are the markers that were commonly used by all of the Turkish tribes (mountain goat, deer, horse, yak, snake, moon, sun, star, human, etc) (photos 1, 2). Rest of the markers that belong to the Turkish tribes in the Qobustan area consists of the markers of different groups from the Oguz and the Kıpçak branches. In this paper, we are going to attempt to provide information regarding a marker that one encounters in all of the three regions ("Büyük Taş" [Big Stone], "Küçük Taş" [Small Stone] and "Cingir Dağ" [Jingir Mountain] / "Yazılı Taş" [Written Stone]) in Qobustan:

The marker which is the subject matter of our research symbolizes, in the large scale, "man", "man-Deity relation", "man's devotion to the Deity", and "submission"; and in the narrow scale the "ancestors" and "devotion to the ancestors". The primary samples of the markers in Azerbaijan's geography are encountered on the rocks in the petroglyph sites in Qobustan (photos: 3, 4, 5); it is comprehended that the visitors of this presumably sacred places have arrived there; and engraved them as an indication of their devotion to their ancestors, whom the Deity created "specially", equipped with the supernatural powers, heroized by giving them mystical experiences. Because, according to the Old Turkish belief, the cult sites, and hence the mountains and each stone, each rock, each plant, each tree, each animal (goat, deer, wolf, boar, snake,...) bears traces from their ancestors. Especially stones, rocks, and rockies are the solid display of

¹ GPS 47 55228 N 10654908 E

² GPS 48294296 N 5380216 E



Photo 1. Vision from a petroglyph in Büyük Taş region, Qobustan.



Photo 2. Mountain goat marker in Büyük Taş region, Qobustan (teke marker).



Photo 3. Visions of the marker in this research on a rock on Chingir Mountain.



Photo 4. Marker in this research, on the rock in the petroglyph site in Büyük Taş region, Qobustan.



Photo 5. Marker in this research, on a tombstone in Büyük Taş region, Qobustan.



Photo 6. Marker in this research. On a tombstone in Büyük Taş region, Qobustan.



Photo 7. Karachi Caravanserai.

the immortalized spirits of their ancestors. According to them, the secret of their past, existence and future, briefly the arcana of everything is in such locations. It was, to visit such eminent / privileged locations and to leave a "trace" / to put a "marker", a condition of both the devotion to the Deity and to the ancestors and to be respected within the society, and the preparation for the life in hereafter. The majority of the markers that belong to the Turkish tribes in Qobustan were also done for such purposes.

Taking a sedentary way of life, existing along with the other, surviving, and the concern of living in comfort and in freedom, it helped Turkish tribes to form unions and political structures that are similar to the primary periods but are more qualified and much more organized than the former ones. It is known, in those periods, that the Turkish tribes assumed many things from the strongest one / the sovereign one, as well as its markers, emblems and other symbols. Just similarly, it is a fact that the things that were accepted "good", "beautiful", "correct", "magic", "charming", "sacred"... (including the markers) were attributed to the strong one.

The marker that is the subject matter of our study, in our opinion, is one of the oldest markers used by the Turkish tribes. It is a fact that it was frequently used on tombstones, kurgans, inscriptions, statues, decoration and handy goods, and animals in different locations in the Turkish world (Mongolia, Kyrgyzstan, Kazakhstan, Tuva, Khakassia, Tatarstan, Bashkurdstan, Crimea, Azerbaijan, Turkey...). But the marker became one of the main markers, especially used by the Kipchak Turks, after the differenc-

es became more definite among the tribes. Hence, the marker (along with the other Kipchak markers), to our day, is still used among the Turkish tribes, which are regarded within the Kipchak group, such as Kyrgyz, Kazakh, Bashkir, Tatar, Karakalpak... etc (Castagné, 1921; Perle, 1976; Tezcan, 1990; Akçokraklı – Otar, 1996; Kereytov, 1999; Tashbaeva, 2001; Karataev, 2003; Kalkan, 2006; Alyılmaz, 2007; Mert, 2008; Mert, 2009).

Markers, paintings, symbols, and coats had been among the most eminent expression devices (embodying members), especially in the pre-Islamic Turkish living and belief systems; had been used for different purposes related with the living and non-living beings that belong to daily living; moreover engraved on the kurgans, tombs and tombstones.

The dead are the beings that live in the same world with the unseen, and that have the same virtues; and belong to the unseen world. The main aim and function why the symbols and markers were engraved on the kurgans, graves and tombstones is to make them seen and their existence there felt. (Lévy-Bruhl, 2006, 173).

We need to cite that the marker that is the subject matter of our research is among these eminent, privileged graphical elements (tamgas). Because, this marker was engraved on the graves and tombstones both in the pre-Islamic and the Islamic era (though it was forbidden in the Islamic faith) (photo:6, 7).

Markers and depictions are encountered on most of the cultural and civil works (architecture, inns, caravanserais, guest houses, shrines...) that belong to the Islamic era (most found on the Silk Road) in



Photo 8. Markers engraved on the walls of Karachi Caravanserai.

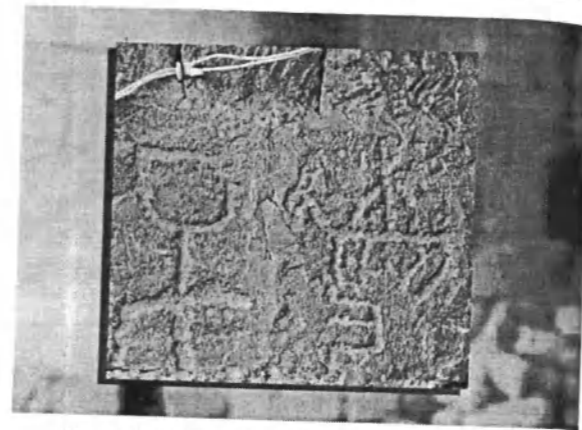


Photo 9. Marker in this research on the wall of Karachi Caravanserai.

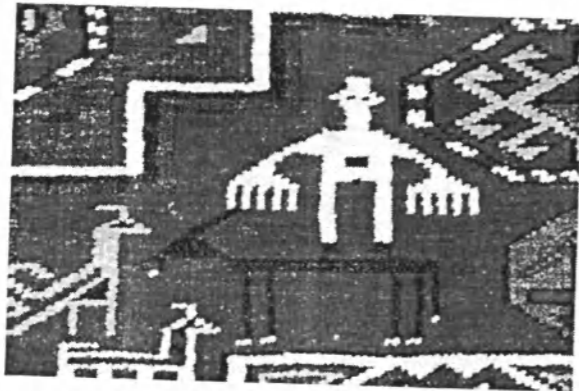


Photo 10. Reflection of the marker in this research on a carpet.

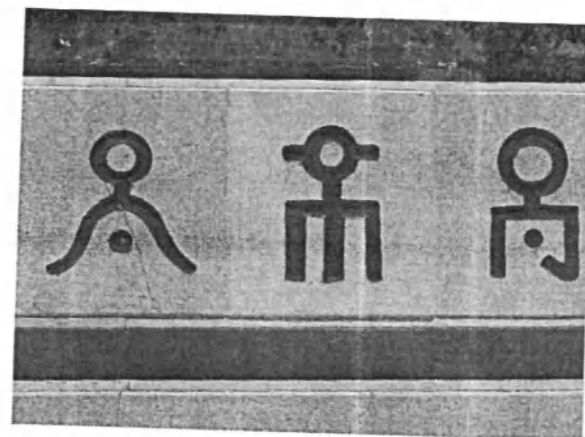


Photo 11. Visions of the marker in this research on the base of a monument in Mongolia (Ulaanbaatar).



Photo 12. Marker in this research. On a tombstone in Crimea (Akçokraklı – Otar, 1996, 17).



Photo 13. Vision of the a different form of the marker in this research on a Kazakh horse in Mongolia.

Azerbaijan. They are important in terms of both continuing an age old tradition and providing an information about the ethnic roots of those who struggle to carry on the tradition. Some of the markers mention about the “bâni” or “master markers”. These markers inform about either the bâni / financier, or the architect (master) of the related structure. But the majority of the markers on the architecture works (especially on the walls of the inns, the caravanserais) in Azerbaijan are the markers that reflect the cultural identities of the visitors.

The marker that is the subject matter of our research is one of the most frequently encountered markers especially in the inns and caravanserais (mainly Karachi Caravanserai¹) that are in close locations to Qobustan area (photo:8, 9, 10).

4. Conclusions and Proposals:

1. In Qobustan, which is one of the oldest known settlements in the history of mankind, studies mostly regarding the petroglyphs (their eras and contents) have been carried out so far. Yet, the markers in Qobustan are as many as to require independent researches and studies.

2. It hasn't been studied yet, when, by whom, for what purpose the markers in Qobustan were done; their relations with the Turkish markers in the other geographies; and their significance in terms of epigraphy, history, anthropology, ethnology... etc. Yet, the markers in Qobustan that bear the most dense meaning and that form the most characteristic samples of the graphical language members are in the quality to

provide important clues regarding both the Turkish tribes that lived in the history, and the past, the cultural identities, livings and believes of those who live in the area today; and to shed light on many things unknown.

3. The marker that is the subject matter of our study bears characteristics that would give way to uncover the history, culture and inter-relations of many Turkish tribes (mainly Qobus-Kipchaks). Hence, it is stil used on tombstones, kurgans, inscriptions, statues, ornaments and household goods (mainly carpets) and the live-stocks in different regions of the Turkish world (Mongolia, Kyrgyzstan, Kazakhstan, Tuva, Khakassia, Tatarstan, Bashkurdstan, Crimea, Azerbaijan, Turkey...) (photo, 11, 12, 13).

4. Eventhough this marker has been encountered on different objects in different regions of the Turkish world, other than Qobustan, and has been used as markers and found on the coins of kagans, khans, tribal chiefs (Tezcan, 1990, 204, 209, 210), this marker, so far, either did not claim the attention of related scholars; or were confused with the other markers (mainly “arrow-bow marker” and “comb marker”).

5. In order to prevent the confusions and remove the uncertainties regarding the marker, which we consider to name “Qobu Marker” “for now”, comparative studies should be conducted regarding the mentioned marker.

6. Establishing a co-operation among the disciplines, an international symposium should be organized regarding the “markers”.

¹ GPS: 39 367337 E 44 59785 N, 52 m

Bibliography

1. *Akçokraklı, Osman* – Otar, İsmail (1996), Kırım'da Tatar Tamgaları, Ankara, Ed. Ünver Sel.
2. *Altaylı, Seyfettin* (1994), Azerbaycan Türkçesi Sözlüğü, Vol. I, İstanbul.
3. *Alyılmaz, Cengiz* (2002), Gobi Çölünde ve Altay Dağlarında Kaya Üstü Tasvirler, Yeni Türkiye Dergisi, No. 46, Ankara, 613–615.
4. *Alyılmaz, Cengiz* (2007), (Kök)türk Harfli Yazıtların İzinde, Ankara.
5. *Arat, Reşit Rahmeti* (1991), Eski Türk Hukuk Vesikaları, Makaleler, Vol. I, Ankara, 506–572, Ed. Osman, F. Sertkaya.
6. *Atalay, Besim* (1985), Divanü Lügat-it Tercümesi, Vol. I–IV, Ankara.
7. *Budagov, Budag E.*, (1994), Türk Uluslarının Yer Yaddaşı, Baku.
8. *Castagné, Joseph* (1921), Le Tamgas Des Kirghizes (Kazaks), Revue du Monde Musulman, Tom: Quarante-Septième, pp.30–59.
9. *Ceferzade, I.M.* (1999), Gobustan Gaya Üstü Resimler Gobustan Petroglyphs Gobustan Naskal'ne İzobrajeniya, Baku.
10. *Clauson Sir Gerard* (1972), En Etymological Dictionary of Pre-Thirteenth-Century Turkish, Oxford.
11. *Durkeim, Emile* (2005), Dini Hayatın İkel Biçimleri, İstanbul, Translation: Fuat Aydın.
12. *Geybullayev, Giyaseddin A.* (1991), K etnogenezu azerbaydjantsev, Baku.
13. *Gülensoy, Tuncer* (1989), Orhun'dan Anadolu'ya Türk Damgaları, İstanbul.
14. *Gülensoy, Tuncer* (2007), Türkiye Türkçesindeki Türkçe Sözcüklerin Köken Bilgisi Sözlüğü, Vol. I, Ankara.
15. *Kalkan, Mustafa* (2006), Kırgızlar ve Kazaklar, İstanbul.
16. *Karataev, Olcobay Kubatbekoviç* (2002), Türk Boylarında Tamgalar ve Eski Kırgız-Oğuz Etnik Bağlantıları, Türkler, Vol. II, Ankara, 386–390.
17. *Karataev, Olcobay Kubatbekoviç* (2003), Kırgız Etnonimder Sözdüğü, Bishkek.
18. *Kereytov, Ramazan Husinoviç* (1999), Etniçeskaya İstoriya Nogaytsev (k probleme etnogenetičeskih svyazey Nogaytsev), Stavropol'.
19. *Kırzioğlu, M. Fahrettin* (1992), Yukarı-Kür ve Çoruk Boyları'nda Kıpçaklar İlk Kıpçaklar (M.Ö. VII. – M.S. VI. yy) ve Son Kıpçaklar (1118, 1195) ile Ortodoks –Kıpçak Atabekler Hükümeti (1267–1578) (Ahıska / Çıldır Eyâleti Tarihi'nden), Ankara.
20. *Kosswig, L.* (1974), Eigentumszeichen (Damga) in Anatolien, Oriens, XXIII–XXIV, 332–405.
21. *Lévy-Bruhl, Lucien* (2006), İlkel Toplumlarda Mistik Deneyim ve Simgeler, Ankara, Translation: Oğuz Adanır.
22. *Mauss, Marcel* (2006), Sosyoloji ve Antropoloji, Ankara, Translation: Özcan Doğan.
23. *Memmedov, Nadir G.* (2007), Toponomika, Baku.
24. *Mert, Osman* (2009), Şaahar Tepesi ve Bölgede Bulunan Kaya Üstü Tasvir, Damga, Yazıt ve Kurganlar, Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, No. 40, Erzurum, 1–24.
25. *Mert, Osman* (2009), Ötügen Uygur Dönemi Yazıtlarından Tes – Tariat – Şine Us, Ankara.
26. *Muradova, F. M.* (1979), Gobustan Tunc Dövründe, Baku.
27. *Perlee, H.* (1976), Mongol Tümnii Garlıg Tamgaar Haij Sudlah N', Ulaanbaatar.
28. *Rinçen, Emhetgeev* (1968), Les Dessigns Pictographiques Et Les Inscriptions Sur Les Rochers Et Sur Les Steles En Mongolie (Mongol Nutag Dah' Hadm Biçees Gerelt Hışödnii Züil), Ulaanbaatar.
29. *Rüstemov, Cefergulu* – Muradova, F. M. (2003), Gobustan Petroglifleri I, Baku.
30. *Rüstemov, Cefergulu* (2006), Gobustan Azerbaycanın Gedim Medeniyet Ocağı Gobustan The Ancient Centre of Azerbaijan Culture, Baku.
31. *Tezcan, Mehmet* (1990), Eski Türklerde Damga, Erzurum.
32. *Useev, Nurdin* (2009), Talasta Yeni Bulunan Eski Türk Yazıtı, Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, No. 41, Erzurum, 17–24.
33. *Yatsenko, S.A.*, Tamgas of Iranolingual Antique and Early Middle Ages Peoples, <http://s155239215.onlinehome.us/turkic/24Alans/AlansSarmatsTamgasEn.htm>, (25.08.2008).

УДК 336 (575.2) (04)

Вопросы обеспечения устойчивой трансформации национальной экономики

А.Н. АЮПОВ – канд. экон. наук, профессор,
Кыргызско-Российский Славянский университет

Issues of providing sustainable economics have been analyzed in the article.

Обеспечение устойчивого роста национальной экономики – ключевая задача трансформируемой экономики, поскольку только экономическое развитие призвано обеспечивать повышение уровня и качества жизни населения при постоянном его росте. Вместе с тем, динамика макроэкономических показателей свидетельствует о том, что в 2009 г. вследствие влияния внешних шоков и внутренних проблем в Кыргызстане произошло замедление темпов экономического роста.

Наиболее значительным внешним фактором, влиявшим на этот процесс, был рост мировых цен на продовольствие и энергоресурсы, что повлекло за собой снижение внутреннего и внешнего спроса на отечественную продукцию, сокращение темпов роста промышленного производства, рост инфляции, сокращение реальных доходов населения, уменьшения возможностей и условий для развития предпринимательства.

Основные причины экономических сложностей – не только в глобальном финансовом кризисе, но и в эволюции самой институциональной парадигмы, а точнее в смене типа самой экономической системы.

Нынешний мировой финансовый кризис еще раз подтвердил, что этот институциональный сегмент экономики, наряду с диверсификацией, модернизацией, конкурентоспособностью, инвестиционной привлекательностью, является одним из “провалов” трансформации национальной экономики.

Политика постепенного улучшения институтов, стимулирующая быстрый рост экономики, может вестись при наличии успешно реализуемых институциональных реформ, поскольку причинная связь между ростом и институтами – двусторонняя. Улучшение институтов способствует

не только экономическому росту, но и быстрый рост облегчает совершенствование институтов. Один из возможных механизмов, порождающий второй эффект, – ведущая роль государства в обеспечении искомого роста.

Для этого, на наш взгляд, экономическую политику государства необходимо контролировать на следующих институциональных направлениях, которые объединены в соответствующие блоки.

1. *Следует официально признать для Кыргызстана конвергентный (смешанный) тип*, как достигнутый общественным развитием тип экономической системы. Ввиду особых трудностей и сложностей переживаемого республикой трансформационного процесса исключительно важной является роль государства.

Теория смешанной экономики – концепция, согласно которой экономика стран в результате роста масштабов хозяйственной деятельности государства превратится из системы частного предпринимательства в систему смешанной (конвергентной) экономики, состоящей из частного и государственного секторов, которые должны взаимно дополнять друг друга. Отдельные ее положения были выдвинуты еще в конце XIX в., а как цельная теория она разработана в 1930-х гг. Активными сторонниками теории выступили такие экономисты, как А.Хансен и лауреат Нобелевской премии П. Самуэльсон¹.

Основными принципами формирования конвергентного типа экономической системы являются: государственное регулирование; свободное предпринимательство, свободная конкуренция.

¹ Самуэльсон П.А., Нордхаус В.Д. Экономика. М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 800 с.

2. *Построение социальной рыночной модели.* Основы идеологии модели социального капитализма заложил еще в 1930-е годы президент США Ф. Рузвельт. Другим ее видным сторонником был канцлер ФРГ Л. Эрхард, который стал идейным вдохновителем разработки национальной программы "Благополучие для всех", послужившей важнейшим инструментом возрождения Германии после войны.

Социальная рыночная модель базируется на трех составляющих:

- массовом конкурентном рынке, бизнесе, который принимает на себя большую часть социально-экономической нагрузки в обществе;
- социальных институтах, в число которых входят системы государственно-частного пенсионного обеспечения, общего и профессионального образования, социального и медицинского страхования и др.;
- институте благотворительности.

В Кыргызстане немало сделано для формирования основ социальной рыночной экономики, но вместе с тем большую часть рабочих мест в стране по-прежнему создают государство и относительно крупный бизнес; рыночные институты еще недостаточно развиты, нередки случаи бюрократического произвола и необъективного правоприменения; благотворительная деятельность не стимулируется государством, а часто, наоборот, осуществляется под давлением со стороны органов власти всех уровней.

3. *Развитие внутреннего конкурентного рынка.* Основными источниками налогов, инвестиций и экономического роста в национальной экономике остаются несколько крупных компаний, хотя по законам рынка экономика должна развиваться на базе частной предпринимательской инициативы тысячи людей, в условиях конкуренции нескольких сотен малых и средних компаний. Это во многом определяет потенциал роста экономики, возможности решения социальных проблем и развития гражданского общества, а также будущую стабильность демократии и гарантии суверенитета страны.

4. *Инвестиции и инновации.* Перспективы индустриально-инновационного развития и роста конкурентоспособности экономики связаны с технологическим развитием и структурным преобразованием в промышленности.

По сценарию инновационного развития инвестиции должны быть направлены на развитие

инновационного сектора и обновление основного капитала, что позволит увеличить темпы прироста инновационного сектора за счет выпуска новой экспортноориентированной, конкурентоспособной продукции с 0,4% в 2010 г. до 2,4 % в 2035 г. к ВВП в целом.

Здесь немаловажную роль играет создание государством инфраструктуры финансирования научной деятельности, которая будет регулировать внутренние инвестиции и взаимодействовать с внешними источниками инвестиций. Финансирование науки и инновационной деятельности из государственного бюджета ожидается к 2015 г. до 3% к ВВП, к 2020 г. – до 4% к ВВП. В настоящее время для развития инновационной деятельности Россия выделяет из бюджета 4%, а Казахстан – 5% к ВВП.

5. *Развитие инфраструктуры.* Крупное направление экономической политики государства – развитие инфраструктуры, в том числе коммунальной, которая в течение длительного времени недофинансировалась. Но при реализации соответствующих программ важно учитывать высокие коррупционные риски и неэффективность сложившейся системы управления. Сегодня правительство признает необходимость осуществления масштабных инфраструктурных проектов. При этом главную роль должны играть механизмы государственно-частного партнерства.

6. *Модернизация системы управления.* Масштабные государственные и частные инвестиции, необходимые для реализации новой экономической политики, создают значительные риски коррупции и неэффективного использования средств, поэтому требуется внедрение новых современных некоррупционных методов управления. В мире созданы механизмы, основывающиеся на методологии проектного управления, которые позволяют в значительной степени нейтрализовать коррупционные риски. При наличии соответствующей воли со стороны правительства они могут быть успешно применены и при реализации государственной экономической политики.

7. *Финансирование стратегии модернизации страны.* Предлагаемая экономическая стратегия государства потребует значительных финансовых и организационных ресурсов: уменьшение доходов бюджетной системы в результате временного снижения налоговых поступлений будет сопровождаться увеличением бюджетных расходов на реализацию социальных программ, государственные инвестиции в рамках проведения инновационно-

промышленной политики и развития инфраструктуры, а также программы поддержки инновационного развития. При этом нельзя допустить нарушения макроэкономической стабильности и дестабилизации бюджетной системы.

Национальная экономика – такая, какой мы ее видим, – остается экономикой развивающихся

рынков с присущими им турбулентностью, неоднородностью и непредсказуемостью. В ней происходят серьезные структурные сдвиги, важность которых нельзя недооценивать. Потенциал ее роста очень высок. Его факторы далеко не исчерпаны и не ограничиваются традиционным перечнем.

УДК 39/397 (575.2) (04)

Орто кылымдардагы илим-билимдин чыгыш менен батыштын маданий-маалыматтык мейкиндигиндеги интегративдик орду

А.М. ЭШИЕВ,
Чүй университети

Integration role of medieval scientific knowledge in the cultural and information world of the East and the West has been considered in the article.

IX к. акыркы чейрегинде Хорасан жана Мавераннахр регионуна согуштук-саясий бийликке саманиддер династиясы келет. Мына ушул саманиддердин тушунда Хорасан менен Мавераннахрда илим-билим жана маданият гүлдөп өскөн. Грек философиясынын, араб географиясынын, персиялык тарых, ортоазиялык медициналык жана математикалык мектептеринин синтези жүргөн. Дүйнөнү дүңгүрөткөн ал-Фараби, Рудаки, Фирдоуси, Беруни, Ибн Сина дал ушул маданий-маалыматтык башаттан өнүп чыгышкан. Бул кайсы доор эле? Биздин замандын IX–X кк. Ал эми буларга чейин 800-ж. ачылгын Багдадагы Даанышмандыктын үйү ислам дүйнөсүнүн акимдери менен аалымдарынын очогуна айланган. Атактуу хорезмдик математик жана астроном Мухаммад Хорезми (VIII–IX кк.) Сирияда илимий тажрыйбаларын өткөргөн. 1067-ж. ошол эле Багдадда жогорку окуу жайдын функциясын аткарган Низамийа медресеси ачылган. Мына ушулар арабдар менен тең катарда фарсы жана түрк элдеринин орток

илим-билим дүйнөсүнүн борборуна айланган. Бул окуу жайынан, анын өтө бай келген китепканасынан убагында биздин Махмуд Кашкари да пайдаланган деген ишенимдебиз. Мухаммад Хорезминин "Алгебра жана алмукабала" аттуу эмгеги 1143-ж. латын тилине которулган. Аны убагында Коперник, Галилей, Кеплер, Декарт, Лейбниц, Бернулли, Эйлер, Ломоносовдор казып үйрөнүшкөн. Ибн Синанын окутуучусу Ибн Ирак синустардын сферикалык (тоголок) теоремасын ачкан, "Менелайдын сферикасын" (I к.) иштеп чыккан жана ошонун негизинде астрономияны өздөштүрүүгө түздөн-түз тиешеси болгон сферикалык геометрияны өнүктүргөн. Өзүн Ибн Синанын окуучусунун деп эсептеген Насреддин Туси өзүнчө илим катары тригонометрияны (бул грек жана индиялыктарда болгон) негиздеген. Улугбектин шакирти Али Кушчу Самарканди түрдүү даражадагы тамырларды чыгаруунун жолун тапкан.

Бул мезгилде (IX–XIV кк.) европалык интеллекттуулдуу дүйнө католиктик чиркөөнүн каардуу

чеңгелине бекем чырмалган кез. Ар кандай эркин ойлоо, демилгелүүлүк жана ересң инквизициянын алоолонгон жалынында күйгөн. Данте “Ажайып комедиясын” XIV к., Леонардо да Винчи менен Рафаелло XV к., Эразм Роттердамский, Томас Мор, Франсуа Рабле атактуу эмгектерин XVI к. гана жаратышкан. Коперник менен Галилео Галилейге чейин дагы бир топ бар эле.

Орток түрк инсаны Барскандык Махмуд, албетте, өзүнөн мурунку ал-Фарабинин, Берунинин, Ибн Синанын илимий трактаттарын өздөштүрүп чыккан деп ишеним артууга болот. Мындан тышкары Багдаддагы Низамийа медресесиндеги илимий эмгектерге өтө бай китепканада грек илимпоздорунун котормолорун, араб аалымдарынын эмгектери менен да таанышып чыгууга үлгүргөн болуш керек. Анын “Девони лугат ат-түрк” (1077) аттуу эмгеги боюнча И. Стеблеванын “Дивандын” өзгөчөлүктөрүнүн бири кыргыз, кыпчак, карлук, огуз, уйгур, чигил сыяктуу өз алдынча түркий этносторду “уруу”, “урук” термини менен белгилешкенде турат. Себеби Махмуд Кашкаринин жана башка мусулман аалымдарынын басымдуу бөлүгүнүн түшүнүгүндө араб, перс, кытай, урум (византиялык гректер), франк (кресттүүлөр жортуулуна катышкан француз ж.б. европалык калктар), саклаб (славяндар) сыяктуу түрктөр да көптөгөн урууларга жиктелген бирдиктүү “түрк эли” катары эсептелген деп жазганына толук кошулууга болот [1:435]. Мына ошондуктан да ал-Фарабинин, Юсуф Баласагуинин, Махмуд Кашкаринин, Адиб Ахмад Югнакинин, Ахмад Ясавинин, Токтогул ырчынын, Асан Кайгынын, Лутфинин, Алишер Навоинин, Бабурдун эмгектеринде жалпы бирдиктүү түрк эли, түрк тили, түрк поэзиясы жөнүндө сөз жүрөт. Кээ бир түрк уруулары жөнүндө сөз болгондо өзүнчө бир элдин эмес жалпы түрк элинин бир уруусунун өкүлү түшүнүгүндө келтирилген. Маселен, ал-Фараби, Махмуд Кашкари, Эмир Хосров Дехлеви, Али Кушчу Самарканди түрк этникалык чөйрөдөн тышкары аймактарда (Сирия, Ирак, Индия, Иран ж.б.) өздөрүн “түрк” деп аташкан жана башка элдер да буларды түрк элинин өкүлү деп карашкан. Ал эми түрк этникалык тар чөйрөдө зарылдыгына жараша, маселен, Мавераннахрда, Чыгыш Түркстанда, Хорасанда, Жети-Сууда өздөрүнүн аттарына кыпчак, түркмөн, уйгур, барлас, кыргыз, казак, могол, найман, өзбек ж.б. уруулук аталыштарын кошо айтып келишкен.

Орток түрк инсандары ал-Фараби менен Махмуд Кашкари орто азиялык чөлкөмдөн Иран,

Алдыңкы Азияны аралап өтүп, Иракка, Сирияга чейин барып илимий изилдөөлөрүн жүргүзүшкөн. Албетте, бул аалымдар араб тилин билүүсү эң негизги шарт болгон. Ушундан улам Хорасан жана Мавераннахр чөлкөмүндөгү орто кылымдык интеллектуалдуу инсан үчүн өз эне тилинен башка фарси-дарини жана араб тилдерин билүүсү зарыл болгондугу анык. Атактуу орток түрк инсандары Юсуф Баласагуни, Ходжа Ахмад Ясави, Адиб Ахмад Югнаки, Низами Гяжеви, Кутб Хорезми, кийинки Улугбек, Али Кушчу Самарканди, Лутфи, Навон жана Бабур фарсиден башка араб тилин мыкты билишкен деп ишенимдүү айта алабыз. Бу чөлкөмдөгү элдердин дүйнөтааным, менталитети жана психологиясы негизинен бири-бирине окшош же жакын болгон. Орто Азиялык түрк жаранынын түндүк-батыш Кытай (“Хакандык Кытай”) менен түндүк-батыш Индияда (Кашмир), Авган, Иран, Кавказ, Ирак, Сирия ж.б. өлкөлөрдө ээн-эркин жашап, илимий жана адабий ишмердүүлүгүнүн үстүндө эмгектенүүсүнө ушунчалык чоң территорияда ислам дининин жайылып кеткендиги жана бул динди тутунган адамдардын бири-бирине карата толерантуулугу менен түшүндүрүүгө болор эле.

Өмүрүнүн акырында ал-Фарабинин туулуп өскөн Фарабга кайра келгендиги жөнүндө маалымат жокко эсе. Н.А. Аристовдун пикиринче борбору Кендер (же туурасы Кодар) деп аталган жерде исламдык философ Абу-Наср-Бараби туулган... Фарабинин жатык тилинде сүйлөшөт, бирок туура окулушу Бараби, анткени бул ф тамгасы болбогон сөз – түрк тилине таандык [2:340]. Ал 950-ж. декабрда Дамаск шаарында аркы дүйнө сапар салган. Анын араб тилинде жазылган төмөнкүдөй ыр саптарын учуратабыз:

Эки айнек идиш менен өмүр сүрөм,
Алар менен бүт ишимди жасап келем.
Бир идишимде сыя толгон,
Башка бири – шарап толгон.
Бири менен – акылман ой-бүтүмүм түзүп келем,

Башка менен – көкүрөк кусалыгын кууп келем [3:113].

Бул ыр саптары казак жеринин Фарабынан Аравияны көздөп кеткенден баштап өз мекенине, эл-жерине кайра кайтып келбей калган дини бир, бирок тили да, дили да бөтөн элде пенделик стихиясына айланып калган илимди гана бел тутуп жашап калган, туулуп өскөн жерин сагынып кусаланган түрк жаранынын көкүрөк муну беле! А балким, замандашы Рудаки экөөнөн кийин

келген Фирдоуси, Минучихри, Низами Гяжеви, Омар Хайям, Алишер Навоиердеги “өй, кесегүл, куй шараптан, көңүл черин жазалы, кутулуп бу азаптан...” деген өңдүү гедонисттик маанайдагы эргүүлөр ошол ал-Фараби менен Рудакиден алынган типологиялык салттуулуктар кыязы.

Ал-Фараби негизинен араб өлкөлөрүндө жашап калгандыктан жалаң гана араб тилинде жазып жана сүйлөп калгандыгы да чын. Ушунчалык таланты менен фарсы, анан араб тилдерин үйрөнүп алып, Аравияга сапар тартпаганда, түрк аскерий саркерлеринен болгон атасынын акбатарын албаганда ал-Фарабинин аты, албетте, белгисиз бойдон калып кетмек. Ал атактуу Байыркы грек окумуштууларынын эмгектерин араб тилине грек тилин эң мыкты билгендиги үчүн гана которо алган жана түшүндүрмөлөрүн берген. Ал-Фараби мындан тышкары дагы башка европалык жана санскрит тилдерин да билген болуш керек. Индиядагы байыркы храмдардын дубалындагы фрескаларында ал-Фарабинин ысымы жазылып тургандыгы бул атактуу аалымга индиялыктардын таазими деп түшүнүүгө болот. Ал өзүнө замандаш келген Рудакиндин, кийинки Фирдоусинин, Берунинин, Ибн-Синанын эмгектери менен тааныш болбогондугу өзүнөн-өзү белгилүү. Анда бу түрк уруусунан чыккан талант кимдердин эмгектерине таянган да, кимдерден таалим алган? Албетте, Байыркы грек илимпоздорунун грек тилиндеги эмгектеринен үйрөнгөн. Ошондой эле белгилүү араб аалымдарынын (ошондой эле хорезмдик Мухаммед Хорезминин) илимий эмгектерин өздөштүрүп чыккан. Бир кызык жери ал-Фараби үчүн Иран менен Орто Азия чөлкөмүндө ага илим-билим жаатынан муалим болуп өрнөк көрсөтүүчү атактуу инсандар болбогон өңдүү, болсо да аларга канагаттанбаган шекилдүү. Ошондон улам да ал тил үйрөнүп, араб өлкөлөрүнө сапарга чыгууга мажбур болгон кыязы.

Убагында атагы таш жарган улуу чыгыш илимпозу Ибн Сина да ал-Фарабиге кайрылган экен. Анын “Дарыгерлик илиминин канондору” деген он томдон турган эмгегинин бет ачарында ал-Фарабинин белгилүү эмгеги жөнүндө төмөнкүдөй айтканы келтирилет:

«...Мен логиканы, табигый жана математика илимдерин толук кандуу өздөштүрүп чыккандымдан соң, мен теологияга кайрылдым да, “Метафизиканы” окуп чыктым. Бирок мен анын маани-маңызын түшүнө албадым, муну жазган адамдын максаты мен үчүн түшүнүксүз эле. Мен “Метафизиканы” кырк жолу окуп чыктым, аны жатка

да билип алдым, бирок баары бир ал кандай максатты көздөгөндүгүн такыр түшүнбөдүм. Аны түшүнүүгө эч болбостугун көзүм жетип өзүмө айттым: “Бул андап түшүнүүгө болбос китеп!”

Бир күнү күүгүм ченде базардагы китеп дүкөнчөлөрүнүн катарын кыдырып жүрдүм. Бир сатуучу кандайдыр бир китепти колуна кармап алып, үнүнүн жетишинче кыйкырып мактап жатты. Ал мага ошол китебин сунганда, “Бул илимден мага эч кандай пайдасы жок!” деп нааразы кейпимде аны чечкиндүү четке кактым. Бирок ал мага: “Бул китепти сатып ал, арзан гана, мен муну үч дирхемге сатам” деп туруп алды. Бул Абу Наср Фарабинин “Метафизиканын” максаты жөнүндөгү китеби экен. Мен үйгө бат эле кайтып, аны шаша-буша окууга кириштим. Менин алдыма китептин негизги маани-маңызынын эшиги ачылып, бардык түшүнбөстүктөр чечмеленди» [4:12]. Ибн Халликандын жазганы боюнча ал-Фараби өзү да Аристотелдин “Метафизикасын” биринчи жолу окуганда дурустап түшүнгөн эмес экен. Ошондо жардам берүүсүн өтүнүп логика илими боюнча адистерден болгон белгилүү философ Абу Башрга барыптыр [3:71]. Ушул жерде көңүл бурчу бир нерсе: Бухаранын китеп базарындагы кадимки эле сатуучунун айтылуу Аристотелдин “Метафизикасына” ал-Фарабинин араб тилиндеги түшүндүрмөсүн көтөрө чаап мактап, сатып алууга үндөгөндүгүнө караганда X к. Орто Азия элдеринин маданияты бир топ жогорку деңгээлде болгондугун айгинелейт.

Белгилүү чыгыш таануучулар (И.С. Брагинский, В.М. Жирмунский, Н.К. Конрад) түрк жана иран-тажик эл-жеринде ренессанс X–XI кк. баштап XV к. чейин болуп өткөн экен деп айтышат. Ортодоксалдык исламдык Азия XVI к. баштап караңгылыктын кучагына бекем чулганганда Европа кайра ойгонуп Кайра Жаралуунун, андан кийинки Агартуу доорунун кубаттуу толкундарынын кучагында жеңиштүү сүзүп бараткан.

Адабияттар

1. Кыргыздар. Т. 2. Түзгөн К. Жусупов. – Бишкек, 1993.
2. Аристов Н.А. Усуны и кыргызы или каракыргызы. – Бишкек, 2001.
3. Салдадзе А. Ибн Сина (Авиценна). – Ташкент, 1985.
4. Абу Али ибн Сина. Авиценна. Каноны врачевой науки: В 10 т. Т. 1. – Ташкент, 1996.
5. Европейский эпос античности и средних веков. – М., 1984.

ЮБИЛЕИ



Исполнилось 75 лет со дня рождения и 52 года трудовой, научной, педагогической и общественной деятельности академика НАН КР, доктора геолого-минералогических наук, профессора, заслуженного деятеля науки КР, заведующего лабораторией металлогении и рудообразования Института геологии НАН КР

Розалии Джаманкуловны ДЖЕНЧУРАЕВОЙ.

Р.Д. Дженчураева в 1958 г. окончила Московский институт цветных металлов и золота и была распределена в Кутессайскую ГРП, пос. Актюз. В 1960 г. переведена в Институт геологии АН Кирг.ССР. В 1966 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию, а в 1990 г. – докторскую, став первым кандидатом и доктором геолого-минералогических наук из числа женщин кыргызской национальности.

Наиболее актуальными исследованиями являются: металлогенический анализ и разработка теоретических основ для выявления основных закономерностей размещения полезных ископаемых на территории Тянь-Шаня, региональные геологические построения на основе плитной тектоники; выявление палеогеодинамических обстановок и прогнозирование характерных традиционных и нетрадиционных типов оруденения; построение частных и интегральных моделей рудных месторождений для прогноза глубоко залегающих рудных скоплений.

Р.Д. Дженчураевой было сформировано новое научное направление в Кыргызстане и создана школа по *формационному анализу рудоносного метасоматизма*; выделена новая структура – *тыловодужный магматический пояс* и ряд рудоносных *очагово-купольных структур*, к которым приурочены золоторудные, золото-вольфрамовые (Жумтор), медно-порфировые и др. промышленные месторождения; рекомендовано использовать комплексный подход с применением новых методов исследования (кристалломорфологический анализ сопутствующих минералов, выделение геохимических аномалий золота по комплексу элементов, зональность метасоматитов и др.). Это позволило оценивать распространение оруденения на глубину; впервые для золото-медно-порфировых и золоторудных месторождений была предложена модель, основанная на волновом механизме передачи энергии и возникающих при этом интерференционно-резонансных явлениях с образованием определенных рудоносных структур. Модель этого механизма позволила обоснованно выходить на локальный прогноз рудной минерализации, заключающейся в установлении геометрии невоскрытых рудных тел для геолого-разведочных работ.

Розалия Джаманкуловна в течение многих лет на грантовой основе является соисполнителем в многочисленных международных программах и проектах (Сорос, INTAS, IAGOD, UNESCO и др.), ведет совместные научные исследования с учеными ряда зарубежных стран (Германия, США, Австрия, Китай, Англия, Финляндия, Австралия, Япония, Россия и др.).

Р.Д. Дженчураевой опубликовано более 160 научных работ, 5 монографий, 2 атласа рудных месторождений и др. В настоящее время находится на рассмотрении новый совместный с министерством природных ресурсов проект “Оценка и перспективы использования традиционных и новых видов минерального сырья в Кыргызстане”.

Под ее руководством защищены 3 кандидатские диссертации, подготовлены к защите одна докторская и одна кандидатская диссертации.

Р.Д. Дженчураева успешно совмещает научную деятельность с работой в вузах. С 1991 по 1999 г. в должности профессора читала лекции в Горно-металлургическом институте (3 и 5 курсы). В КГУСТА (1999–2005) по совместительству работала зав. кафедрой экологии, деканом факультета, организовала Институт экологии и энергосбережения, который возглавила (директор по совместительству, 2002–2005).

При ее содействии здесь была открыта магистратура, аспирантура и докторантура. В настоящее время читает лекции в Институте горного дела и горных технологий.

Активно занимается общественной работой. В течение трех созывов (16,17,18) избиралась депутатом Фрунзенского городского Совета народных депутатов и все три созыва была председателем Депутатского Совета.

С 1988 г. Р.Д. Дженчураева является Председателем Кыргызской национальной группы в Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD), а в 2008 г. на Генеральной ассамблее международного геологического конгресса в Осло (Норвегия) была номинирована и избрана представителем по Азиатскому континенту.

С 1995 г. – член экспертного Совета ВАК, а с 1999 г. по настоящее время – член Президиума НАК при Президенте КР.

Исследовательская и общественная работа Р.Д. Дженчураевой была отмечена медалями и почетными грамотами.

*Президиум НАН КР,
Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук,
Институт геологии*

ЮБИЛЕИ



Исполняется 80 лет со дня рождения доктора химических наук, профессора, члена-корреспондента Национальной Академии наук Кыргызской Республики, лауреата Государственной премии Киргизской ССР по науке и технике, заслуженного деятеля науки Кыргызской Республики, лауреата премии Национальной Академии наук им. И.К. Ахунбаева, заслуженного изобретателя Кыргызской Республики

Мамыта Усубакуновича УСУБАКУНОВА.

М.У. Усубакунов родился в Сокулукском районе в селе Саз.

В 1948 г. окончил среднюю школу №5 г. Фрунзе, а в 1952 г. – биолого-почвенный факультет Киргосуниверситета и был направлен на работу в Институт химии Академии наук КР, где работает уже 58 лет.

За время работы в институте М. Усубакунов провел ряд научных исследований в области химии редких элементов, металлоорганических соединений и технологии сурьмы, мышьяка, золота, серебра и тугоплавких металлов. Основные результаты работы изложены в более 150 статьях и трех монографиях. Им было получено 10 авторских свидетельств СССР и патенты. За разработку новых технологий получения сурьмы и ее соединений он награжден дипломом I степени ВДНХ Киргизской ССР и Бронзовой медалью ВДНХ СССР.

Мамыт Усубакунов является крупным специалистом в области химии и химической технологии цветных металлов. Наряду с фундаментальными исследованиями, он в течение более 45 лет (с 1965 г.) систематически занимается разработкой технологических схем по получению особо чистой сурьмы марок “Су-экстра”, сурьмы (99, 9999), Су-0000, оксидов (Ш,У) – ОСЧ, сульфида сурьмы (Ш,У) высшего качества. Сульфид сурьмы (Ш) – крудум получен из рядового флотоконцентрата.

Металлическая сурьма, полученная по технологии М. Усубакунова, признана по чистоте мировым эталоном. Эта технология в свое время была внедрена на Кадамжайском сурьмяном комбинате с большим экономическим эффектом.

Кроме того, впервые в сурьмяном производстве разработаны и испытаны в опытно-промышленных условиях следующие способы:

- вывод мышьяка из сурьмяной пыли в щелочном растворе;
- комплексное извлечение сурьмы и мышьяка из местных некондиционных мышьяковисто-сурьмяных руд;
- получение золото-сурьмяного концентрата при переработке руды местного месторождения Ничке-Суу;
- комплексная переработка пиритного концентрата Кумтора, содержащего золото, серебро и железо;
- извлечение сурьмы, мышьяка и золота из вторичного сырья Кадамжайского сурьмяного комбината (печные выломки, мышьяковистый и железный рафшлак);
- комплексная переработка отходов сурьмяного комбината, содержащих сурьму и большое количество мышьяка с целью утилизации ядовитого мышьяка.

Таким образом, разработано более 20 новых, эффективных, экологически чистых безотходных технологий.

Следует отметить разработанный низкотемпературный способ извлечения золота и серебра из пиритного концентрата Кумтора хлорированием парами четыреххлористого углерода.

Полнота извлечения золота хлорированием парами четыреххлористого углерода из пиритного концентрата гораздо выше, чем методами цианирования.

Разработанные технологические схемы отличаются высокой эффективностью, простотой использования и экологической чистотой.

В настоящее время ведутся исследования по комплексной переработке новых месторождений Ничке-Суу. Руды Ничке-Суу, кроме сурьмы, содержат более 50–60 химических элементов, имеющих промышленное значение. Поэтому эти месторождения уникальны и могут иметь существенное значение в экономике республики.

Наряду с этим синтезировано более 50 новых ранее неизвестных соединений сурьмы, в которых выявлен ряд технически важных свойств. Они могут применяться как светочувствительные материалы, катализаторы, ионообменники, групповые реагенты для разделения редкоземельных элементов и как исходное сырье для получения антимонатов редкоземельных элементов, широко применяемых в новой технике.

За плодотворную научную работу награжден медалью “За доблестный труд” (к 100-летию со дня рождения В.И. Ленина) (1970 г.), Почетными грамотами Верховного Совета Киргизской ССР (1972, 1979 гг.), юбилейной Почетной грамотой Фрунзенского ГК КП исполкома городского совета народных депутатов (1979 г.), медалью “Данк” (2002 г.).

*Президиум НАН КР,
Отделение химико-технологических,
медико-биологических и сельскохозяйственных наук,
Институт химии и химической технологии*

ЮБИЛЕИ



Исполнилось 60 лет со дня рождения и 40 лет трудовой, научно-педагогической и общественной деятельности заведующего лабораторией ИФТ-ПиМ НАН КР, члена-корреспондента НАН КР, лауреата Государственной премии КР в области науки и техники, заслуженного деятеля науки КР, доктора физико-математических наук, профессора

Мустафы Мусаевича КИДИБАЕВА.

М.М. Кидибаев родился в г. Нарын Киргизской ССР. Окончил в 1972 г. Пржевальский государственный педагогический институт. С 1974 по 1993 г. работал младшим научным сотрудником, ведущим научным сотрудником, заместителем заведующего и заведующим лабораторией Института физики НАН КР. С 1993 г. М.М. Кидибаев – референт аппарата Правительства КР. В 1995 г. был командирован в Исполнительную дирекцию Международно-

го фонда спасения Арала в качестве консультанта от Кыргызстана. В 1997–1998 гг. – исполнительный директор МФСА в КР. В 1998–2004 гг. – ректор Иссык-Кульского госуниверситета им. К. Тыныстанова, 2004–2005 гг. – министр образования КР, 2007–2008 гг. – директор Института физики НАН КР. С 2008 по настоящее время – заведующий лабораторией кристаллофизики Института физико-технических проблем и материаловедения НАН КР.

Цель его научной деятельности – исследование примесных, ростовых и радиационных дефектов в кристаллах, а также их кристаллохимических особенностей, электронных спектров и электронной структуры, исследование радиационно-стимулированных и диссипативных процессов в плане поиска новых эффективных материалов многоцелевого назначения, в том числе люминесцентных, экзоэмиссионных, ЭПР-чувствительных и storage-детекторов ионизирующих излучений, новых радиационно-устойчивых материалов, в том числе материалов для нелинейной оптики, оптических сред для записи и хранения информации. В последние годы его научная деятельность связана с синтезом и исследованием низкоразмерных волоконных и нанокристаллических структур, а также тонкослойных гетероструктур на базе соединений LiF и NaF.

М.М. Кидибаева отличает высокий уровень научных контактов в области разработки оптических сред многоцелевого назначения с ИК РАН, ИЭФ УрО РАН, МФТИ, СО РАН и с Российским федеральным ядерным центром. Он – организатор и руководитель ряда Международных проектов: 2 грантов НАТО и 2 проектов Международного научно-технического центра в коллаборации с коллегами из России, Франции и Германии.

Им опубликовано около 400 научных работ, среди них – 4 монографии, 22 учебника по физике для вузов, 30 авторских свидетельств и патентов (6 Евроазиатских). Разработки нашли практическое применение в научных и медицинских учреждениях Кыргызстана и России. Подготовлены 11 кандидатов и 4 доктора наук.

М.М. Кидибаев является действительным членом (академиком) Инженерной академии КР и Международной инженерной академии (Москва). Имеет чин “Государственный советник Кыргызской Республики” 2-го класса. За активную общественную и педагогическую деятельность награжден Серебряной Георгиевской медалью “Честь, Слава, Труд” III степени Международной академии рейтинговых технологий и социологии “Золотая Фортуна”. Является Почетным членом Консультативного совета Американского биографического института, имеет звание “Человек года-2000” Американского биографического института, почетное звание Кембриджского университета “Мировой лидер в образовании” (2008).

Президиум НАН КР,

*Отделение физико-технических, математических и горно-геологических наук,
Институт физико-технических проблем и материаловедения*

ЮБИЛЕИ



Исполнилось 60 лет со дня рождения и 41 год трудовой, научной и научно-педагогической деятельности члена-корреспондента Национальной академии наук Кыргызской Республики, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника Института теоретической и прикладной математики Национальной академии наук Кыргызской Республики

Павла Сергеевича ПАНКОВА.

П.С. Панков родился 1 июля 1950 г. В 1969 г. окончил с отличием механико-математический факультет Киргизского государственного университета и в этом же году начал трудовую деятельность в Институте физики и математики республиканской Академии наук, где работал в должностях младшего, старшего и ведущего научного сотрудника. В 1971 г. защитил кандидатскую диссертацию “Исследование операторно-дифференциальных уравнений, близких к вырожденным” под руководством М.И. Иманалиева. В 1986 г. защитил докторскую диссертацию на тему “Доказательные вычисления на ЭВМ”, научный консультант М.И.Иманалиев (Вычислительный центр АН СССР, Москва).

П.С. Панков – ведущий ученый в области интегро-дифференциальных уравнений и компьютеризации научных исследований, является автором более 150 научных работ, среди них 3 монографии, и более 100 учебно-методических работ (в том числе также во Франции, Венгрии, Литве, Германии). Он подготовил 6 кандидатов и 1 доктора наук, внес большой вклад в развитие научной школы Кыргызстана по интегро-дифференциальным уравнениям.

Для научной деятельности П.С. Панкова характерно сочетание теории и вычислительного эксперимента. Он улучшил и довел до точной оценки на величину запаздывания, гарантирующие конечномерность пространства решений начальной задачи для дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. Он разработал методику систематического применения вычислений на компьютере для поиска и строгого обоснования новых результатов в теоретических и прикладных исследованиях, для чего ввел термин “доказательные вычисления”. Построил пакет программ для гарантированной аппроксимации экспериментальных данных с известной погрешностью измерения.

П.С. Панков ввел ряд математических понятий, развитие которых позволило ему и его ученикам получить важные результаты в разработке основ применения в Кыргызстане метода дополнительного аргумента, в теории уравнений с частными уравнениями, в установлении класса корректных задач для дифференциальных уравнений в частных производных с аналитическими данными функциями в тех случаях, когда соответствующие задачи со сколь угодно гладкими данными функциями являются некорректными, в том числе: начальной задачи с обратным временем для уравнения теплопроводности; задачи для уравнения теплопроводности с данными на временной прямой; начальной задачи для уравнения эллиптического типа, в определении особых положений в механизмах на основе метода малого параметра.

Творческий диапазон П.С. Панкова весьма широк. Им и его единомышленниками введены понятие кинематического топологического пространства и осуществлена компьютерная визуализация неевклидовых и многомерных пространств. На основе специфических особенностей кыргызского языка им разработаны не имеющая аналогов контрольно-обучающая программа по словоизменению для персональных компьютеров и комплексный компьютерный экзамен, применяющиеся в школах и вузах Кыргызстана, составлен и реализуется комплексный план компьютеризации кыргызского языка. Разработана методика независимого компьютерного представления естественных языков и алгоритмический язык для ее реализации. Сформулированы требования к компьютерному тестированию знаний: формируемость, уникаль-

ность и полная конфиденциальность заданий и разработана методика их реализации, введено понятие обязательно-коллективного тестирования знаний и интеллектуального глазомера, разработана методика составления олимпиадных заданий с использованием условий Кыргызстана.

Значительное внимание уделяет член-корреспондент П.С. Панков развитию образования. Он – один из инициаторов проведения городской олимпиады и первой в СССР республиканской олимпиады по информатике, возглавляет жюри этих олимпиад и сборную команду школьников Кыргызстана на международных олимпиадах.

В настоящее время П.С.Панков является председателем диссертационного совета при ИПТМ НАН КР и КНУ им. Ж. Баласагына, членом бюро Отделения физико-технических, математических и горно-геологических наук НАН КР.

П.С. Панков в течение ряда лет является обозревателем журнала "Mathematical Reviews", его краткая биография включена в 11-е и 17-е издания "Who's Who in the World" и 23-е и 27-е издания "Dictionary of International Biography".

За плодотворную научную, научно-педагогическую деятельность ему присвоены почетные звания "Отличник просвещения Киргизской ССР" (1982), "Отличник просвещения СССР" (1986), "Заслуженный работник образования Кыргызской Республики" (2003). Он награжден премией ЛКСМ Кыргызстана (1975), премией имени И. Арабаева (совместно с Т.С. Садыковым) (1997), Государственной премией Кыргызской Республики (совместно с А.А. Борубаевым) (1998), Академической премией имени И. Ахунбаева (совместно с А.А. Борубаевым) (2003).

*Президиум НАН КР,
Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук,
Институт теоретической и прикладной математики*

ДАНЬ ПАМЯТИ



Прошло 10 лет как с нами нет академика НАН КР, доктора медицинских наук, заслуженного деятеля наук, лауреата Государственной премии в области науки и техники, заслуженного изобретателя, видного ученого фармаколога

Арстанбека Алыбаевича АЛТЫМЫШЕВА.

А.А. Алтымышев родился 5 мая 1930 г. в с. Алтымыш (Кара-Булак) Кеминского района.

После окончания средней школы в 1946 г. поступил в Киргизский государственный медицинский институт, в 1951 г. – в аспирантуру по фармакологии МГМИ имени Пирогова, в 1954 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1968 г. – докторскую.

Работал с 1954 по 1969 гг. ассистентом, доцентом, зав. кафедрой фармакологии медицинских институтов городов Фрунзе, Семипалатинска.

В 1969 г. возглавил отдел фармакологии при ИОХ АН КР, с 1980 по 1990 гг. – заместитель директора по НИР ИОХ АН КР. С 1990 по 1992 гг. – директор Научно-инженерного центра "Биофармакология" АН КР. В 1992 г. организовал Институт биофармакологии НАН КР.

Основные научные направления: фармако-токсикологическое изучение природных и синтетических веществ и создание на их основе новых лекарственных препаратов. А.А. Алтымышев внес выдающийся вклад в развитие фармакологии. Он является основоположником биофармакологии.

Под его руководством были созданы природные адаптогены, повышающие неспецифическую резистентность и защищающие клеточные мембраны при экстремальных воздействиях, высотной гипер- и гипоксии, а также при различных токсических воздействиях.

По международной программе "Интеркосмос" разработаны, защищены патентами СССР и внедрены в практику космической медицины адаптогены "Гипкос", "Гипомин" и др.

Созданные А.А. Алтымышевым природные фитоадаптогены внедрены в спортивную медицину, использованы при подготовке спортсменов к XXII Олимпиаде, а также альпинистами при восхождении на Эверест и в Антарктических экспедициях.

Под руководством А.А. Алтымышева совместно с учеными Бразилии разработан и внедрен в производство и медицину Бразилии иммуно-протектор "Алтакорин".

А.А. Алтымышев является автором бальзама "Арашан", под его руководством созданы бальзам "Уссурийский" (г. Владивосток), "Сибирь" (Новосибирск), "Гобустан" (Баку), а также бальзам "Арстан", "Казкыр", которые внедрены в промышленное производство. Бальзам "Арашан" удостоен большой золотой медали международной ярмарки в Лейпциге (1977) и Знака качества СССР.

Большой вклад внес А.А. Алтымышев в изучение фармакологии и токсикологии химических веществ, синтезированных в ИОХ НАН КР.

Эти исследования обобщены в монографиях "Фармакологические свойства кобальтсодержащих препаратов, применяемых в медицине и сельском хозяйстве", "О биологических свойствах некоторых препаратов на основе изолейцина".

Результаты изучения природных биологически-активных веществ обобщены в ряде монографий, среди которых "Лекарственные растения Киргизии", "Природные целебные средства", "Чай, кофе – целебные бальзамы", "Очерки о мумие", "Яды и противоядия" и др.

А.А. Алтымышевым опубликовано более 300 научных работ, 15 монографий, более 15 методических пособий и рекомендаций.

А.А. Алтымышев является заслуженным изобретателем СССР и Киргизии, автором 50 международных патентов, которые внедрены в здравоохранение России, Кыргызстана, Азербайджана, Казахстана, Беларуси. Многие его препараты участвовали на международных выставках в Лейпциге, Париже, Багдаде, Бухаресте, а также на ВДНХ СССР, Кыргызстана и удостоены золотых, серебряных и бронзовых медалей. За цикл работ в области фармакологии и токсикологии награжден медалью Н. Кравкова, за разработку и внедрение по международной программе "Интеркосмос" в практику космической медицины фитоадаптогенов – медалью имени С.П. Королева.

Государство высоко оценило заслуги А.А. Алтымышева. Он награжден Почетной грамотой координационного комитета стран-членов СЭВ, 6 медалями Президиума Верховного Совета СССР, а также многими памятными и юбилейными медалями.

В 1970 г. он был удостоен звания лауреата Государственной премии в области науки и техники за новый препарат Ликорин, который зарегистрирован Всемирной организацией здравоохранения ООН и внесен во всемирную Фармакопею.

А.А. Алтымышев неоднократно представлял фармакологическую науку на международных конгрессах, симпозиумах, съездах и конференциях. Он являлся членом Президиума Правления совета Всесоюзного научного общества фармакологов СССР, возглавлял общество фармакологов Кыргызстана, был членом президиума Центрального совета космонавтики.

А.А. Алтымышев широко известен за пределами нашей страны: многие зарубежные научные издания ссылаются на его труды и неоднократно пользовались его консультациями по созданию новых биоконкомпозитов.

Академик А.А. Алтымышев умело сочетал научную деятельность с общественной работой. По его инициативе было создано новое направление по подготовке специалистов по заготовке и использованию лекарственного сырья на базе лицеев, профтехобразования Киргизии, которые успешно готовят специалистов этой области.

*Президиум НАН КР,
Отделение химико-технологических,
медико-биологических и сельскохозяйственных наук,
Институт химии и химической технологии*