

ISSN 0002-3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН  
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

**КАБАРЛАРЫ**

---

**ИЗВЕСТИЯ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**2012**

**БИШКЕК**

**№ 3**

**“ИЛИМ”**

**Научно-издательский совет:**

академик Эркебаев А.Э. (главный редактор);  
академик Плоских В.М. (зам. главного редактора);  
член-корр. Ашимов И.А. (отв. секретарь);  
академик Айдаралиев А.А.  
академик Айтматов И.Т.  
академик Алдашев А.А.  
академик Борубаев А.А.  
академик Жоробекова Ш.Ж.  
академик Какеев А.Ч.  
академик Койчуев Т.К.  
академик Кудаяров Д.К.  
академик Текенов Ж.Т.  
академик Маматканов Д.М.  
академик Шаршеналиев Ж.Ш.  
член-корр. Оморов Т.Т.

Журнал основан в 1966 г.

Редакторы *Р.Д. Мукамбетова, Е.В. Комарова, Е.И. Полихова*  
Компьютерная верстка *А.Ж. Малдыбаева*  
Дизайн обложки *А.Ж. Малдыбаева*

Подписано в печать 11.10.12. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Печать офсетная.  
Объем 14 п. л., 13,5 уч.-изд. л. Тираж 100 экз.

Издательство “Илим”,  
720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265а

## СОДЕРЖАНИЕ

## MAZMUNU

## CONTENTS

**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ**

АЙДАРАЛИЕВ А.А. Стратегия и план действий по организации при ООН группы развивающихся горных государств, находящихся в наиболее уязвимом положении, с целью списания и обмена внешнего долга (Горная инициатива)..... 7

Катаал шарттарда жайгашкан тоолуу өлкөлөрдүн сырткы карыздарын жоюу жана алмаштыруу максатында БУУнун Стратегиялык планы (Тоо маселелери боюнча)

Strategy and action plans for the organization of the UN group of developed mountain countries being in most vulnerable position with the purpose of debt cancellation and exchange (Mountain Initiative)

ТАТЕНОВ М.Б. Соотношение государственного коллегиального управления и народного суверенитета.... 11

Мамлекеттик коллегиялык башкаруунун жана элдик суверенитеттин байланышы

Intercommunication of state collective government and people's sovereignty

**ПРОБЛЕМЫ ГЕОДИНАМИКИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ПОИСКА И ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КЫРГЫЗСТАНА**

КОЙЛУБАЕВ Э.С. Контроль процесса бурения по электропотреблению..... 15

Электр пайдалануу боюнча бургулоо процессин байкоо

Control of drilling process by energy consumption

МАМАЕВ Ш.М. Об одном варианте определяющего соотношения для материалов, чувствительных к изменению скорости деформаций ..... 17

Деформациялардын ылдамдыгынын өзгөрүүсүнө сезимдүү материалдардын аныктама катыштарынын биварианты тууралуу

About one variant of qualificatory correlation for materials sensible to the change of speed of deformation

ТОЛОБЕКОВА Б.Т. Повышение полноты извлечения запасов из недр путем разработки нового технологического способа..... 25

Improving the completeness of extraction of resources from the subsoil by development new technological methods

Жаңы технологиялык ыкма иштеп чыгуу жолу менен кеңди жер алдынан казып алуунун толуктуулугун жогорулатуу

ТАЖИБАЕВ К.Т., ТАЖИБАЕВ Д.К., АКМАТАЛИЕВА М.С. Метод определения остаточных и действующих напряжений в горных породах, основанный на законе изменения скорости поперечной поляризованной ультразвуковой волны от напряжений в твердых материалах ..... 31

Поляризацияланган туурасынан таркалган ультра үн толкундарынын ылдамдыгынын каттуу материалдардын чыңалуусуна жараша өзгөрүү законуна негизделген тоо тектериндеги калдыктуу жана аракеттүү чыңалууну аныктоо методу

Method of definition of residual and effective stresses in rocks based on the law of change of speed of the cross polarized ultrasonic wave from stresses in solid materials

АХМЕДОВ С.М. Локализация гравитационных геосистем (обвалов и оползней) Кыргызского Тянь-Шаня (Часть I) ..... 37

Кыргыз Тянь-Шандын гравитациялык геосистемалардын (көчкүлөр жана жер катмарынын жылыштарынын) локализацияланышы

Localization of gravitational geosystems (rockslide and landslides) of Kyrgyz Tien Shan

**ПРОБЛЕМЫ СЕЙСМОЛОГИИ**

ДЖУМАБАЕВА А.Б. Сейсмогенные разрывы Кочкорской впадины..... 41

Кочкор өрөөнүн сейсмикалык жараңкалары

Seismogene faults of the Kochkor basin

ФРОЛОВА А.Г., ДЖАНУЗАКОВ К.Д., ПЕРШИНА Е.В., ШУКУРОВА Р. Сейсмичность территории Кыргызстана .....	45
Кыргызстандын территориясынын сейсмикалылуугу	
Seismicity of Kyrgyzstan territory	
НУРМАНБЕТОВ К. Домезозойские структуры Исык-Кульского региона и их сейсмический потенциал..	50
Ысык-Көлдүн аймагындагы мезозойго чейинки структуралар жана алардын сейсмикалык потенциалы	
Pre-Mesozoic structures of the Issyk-Kul region and their seismic potential	
ФРОЛОВА А.Г., ПЕРШИНА Е.В., ШУКУРОВА Ы. Спектры реакции по записям землетрясений Кыргызстана .....	56
Кыргызстандагы жер титирөөлөрдүн жазылышындагы спектрлердин реакциясы	
Response spectra on records of Kyrgyzstan earthquake	

### ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ВОСПРОИЗВОДСТВА БИОРЕСУРСОВ

КАРИМОВ К.А., ГАЙНУТДИНОВА Р.Д. Изменение температурного режима нижней атмосферы и солнечная активность .....	62
Төмөнкү атмосферанын температуранын мейкиндигин өзгөртүү жана күндүн активдүүлүгү	
Change of temperature regime of lower atmosphere and solar activity	
ТЫНЫБАЕВА И.К. Изучение экспрессии гена aro (aromatic aminotransferase) в норме и при воздействии теплового шока с применением метода real-time PCR.....	70
Real-time PCR ыкмасын колдонуу менен жылуулукту ченем менен таасир беруудө aro (aromatic aminotransferase) генинин экспрессияларын изилдөө	
Study of gene expression aro (aromatic aminotransferase) in normal and under the influence of heat shock method of using real-time PCR	
АПЕНДИНА Г.С. Изучение нефтеструктивной активности углеводородокисляющих микроорганизмов рода Dietzia .....	72
Dietzia уруусундагы көмүркычкылтектеги кычкылдандыруучу микроорганизмдердин нефтеструктивдуу активдуулугун изилдөө	
The study of activity destructive hydrocarbon-oxidizing microorganisms kind Dietzia	
САТЫБАЛДИЕВА Д.К., ШАРШЕЕВА Э.Б., ТОКТОРАЛИЕВ Э.Т. Биологическая очистка сточных вод картофелеперерабатывающих предприятий.....	78
Картошка иштетүүчү өнөр жайлардын булганыч сууларын биологиялык тазалоо	
Biological Treatment of Waste Waters in Potato-processing Plants	
ТОКТОРАЛИЕВ Э.Т., БЕРДИЕВА М.Т. Геоэкологические проблемы рекреации в Кыргызской Республике .....	80
Кыргыз Республикасындагы рекреациясынын геоэкологиялык проблемалары	
Recreation sector in the Kyrgyz Republic: Geoecological problems	
СУЛИЕВ А.И. Топливная напряженность на ТЭЦ Бишкека.....	83
Күйүүчү материалдардын Бишкек ТЭЦиндеги жетишсиздиги	
Fuel intensity on thermal power station of Bishkek	

### ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

ОМОРОВ Т.Т., КОЖЕКОВА Г.А., ЖОЛДОШОВ Т. Метод синтеза автоматических регуляторов для нестационарных линейных многомерных систем .....	90
Стационардык эмес сызыктуу көп өлчөмдүү системалар үчүн автоматтык регуляторлорду синтездөө методу	
Method of synthesis of the automatic regulators for non-stationary linear multidimensional systems	

ЖИВОГЛЯДОВ В.П. Многокритериальное дуальное управление экстремальными объектами .....	93
Көпкритериялуу дуалдык экстремалдык объектилерди башкаруу	
Multicriterial dual control extremal objects	
МАРУФИЙ А.Т., КАПАРОВ Ч.А. Сравнительный анализ двух методов ввода исходных данных условий примыканий при расчете конструкций методом конечных элементов .....	99
Конструкцияларды четтүү элементтер ыкмасы менен эсептөөдө берилген ыкташуу шарттарын киргизүүнүн эки методунун салыштырма анализи	
Comparative analysis of two methods of entry reference data in calculating junction structures using finite element	
БОРУБАЕВ А.А., КАНЕТОВ Б.Э. О некоторых классах равномерных пространств.....	102
Бирдей мейкиндиктеги айрым класстар жөнүндө	
On some classes of uniform space	
ПАНКОВ П.С., КЕНЕНБАЕВА Г.М. Иргөө кубулушу диссипациялык системалардын биринчи мисалы катарында жана аны компьютерде ишке ашыруу .....	105
Явление «иргөө» как первый пример диссипативной системы и его реализация на компьютере	
The phenomenon «irgөө» as the first example of a dissipative system and its computer implementation	
СУНДЕЕВ Д.Г. Автономная модель динамической системы дистанционного обучения .....	108
Дистантык окутуунун динамикалык системасынын автономиялык үлгүсү	
Standalone model of dynamic e-learning system	

### ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ШПОТА Е.Л. Влияние минеральной среды на биоокисление сульфидного концентрата мезофильным штаммом <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> .....	115
Мезофилдүү <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> штаммы менен биокычкылданган сульфиддик концентрацияга минералдык чөйрөнүн тийгизген таасири	
Mineral media influence on sulphidic concentrate biooxidation by mesophilic strain of <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	
ПИЩУГИН Ф.В., ТУЛЕБЕРДИЕВ И.Т., СУЛТАНКУЛОВА А., ТОКТОСУНОВА Б.Б., БУРАКОВ В.В. Трансальдимирование энантиомеров аланина под действием пиридоксала .....	117
Аланиндин энантиомерлерин ар түрлүү шартта пиридоксалдин таасири менен трансальдимирлөө	
Trans-elimination of the $\alpha$ -alanine enantiomers under action of pyridoxal	
ШАПАКОВА Ч.К., ДЖУМАЕВ И.А., КАСЫМОВА Д.С. ИК-спектроскопическое исследование комплексных соединений галогенидов металлов с ароматическими и гетероциклическими аминокислотами .....	120
Металлдардын галогениддери менен ароматикалык жана гетероциклдик амин кислоталарынын комплекстик бирикмелерин ИК-спектроскопиялык изилдөө	
Research IR-spectroscopy of halides metals with aromatic and heterocyclic aminoacids	

### ПРОБЛЕМЫ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

НАМАЗБЕКОВ М.Н., ТУРДУШЕВА Д.К. Характеристика методов респираторной поддержки.....	126
Дем алууга жардам берүү методунун мүнөздөмөсү	
Controlled mechanical ventilation	

### ФИЗИКА И ПЛАЗМЫ

ДОРЖУЕВА Г., РЫСКУЛ КЫЗЫ ГУЛЬЗАТ, ЖЕЕНБАЕВ Н., НУРСЕИТОВА А., УРМАНБЕТОВ К. Температура потока плазмы двухструйного плазматрона .....	129
Эки агымдуу плазматрондогу плазманын агымынын температурасы	
Two jets plasmatron's plasma flow temperature	

### ВОПРОСЫ КОНСТИТУЦИОННО-ПРАВОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ТАТЕНОВ М.Б. Верховный суд и суды второй инстанции Кыргызской Республики как коллегиальные органы .....	132
Кыргыз Республикасынын Жогорку соту жана экинчи инстанциядагы соттор коллегиялык органдар катарында	
Supreme Court and courts of the second instance of Kyrgyz Republic as collective bodies	
ТУКЕНОВА А.М. Проблемы соотношения понятий риска и гражданско-правовой ответственности в гражданском законодательстве .....	137
Жарандык мыйзамдардагы тобокелчилик түшүнүгү жана жарандык-укуктук жоопкерчилик катышынын көйгөйлөрү	
Problems of a ratio of concepts of risk and civil responsibility in civil law	

### ПРОБЛЕМЫ ЛИТЕРАТУРЫ И ЯЗЫКОЗНАНИЯ

ВАЛЬВАКОВ Р.В. Функциональная нагрузка сравнительных конструкций в художественном тексте ...	143
Адабий тексттеги салыштырмалуу конструкциялардын функциялары	
Functional load of comparative constructions in a text of fiction	
АЛИМПИЕВА Л.В. Экзосема как элемент интерпретации субзнака в коммуникативном контексте (на материале русских частиц) .....	148
Байланыштык контексте экзосеманын кош белги элементи катары челмелөө (орус тилинин бөлүкчөлөрүнүн негизинде)	
Exoseme as an element of subsign interpretation in a communicative context (on the basis of Russian particles)	
ЖАМАНКУЛОВА К.Т. Синтаксис простого предложения в работах проф. А. Жапарова .....	152
Жөнөкөй сүйлөмдүн синтаксиси проф. А. Жапаровдун эмгектеринде	
Syntax of the simple sentence in the scholarly works by prof. A. Japarov	

### ЮБИЛЕИ

КАДЫРЛУУ МАМБЕТ МАМАКЕЕВИЧ! .....	161
МАКСУМОВОЙ РЕНЕ АБДУЛЛАЕВНЕ – 75 лет .....	162
ПИЩУГИНУ Ф.В. – 70 лет .....	164
ОРОЗОБАКОВУ Т. – 75 лет .....	166

### ДАТЬ ПАМЯТИ

М.Я. ЛЕОНОВ – ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ-МЕХАНИК .....	168
---	-----

**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ**

УДК 327.

**Стратегия и план действий по организации при ООН группы развивающихся горных государств, находящихся в наиболее уязвимом положении, с целью списания и обмена внешнего долга (Горная инициатива)**

---

А.А. АЙДАРАЛИЕВ, академик НАН КР, Чрезвычайный и Полномочный Посол Кыргызской Республики, председатель Национального центра развития горных районов КР, председатель Попечительского совета УНПК «Международный университет Кыргызстана»

---

Strategy and action plans for the organization of the UN group of developed mountain countries being in most vulnerable position with the purpose of debt cancellation and exchange (Mountain Initiative)

The article provided a strategy and action plan to write off the and the exchange debt of developing mountain countries being in the most vulnerable position (Mountain Initiative). It is identified 12 mountain states being in the most vulnerable position on the basis of GDP and external debt per capita studying.

It is proposed on the basis of resolutions adopted by the UN General Assembly on external debt and sustainable mountain development issues to create group of developing mountain states under UN and raise the question to international financial institutions of the cancellation and exchange of 50% of external debt to sustainable mountain development

Как было отмечено в главе 27 Резолюции ООН «Оценка экосистем тысячелетия» (2005 г.), жители гор сталкиваются с такими вызовами, как жёсткие климатические условия; уязвимость горных экосистем к природным и техногенным воздействиям; низкая сельскохозяйственная продуктивность; более высокие материально-технические и энергетические затраты обеспечения

жизнедеятельности; коммуникационная изолированность и отсутствие или слабые связи с рынками; ограниченность доступа к социальным и экономическим услугам. Эти факторы обуславливают особую сложность, рискованность экономической деятельности в горах, порождая бедность, социальные конфликты и политическую нестабильность.

В документе ООН «**Инвестирование в развитие практического плана для достижения Целей развития тысячелетия**» (Нью-Йорк, 2005), подготовленном известным экономистом Д. Саксом, в графе «Страны с особыми нуждами» впервые появилось понятие «**горные государства (изолированные с высокими транспортными расходами)**», наряду с существовавшими ранее при ООН следующими группами государств:

- «изолированные малые островные государства с малыми рынками и природными рисками»;
- «государства, не имеющие выхода к морю (с высокими транспортными расходами)»;
- «государства, уязвимые к природным катастрофам».

Тяжелое социально-экономическое положение большинства бедных горных государств усугубляется тем, что в попытках обеспечить экономическое развитие они вынуждены брать значительные для них кредиты у развитых стран и у международных финансовых организаций. Это долговое бремя становится непосильной ношей, поскольку существенно сокращает возможности этих стран финансировать такие важные социальные сферы, как образование, здравоохранение, экология. Большой объем долга также ограничивает интерес инвесторов к развитию промышленности и сельского хозяйства, что, безусловно, сильно снижает эффективность экономики развивающихся стран. Кроме того, огромные внешние долги не позволяют бедным горным странам удовлетворять насущные потребности своего населения.

Официальное выражение интереса к проблемам горных стран дало основание Кыргызской Республике внести на 59-ю сессию Генеральной Ассамблеи ООН предложение о списании внешнего долга в обмен на устойчивое развитие бедных горных стран. Группа развитых государств (Англия, Швейцария и др.) выступила ко-спонсорами Резолюции ООН от 10 декабря 2004 года: 59 / 238 «**Оказание помощи бедным горным странам для преодоления препятствий в социально-экономической и экологической областях**», призывающей международное сообщество оказать содействие в социально-экономическом и экологическом развитии горных государств.

На пленарном заседании 60-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН ряд руководителей го-

сударств призвали международное сообщество рассмотреть возможность обмена внешнего долга бедных горных государств на устойчивое развитие. К этому обращению были обнадеживающие предпосылки: в конце сентября 2005 года мировые СМИ известили, что «Большая восьмерка» полностью списала 55 млрд. долларов США внешнего долга ряду бедных африканских государств, значительная часть внешнего долга списана Таджикистану.

В 2001 году уровень бедности в высокогорных районах характеризовался следующими показателями: в Лесото он составил 90 – 95 %, Непале – 90 %, Кыргызстане и Таджикистане – 80 – 82 %. Во второй группе: Афганистан – 95 %, Бурунди – 90 – 95 %, Гаити – 80 – 90 % от всего населения. По состоянию на 2010 год ситуация в этих странах практически не изменилась. Такое распространение бедности напрямую связано с уже перечисленными факторами: огромный внешний долг, вооруженные конфликты, низкий уровень медицинской помощи, нерациональное использование природных ресурсов, низкий уровень образования, особенно в африканских странах, Афганистане, Непале.

Выступая на Мюнхенской конференции по вопросам политики безопасности 10 февраля 2007 г., Президент Российской Федерации В. В. Путин отметил: «Сегодня много говорят о борьбе с бедностью. Что здесь происходит на самом деле? С одной стороны, на программы помощи бедным странам выделяются финансовые ресурсы – и подчас не маленькие финансовые ресурсы. Но, по-честному, и об этом здесь тоже многие знают, зачастую – под «освоение» компаниями самих же стран-доноров. Но в то же время, с другой стороны, в развитых странах сохраняются субсидии в сельском хозяйстве, ограничивается для других доступ к технологиям. И давайте называть вещи своими именами: получается, что одной рукой раздается «благотворительная помощь», а другой – не только консервируется экономическая отсталость, а еще и собирается прибыль. Возникающее социальное напряжение в депрессивных регионах неизбежно выливается в рост радикализма, экстремизма, подпитывает терроризм и локальные конфликты».

Экономическая отсталость и нищета порождают социальную напряженность, внутреннюю и внешнюю миграцию, безработицу среди молодежи и, как следствие, усиление экстремистских, религиозных течений, таких, как «Аль-Каида»,

«Хезболлах», «Хизб ут-Тахрир» и др., которые провоцируют вооруженные террористические акты практически во всех странах мира (США, Россия, Испания, Великобритания и др. ).

Практически все государства, в которых от 50 до 100 % территории занимают горы, являются очагами конфликтов, терроризма и наркоторговли.

Мировое сообщество должно понять, что основная масса боевиков, так называемых «борцов за идеи» – это бедные, обнищавшие крестьяне и не реализовавшие себя в мирной жизни бывшие военнослужащие. Нищета, голод, неспособность прокормить многодетные семьи, суровые природно-климатические условия обитания подталкивают этих людей под знамена так называемых исламских духовных лидеров, наживающих огромные состояния именно на террористических актах и нищете огромной массы людей.

Совершенно очевидно, что человек, проживающий высоко в горах, оторванный от мировой цивилизации, никогда не слышавший о высоких технологиях и тем более не имеющий возможности и средств использовать эти технологии для эффективной хозяйственной деятельности, озабочен только одним – как прокормить себя и свою семью.

В общечеловеческой стратегии выживания обеспечение устойчивого развития горных регионов, сохранение их природного, культурного, человеческого потенциала, бесценного для мирового сообщества, является важной составляющей.

Решить эту гигантскую задачу развивающиеся, бедные горные страны с их более чем скромными финансовыми и экономическими возможностями, без партнёрства с развитыми государствами не в состоянии. Созвучна этому положению Резолюция 58-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН, которая «настоятельно призывает все страны-кредиторы принять участие в усилиях по решению стоящих перед развивающимися странами проблем погашения внешней задолженности и обслуживания долга»

Анализ ситуации, сложившейся в бедных горных государствах, показывает, что имеется группа государств, в которых ВВП на душу населения составляет менее 1200 долл. США и параметры задолженности по отношению к ВВП практически такие же, как и в группе стран, отнесенных к группе НРС.

Некоторые бедные горные страны оказались в сфере внимания таких специальных программ,

как НРС, SIDS, или усилия по оказанию помощи Африке. Однако до настоящего времени горные страны не сформировали активную группу для отстаивания своих интересов в устойчивом развитии и охране окружающей среды. В настоящее время такую возможность представляет проект «Горная инициатива», который является частью программы, направленной на предоставление специальной поддержки бедным горным странам, имеющим большую задолженность.

«Горная инициатива» окажет реальное действие в устойчивом развитии бедных горных государств и позволит выполнить Цели развития тысячелетия ООН, при этом необходимо грамотно и целенаправленно использовать принципы, изложенные в Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН 60 / 198 «Устойчивое горное развитие: «... обращать особое внимание на важность для устойчивого развития в горах изучения возможностей задействования широкого круга источников финансирования, таких, как партнерские объединения государственного и частного секторов, расширенные возможности в сфере микрофинансирования, включая микрострахование, мелкие ссуды на жилье, сберегательные счета и счета для финансирования образования и медицинского обслуживания и механизмы поддержки предпринимателей, стремящихся развивать малые и средние предприятия, а также, **когда это уместно, на основе индивидуализированного подхода, механизмов «долг в обмен на устойчивое развитие» (учет расходов на обеспечение устойчивого развития в счет погашения задолженности)».**

Анализ и обобщение фактических материалов убедительно свидетельствуют, что горные территории являются областями рискованной экономики, а обеспечение жизнедеятельности населения по сравнению с равнинными территориями требует существенно больших биологических и физических энергозатрат.

Труд людей в высокогорье сопряжен с высокими физиологическими затратами, и работоспособность человека снижается на 10–20 %.

Потери энергии в электросетях из-за отдаленности и суровости климата составляют от 10 до 40 %.

Эксплуатационный износ техники выше на 50–60 %, а мощность двигателей снижается на 12–20 %, следовательно, на 10–12 % выше затраты топлива в двигателях, то есть продолжительность эксплуатационного периода техники уменьшается на 50–60 %.

В несколько раз дороже обходится инфраструктура – строительство дорог, электросетей, водопроводов, жилых и производственных зданий.

Горные территории в обратно пропорциональной зависимости от высотной поясности характеризуются низкой эффективностью аграрного производства. Так, урожайность зерновых, картофеля и других культур ниже, чем на равнине, на 8 – 17 %, также ниже продуктивность сельскохозяйственных животных.

Вследствие этих причин и неразвитости инфраструктуры более высокие цены и на основные продукты питания: от 8 до 49 % в зависимости от удаленности от агропромышленных центров.

Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A / RES / 58 / 203 «Кризис внешней задолженности и развитие» признает, что кредиторы и должники должны нести совместную ответственность за предупреждение и урегулирование ситуаций, связанных с неприемлемым уровнем задолженности, и что облегчение бремени задолженности может играть одну из ключевых ролей в высвобождении ресурсов, которые должны направляться на деятельность, призванную обеспечить ликвидацию нищеты, устойчивый экономический рост и устойчивое развитие и достижение согласованных на международном уровне целей в области развития, включая цели, сформулированные в

Декларации тысячелетия, и в этом отношении настоятельно призывает страны направить эти ресурсы, высвобождаемые в результате облегчения бремени задолженности, в частности путем списания и уменьшения долгов, на эти цели.

Генеральная Ассамблея ООН призывает поощрять **изучение новаторских механизмов всеобъемлющего решения проблем задолженности развивающихся стран.**

На основании принятых ранее резолюций ООН необходимо поднять перед международными финансовыми институтами и государствами-донорами вопрос о списании части многостороннего и двустороннего внешнего долга (до 50%) и об обмене оставшейся части (до 50%) на реализацию проектов по устойчивому горному развитию.

На состоявшемся 3 мая 2012 года «круглом столе» в посольстве Кыргызской Республики в США было объявлено, что обмен внешнего долга на устойчивое развитие означает перенаправление средств, предназначенных для выплаты многостороннего и двустороннего внешнего долга, на решение проблем государства в области экологии, образования, здравоохранения, реабилитации урановых хвостохранилищ и т. д. В Кыргызстане может быть реализован проект «Обмен внешнего долга Кыргызстана на помощь Афганистану».

Важным представляется заявление представителя Всемирного банка, что банк готов был

Таблица 1

Группа развивающихся горных государств, находящихся в наиболее уязвимом положении

	State	GDP rate per capita / External debt per capita in 2000	GDP rate per capita / External debt per capita in 2005	GDP rate per capita / External debt per capita in 2010
1)	Kyrgyzstan	277 / 372	488 / 415	865 / 690
2)	Tajikistan	139 / 168	358 / 154	816 / 320
3)	Nepal	235 / 117	303 / 123	535 / 157
4)	Afghanistan	155 / -	248 / 31	499 / 41
5)	Lesotho	393 / 376	666 / 369	981 / 318
6)	Rwanda	219 / 162	281 / 167	532 / 307
7)	Eritrea	193 / 87	245 / 165	429 / 211
8)	Burundi	156 / 171	154 / 194	177 / 143
9)	Comoros	359 / 429	602 / -	737 / 351
10)	Haiti	388 / -	407 / 154	613 / 62
11)	Djibouti	761 / -	877 / -	1283 / 481
12)	Laos	309 / -	476 / -	1048 / 930

списать Кыргызстану 800 млн. долларов. Организация группы горных государств даст возможность Всемирному банку начать процесс списания и обмена на устойчивое развитие многостороннего внешнего долга. Резолюции ООН дают возможность начать работу по списанию и обмену внешнего долга с государствами-донорами.

**РИО–20 должно стать отправной точкой для дальнейшей продержки наиболее уязвимых развивающихся горных государств.**

В табл. 1 представлен ВВП и внешний долг на душу населения развивающихся горных государств, находящихся в наиболее уязвимом положении.

УДК: 354:342.31

## Соотношение государственного коллегиального управления и народного суверенитета

---

М.Б. ТАТЕНОВ, к. ю. н., и. о. доцента, зав. едующий кафедр.  
публичного и частного права историко-юридического  
факультета Ошского государственного университета

---

In this article is substantiated, that the real realization of people's sovereignty is possible only in the case of dominance of collective government bodies over one-man managing government bodies, as collective government bodies are the best mouthpiece of people

Слово «суверенитет» в переводе с французского означает верховная власть или верховенство и независимость власти<sup>1</sup>. Различают суверенитет государственный, национальный и народный. Государственный суверенитет – это верховенство власти внутри страны и ее независимость во внешней сфере, т. е. полнота законодательной, исполнительной и судебной власти государства на его территории, исключая подчинение властям иностранных государств, в том числе в сфере международного общения...<sup>2</sup>. Таким образом, государственный суверенитет – это обладание всей государственной властью, т. е. ее формирование и контроль над всеми государственными органами: законодательным, исполнительными, судебными и

иными. У суверенитета есть свой носитель – суверен. У государственного суверенитета носителем могут выступать весь народ, класс, нация, определенный клан, группа или единоличный правитель: абсолютный монарх либо иное единоличное лицо с его властным окружением. Когда носителем государственного суверенитета является весь народ, такой суверенитет называется народным. В соответствии с Большим юридическим словарем народный суверенитет – это полновластие народа, т. е. обладание социально-экономическими и политическими средствами для реального участия в управлении делами общества и государства. Народный суверенитет является одним из принципов конституционного строя во всех демократических государствах<sup>3</sup>.

Представители договорной теории происхождения государства, которые были основателя-

---

<sup>1</sup> Большой юридический словарь / Под ред. А. Я. Сухарева, В. Е. Крутских. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2004. – С. 596.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Там же.

ми учения о народном суверенитете, утверждали, что подконтрольность и подотчетность перед народом всех государственно-властных структур, их сменяемость есть суверенитет народа<sup>1</sup>. Исходя из вышеназванных определений о народном суверенитете можно прийти к выводу, что смысл народного суверенитета аналогичен понятию «демократия». Таким образом, чтобы осуществлять народный суверенитет, обществу необходимо реализовывать непосредственную власть через выборы, референдумы, народные собрания и осуществлять государственную власть через избираемые им представительные органы.

Во многих странах в конституциях провозглашен принцип демократизма, но в реальности демократия и народный суверенитет не реализованы. Так что же необходимо или какой нужен механизм для того, чтобы народ реально участвовал в государственном и муниципальном управлении и ему были подотчетны все государственные и муниципальные органы? Наиболее аргументированный ответ – верховенство коллегиальных государственных и муниципальных органов при подчинении им единоначальных органов, механизм их взаимодействия.

В Кыргызской Республике контроль народа над коллегиальными представительными органами – Жогорку Кенешем и местными кенешами – осуществляется посредством избрания их депутатов на очередных выборах. В случае неудовлетворительной работы депутаты или политические партии, представленные в соответствующих кенешах, могут быть не избраны на следующий срок. Вопрос действенности контроля народом деятельности президента КР, а также исполнительных, судебных и иных органов государства остается не решенным.

Граждане Кыргызстана избирают президента, но не коллегиального, а единоначального представительного органа. В таком случае контроль над президентом народа снижается – не только из-за того, что одно и то же лицо не может быть избрано президентом дважды, а ввиду того, что Жогорку Кенеш и местные кенешы – коллегиальные органы, состоящие из более чем двух человек, где депутаты взаимно контролируют друг друга, а глава государства в таком ракурсе бесконтролен. Во избежание такой бесконтроль-

ности должностных лиц исполнительной власти, в том числе и высших, в Древней Греции и Древнем Риме, например, на одну должность избирали по несколько человек.

Вышеназванный недостаток контроля президента – это первое упущение в данной сфере. Вторым недостатком является отсутствие по законодательству Кыргызстана права отзыва народом президента, которое, к примеру, предусмотрено законодательством Австрии. Третьим упущением является недоработанный механизм импичмента главы государства в Конституции Кыргызской Республики. Так, в соответствии со статьей 67 Конституции глава государства может быть отрешен от должности только на основании выдвинутого Жогорку Кенешем обвинения в совершении преступления, подтвержденного заключением генерального прокурора о наличии в действиях президента признаков преступления.

Решение Жогорку Кенеша о выдвигании обвинения против президента для отрешения его от должности должно быть принято большинством от общего числа депутатов Жогорку Кенеша по инициативе не менее одной трети от общего числа депутатов и при наличии заключения специальной комиссии, образованной Жогорку Кенешем.

Решение Жогорку Кенеша об отрешении президента от должности должно быть принято большинством не менее двух третей голосов от общего числа депутатов Жогорку Кенеша не позднее чем в трехмесячный срок после выдвижения обвинения против президента. Если в этот срок решение Жогорку Кенеша не принято, обвинение считается отклоненным.

Нами обосновывается исключение из вышеназванной статьи положения о даче заключения генеральным прокурором о наличии в действиях президента признаков преступления, так как необоснованное отрицательное заключение данного должностного лица может остановить процедуру импичмента. Вероятность вынесения незаконного отрицательного заключения генеральным прокурором основывается на том, что он является лицом, имеющим отношение к президенту КР, поскольку в соответствии с подпунктом 1 пункта 4 статьи 64 Конституции Кыргызстана<sup>2</sup> глава государства назначается с согласия Жогорку Кенеша генерального прокурора; освобождает от должности генераль-

<sup>1</sup> Теория государства и права. Учебник для юридических вузов и факультетов / Под ред. В. М. Корельского и В. Д. Перевалова. – М.: НОРМА-ИН-ФРА, 1998. – С. 46.

<sup>2</sup> Конституция Кыргызской Республики от 27 июня 2010 года // Эркин Тоо. – 2010. – №61. – 6 июля.

ного прокурора с согласия не менее одной трети от общего числа депутатов Жогорку Кенеша либо по инициативе одной трети от общего числа депутатов Жогорку Кенеша, одобренной двумя третями депутатов Жогорку Кенеша; по предложению Генерального прокурора назначает и освобождает от должности его заместителей. В решении данного вопроса нужно учитывать и опыт развитых демократических стран мира. Так, по конституциям США, Франции и других стран в процессе импичмента президента не требуется заключения генеральных прокуроров или других должностных лиц.

Контроль общества над деятельностью исполнительных и иных государственных органов может осуществляться в виде обжалования актов этих органов в вышестоящие органы либо в суд, акты суда в вышестоящий суд. Непосредственных полномочий в сфере формирования и привлечения к юридической ответственности исполнительных, судебных и иных государственных органов у народа нет. Эти полномочия осуществляются первичными государственными органами, избираемыми непосредственно народом: президентом и Жогорку Кенешем. Нижестоящие исполнительные органы, формируясь вышестоящими, контролируются ими. В процессе формирования исполнительных органов местного самоуправления участвуют премьер-министр, местная государственная администрация и местные кенешы. Необходимо отметить, что было бы желательным, если основную роль в вопросе контроля над президентом, исполнительными, судебными и иными органами государства, в том числе исполнительными муниципальными органами, осуществляли коллегиальные представительные органы: Жогорку Кенеш и местные кенешы как органы первичные, т. е. избираемые непосредственно народом, самоконтролируемые, непосредственно взаимодействующие с народом и контролируемые им, периодически переизбираемые и соответственно наиболее легитимные. Следующим аргументом, подтверждающим легальный и легитимный характер деятельности коллегиального органа, является принятие данным видом органа решений путем согласований и голосований. В единоначальном же органе решения принимает единолично одно должностное лицо, и гипотетически могут приниматься противоправные, антиобщественные правовые акты, предусматривающие корыстные цели. Таким образом, наиболее легитимными, доступными, демократическими и соответственно приемлемыми для осуществле-

ния всеобщего и объективного контроля над всеми государственными органами являются кенешы различных уровней – некое «око народа».

В ныне действующей редакции Основного закона по сравнению с Конституцией в редакции от 23 октября 2007 года в положении об ответственности правительства перед Жогорку Кенешем есть как прогрессивное нововведение, так и ограничение полномочий парламента. Начнем с рассмотрения прогрессивного нововведения, так, в соответствии с пунктами 3–7 статьи 85 Конституции КР от 27 июня 2010 года Жогорку Кенеш по инициативе одной трети от общего числа его депутатов может рассмотреть вопрос о выражении недоверия правительству. Постановление о выражении недоверия правительству принимается большинством голосов от общего числа депутатов Жогорку Кенеша. При этом вопрос о недоверии к правительству не может рассматриваться Жогорку Кенешем за 6 месяцев до очередных выборов президента. После выражения недоверия правительству президент вправе принять решение об отставке правительства либо не согласиться с решением Жогорку Кенеша. В случае если Жогорку Кенеш в течение 3-х месяцев повторно примет решение о выражении недоверия правительству, президент отправит правительство в отставку.

В пункте 7 статьи 71 Конституции КР от 23 октября 2007 года говорилось о том, что в случае если Жогорку Кенеш в течение трех месяцев повторно примет решение о выражении недоверия правительству, президент отправляет в отставку правительство либо назначает досрочные выборы в Жогорку Кенеш. Согласно данному пункту, контроль Жогорку Кенеша над высшим исполнительным органом был ограничен возможностью роспуска самого парламента.

Теперь рассмотрим, наоборот, ограничение контрольных полномочий Жогорку Кенеша над членами правительства по действующему Основному закону. Так, согласно пункту 4 статьи 71 Конституции в редакции от 23 октября 2007 года, парламент мог выражать недоверие как правительству, так и отдельному члену правительства большинством голосов от общего числа депутатов Жогорку Кенеша. В ныне действующей Конституции Кыргызской Республики полномочие парламента по выражению недоверия отдельному члену высшего исполнительного органа исключено.

Контроль в сфере исполнительной власти начиная от административных ведомств и кончая

местными исполнительными в основном осуществляется вышестоящими исполнительными органами над нижестоящими. Жогорку Кенеш в качестве контрольных мер может проводить депутатское расследование и обращаться к исполнительным органам с депутатским запросом.

Районные кенешы также обладают полномочиями по контролю деятельности главы местной государственной администрации района в виде выражения недоверия этому должностному лицу. Так, в соответствии с пунктами 2, 3 статьи 15 закона Кыргызской Республики «О местной государственной администрации»<sup>1</sup> в случае выражения недоверия акиму депутатами районного кенеша премьер-министр КР вправе принять решение об освобождении его от должности либо не согласиться с решением районного кенеша. В случае если депутаты районного кенеша в течение 3-х месяцев повторно примут решение о выражении недоверия акиму, премьер-министр Кыргызской Республики освобождает его от занимаемой должности.

Местные кенешы могут также выразить недоверие и к мэру города, и к главе айыл окмоту.

В процессе избрания, назначения и освобождения от должности судей Кыргызской Республики ведущую роль играет президент. Так, в соответствии с пунктом 3 статьи 64 Конституции КР президент представляет Жогорку Кенешу кандидатуры для избрания на должности судей Верховного суда по предложению Совета по отбору судей и в случае освобождения их от должности представляет их Жогорку Кенешу по предложению Совета судей. Глава государства назначает судей местных судов по предложению Совета по отбору судей и освобождает их по предложению Совета судей. Как видно, в процессе освобождения от должности судей местных судов Жогорку Кенеш не принимает участия.

В Кыргызской Республике, как и в других странах, существует ряд центральных государственных органов, осуществляющих контрольно-надзорные полномочия: прокуратура, Национальный банк, Счетная палата, акыйкатчы (омбудсмен).

В назначении глав и сотрудников вышестоящих органов наряду с Жогорку Кенешем принимает участие и президент. Так, в соответствии с пунктом 4 статьи 64 Конституции президент, как уже было сказано выше, назначает с согласия Жогорку Кенеша Генерального прокурора,

по его предложению назначает и освобождает от должности его заместителей. Согласно пункту 5 вышеназванной статьи, глава государства вносит в Жогорку Кенеш кандидатуру для избрания на должность председателя Национального банка; по предложению председателя Национального банка назначает заместителей председателя и членов правления Национального банка, в случаях, предусмотренных законом, освобождает их от должности; вносит в Жогорку Кенеш для избрания и освобождения от должности кандидатуры одной трети членов Счетной палаты; назначает председателя Счетной палаты из числа избранных Жогорку Кенешем членов Счетной палаты и освобождает его в случаях, предусмотренных законом. В соответствии с пунктом 3 статьи 4 закона «Об Омбудсмене (Акыйкатчы) Кыргызской Республики»<sup>2</sup> президент наряду с депутатскими объединениями, а также политическими партиями и общественными объединениями обладает правом представления кандидатуры на должность омбудсмена (акыйкатчы) в Жогорку Кенеше.

Всякое должностное лицо подотчетно перед лицом или органом его назначившим или избравшим, и поэтому было бы желательным избрание подавляющего большинства исполнительных, судебных и иных органов кенешами различных уровней как наиболее легитимными органами.

#### *Литература*

1. Конституция Кыргызской Республики от 27 июня 2010 года // Эркин Тоо. – 2010. – №61. – 6 июля.
2. Большой юридический словарь / Под ред. А.Я. Сухарева, В.Е. Крутских. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2004. – С. 596.
3. Теория государства и права. Учебник для юридических вузов и факультетов / Под ред. В.М. Корельского и В.Д. Первалова. – М.: НОРМА-ИНФРА, 1998. – С. 46.
4. Закон Кыргызской Республики «О местной государственной администрации» от 14 июля 2011 года № 96 // Эркин Тоо. – 2011. – №59. – 22 июля.
5. Закон Кыргызской Республики «Об Омбудсмене (Акыйкатчы) Кыргызской Республики» от 31 июля 2002 года № 136 // Эркин Тоо. – 2002. – № 58. – 2 августа.

<sup>1</sup> Закон Кыргызской Республики «О местной государственной администрации» от 14 июля 2011 года № 96 // Эркин Тоо. – 2011. – №59. – 22 июля.

<sup>2</sup> Закон Кыргызской Республики «Об Омбудсмене (Акыйкатчы) Кыргызской Республики» от 31 июля 2002 года № 136 // Эркин Тоо. – 2002. – № 58. – 2 августа.

**ПРОБЛЕМЫ ГЕОДИНАМИКИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ПОИСКА  
И ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ  
РЕСУРСОВ КЫРГЫЗСТАНА**

УДК 622:004

**Контроль процесса бурения по электропотреблению**

---

Э.С. КОЙЛУБАЕВ, соискатель  
Кыргызско-Российского Славянского университета,  
кафедра «Сети связи и системы коммуникации»

---

В статье приведено описание разработки ТОО «Институт высоких технологий» (г. Алматы) по контролю работы буровой установки по потребленной электрической энергии в процессе бурения скважины

В системе контроля буровой установки (СКБУ), созданной в 2010 году в ТОО «Институт высоких технологий» (г. Алматы), реализована функция контроля работы буровой установки по потребленной электрической энергии в процессе бурения скважины.

Для съема значений потребленной электроэнергии в фидерную линию, питающую привод бурового станка, включены токовые трансформаторы с коэффициентом трансформации 200 / 5. Сигнал с токовых трансформаторов поступает в счетчик электрической энергии «Бас». В нем происходит преобразование аналогового сигнала в импульсный. Одному импульсу с выхода счетчика соответствует определенное значение мощности электрической энергии  $P_{\text{имп}}$ , вычисляемое по формуле:

$P_{\text{имп}} = 1 \text{ кВт} \cdot \text{час} : N_1$ , где  $N_1$  – число импульсов на выходе счетчика, соответствующее 1 кВт·час потребленной электроэнергии. Для счетчика «Бас»  $N_1 = 16\,000$  импульсов.

Общая потребленная мощность за определенный промежуток времени вычисляется суммированием выходных импульсов. С выхода счет-

чика импульсный сигнал поступает на счетный вход контроллера, где производится подсчет количества импульсов, поступивших за минутный интервал, затем полученная сумма записывается в буферную память контроллера. По истечении 15 минут в контроллере формируется пакет из сумм импульсов, полученных за 15 минутных интервалов. После получения запроса с верхнего уровня системы сформированный пакет пересылается в диспетчерскую, где принятая информация обрабатывается и записывается в базу данных системы контроля для хранения. По информации, хранящейся в базе данных, можно определить время работы и время простоя бурового станка, составить отчеты в виде временных диаграмм и таблиц. Так, время работы бурового станка определяется суммированием минутных интервалов времени, когда значения потребленной мощности электрической энергии были больше нуля и соответственно время простоя бурового станка определяется при минутных интервалах, когда значения потребленной мощности были равны нулю. Возможен случай, когда информация не поступает в диспетчерскую (питание буровой отключено,



Рис. 1. Диаграмма потребления электрической энергии бурового станка

отключено питание радиомодема или отсутствует связь между радиомодемами), тогда в базу данных ничего не записывается, а на временной диаграмме этот временной интервал отображается без меток.

#### Формат передачи данных

Телекоммуникационная сеть системы контроля организована на радиостанциях CM-140 Motorola и радиомодемах фирмы «Промавтоматика». Передача данных осуществляется в пакетном режиме по стандарту AX. 25 со скоростью 1200 бит в секунду.

При пакетной связи информация в канале передается в виде отдельных блоков-кадров. Согласно рекомендации AX. 25, кадры подразделяются на служебные и информационные и имеют следующий формат:

FLAG	ADRES	CONT	INFORM	CRC-16	FLAG
011111110	14–70 байт	1 байт	до 256 байт	2 байта	011111110

Начало и конец кадра отмечаются флагами FLAG, т. е. комбинациями вида «011111110», что облегчает прием кадра на фоне помех. Поле адреса ADRES содержит адреса отправителя, получателя и станций-ретрансляторов, если таковые имеются. Размер адресного поля может составлять от 14 до 70 байт.

Поле управления CONT определяет тип кадра: информационный или служебный.

Длина информационного поля INFORM не превышает 256 байт.

Контрольное поле кадра (CRC-16) предназначено для обнаружения ошибок в кадре при его передаче.

Протокол обмена AX. 25 предусматривает множественный доступ в канал связи с контролем занятости. Все пользователи (абоненты) сети считаются равноправными. При обмене данными сначала обслуживается тот абонент, радиостанция которого первой приняла ответ от радиостанции диспетчерской.

#### Диаграммы потребления электрической энергии буровым станком

Необходимым условием для принятия эффективных технологических решений является наличие полной и достоверной информации о рабочем процессе. Наиболее информативными в этом контексте являются диаграммы потребления электрической энергии буровым станком – диаграммы затрат мощности (рис. 1).

Использование этих диаграмм позволяет контролировать процесс бурения скважин и определить особенности различных ситуаций при бурении. Данные с диаграмм дают полную информацию, характеризующую процесс бурения, и сведения по результатам работы каждой смены, бригады, участка, позволяют сопоставлять их с квалификационным уровнем рабочих, технологией бурения, оперативно анализировать состояние дел на буровой и вырабатывать конструктивные управленческие решения по совершенствованию производства как в организационном, так и в технологическом плане. Так, например, технолог после анализа диаграмм выдает рекомендации буровому мастеру, который проводит работу по совершенствованию индивидуальных приемов работы управления процессом бурения с каждым бурильщиком. В решении этой задачи выделяется три этапа:

1) устранение грубых нарушений технологии бурения;

2) устранение недостатков в осуществлении рабочих операций;

3) совершенствование приемов выхода на эффективный режим бурения, выбор и реализация рациональной тактики отработки породоразрушающего инструмента в конкретных геолого-технических условиях.

В результате проведения работ по первому этапу должна значительно сократиться аварийность при бурении скважин, более рационально использоваться рабочее время. Целью второго этапа является предупреждение неэффективного управления процессом бурения. Третий этап должен приблизить процесс бурения к оптимальному уровню [1].

Основные результаты от внедрения контроля по потреблению электрической энергии состоят в следующем:

1) возможность оперативного анализа действий бурильщиков в конкретных ситуациях;

2) диаграммы потребления электрической энергии дают информационно содержательный технологический материал для анализа технологии работ и организации производства;

3) наличие информации в виде диаграмм способствует распространению наиболее эффективных приемов работы от одной смены к другой;

4) для полной оценки технологических ситуаций процесса бурения изменение затрат электроэнергии необходимо анализировать совместно с другими параметрами, однако главные отличительные особенности ситуации все же остаются отраженными именно на диаграммах затрат мощности [1].

#### *Литература*

1. Шерстюк О.И., Михеев Н.Н., Блинов Г.А., Методические рекомендации по использованию диаграмм затрат мощности для регулирования процесса алмазного бурения. – Л.: ВИТР, 1984.

УДК 539.374

## **Об одном варианте определяющего соотношения для материалов, чувствительных к изменению скорости деформаций**

---

Ш.М. МАМАЕВ, Таразский государственный университет  
им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Республика Казахстан

---

The variant of the basic equations which relate the fields of stresses to deformation ones in the elastic-viscous-plastic media sensitive to the loading rate, is developed. These equations are distinguished by the fact that the model parameters are directly calculated from the stress-strain curves built at the different constant values of the strain rates. Bases on the proposed relations-hips the elastic-viscous-plastic wave propagation problem was solved. The results of the separate calculations and their conformity to the experimental data were discussed

Влияние скорости деформирования на механические характеристики материалов привлекло серьезное внимание еще в конце XIX века. Де-

тальному изучению поведения материалов при динамических нагружениях посвящен ряд экспериментальных работ, обзор которых можно найти

в [1–8]. Результаты этих исследований показывают, что материалы ведут себя неодинаково в случаях статического и динамического нагружения. Наиболее важным результатом экспериментальных исследований является установленное в них влияние скорости деформирования на: пределы текучести и пределы прочности материалов, кривые деформирования, а также характер упрочнения материалов, упругие характеристики материалов.

Кроме того, имеются отдельные экспериментальные результаты, отражающие особенности влияния одновременного изменения как траектории нагружения, так и скорости деформирования на указанные выше характеристики материалов.

Определяющую роль в аналитических исследованиях влияния скорости деформирования на поведение конструкций имеют физические соотношения, связывающие поля напряжений и деформаций в условиях переменности скорости нагружения. Известны модели деформирования, базирующиеся на предположении о существовании единой динамической кривой деформирования [1, 6, 9], удовлетворительно описывают волновые процессы в узком диапазоне изменения скоростей деформации.

Использующиеся в настоящее время обобщенные на упруговязкопластические среды модели деформирования представляют широкие возможности для исследований [2, 10–14]. Однако обобщения, как правило, связаны с потерей точности результатов вычислений. По-видимому, это обстоятельство является одной из причин относительно «узкого» применения указанных моделей деформирования в практике инженерных расчетов. В связи со сказанным необходимо отметить, что продолжают попытки создания математических моделей неупругого поведения материалов, чувствительных к изменениям скорости деформации [15, 16].

Проведенный анализ существующих экспериментальных исследований показывает, что пластическое состояние при динамическом нагружении достигается при более высоких уровнях нагружений, чем при статическом, а уровни пластических деформаций могут заметно зависеть от истории нагружения, в том числе и от истории изменения скоростей деформации. Последние эффекты проявляются особенно четко для материалов с хорошо выраженными пределами текучести. Отдельные стороны влияния скорости деформации на состояние тела при нагружении могут быть учтены, если поверхность нагружения записать в виде

$$f(\sigma_{ij}, \varepsilon_{ij}^p, \xi_{ij}, \chi_i) = 0. \quad (1)$$

Здесь  $\sigma_{ij}, \varepsilon_{ij}^p, \xi_{ij}$  – компоненты тензора напряжений, пластических деформаций и скоростей деформации,  $\chi_i$  – скалярный параметр упрочнения, зависящий от истории изменения  $\varepsilon_{ij}^p$ . Параметр упрочнения  $\chi_i$  является постоянным при фиксированных значениях  $\varepsilon_{ij}^p$  и связан с уровнем остаточных деформаций. В качестве  $\chi_i$ , следуя известным разработкам, целесообразно принять параметр Одквиста [17]

$$\chi_i = \int_0^t \frac{\partial \varepsilon_i^p}{\partial t} dt = \int_0^t \left( \frac{2}{3} \dot{\varepsilon}_{ij}^p \dot{\varepsilon}_{ij}^p \right)^{1/2} dt, \quad (2)$$

который соответствует уровню интенсивности накопленной пластической деформации  $\varepsilon_i^p$ .

Из определения поверхности нагружения (1) можно установить условия последующего активного нагружения и разгрузки. С этой целью следует продифференцировать выражение (1) по времени

$$\dot{f} = \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ij}^p} \dot{\varepsilon}_{ij}^p + \frac{\partial f}{\partial \xi_{ij}} \dot{\xi}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \chi_i} \dot{\chi}_i. \quad (3)$$

В процессе разгрузки конец вектора напряжений находится внутри поверхности нагружения и изменения пластических деформаций не происходит, т. е.  $\dot{\varepsilon}_{ij}^p = 0$  и, следовательно,  $\dot{\chi}_i = 0$ . При этом условие разгрузки имеет вид

$$\dot{f} < 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \xi_{ij}} \dot{\xi}_{ij} < 0. \quad (4)$$

При нейтральном нагружении конец вектора напряжений находится на поверхности нагружения, поверхность нагружения не изменяется, а пластические деформации не увеличиваются, т. е.  $\dot{\varepsilon}_{ij}^p = 0, \dot{\chi}_i = 0$ . Следовательно,

$$\dot{f} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \xi_{ij}} \dot{\xi}_{ij} = 0. \quad (5)$$

Процесс активного нагружения, соответствующий росту пластических деформаций  $\dot{\varepsilon}_{ij}^p \neq 0, \dot{\chi}_i \neq 0$ , для упрочняющегося тела связан с расширением поверхности нагружения

$$\dot{f} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \xi_{ij}} \dot{\xi}_{ij} > 0. \quad (6)$$

Таким образом, ассоциированный с поверхностью нагружения (1) закон течения с учетом влияния скорости деформации имеет вид

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^p = \begin{cases} 0 & \text{при } \dot{f} \leq 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \xi_{ij}} \dot{\xi}_{ij} \leq 0, \\ \lambda \frac{df}{d\sigma_{ij}} & \text{при } \dot{f} = 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \xi_{ij}} \dot{\xi}_{ij} > 0. \end{cases} \quad (7)$$

По форме соотношения (7) не отличаются от обычного ассоциированного закона пластического течения. Однако функция нагружения (1) является более сложной по своей сути, чем в обычной теории пластичности [17]. Поэтому фактическое

содержание выражения  $\lambda \frac{df}{d\sigma_{ij}}$ , одновременно уязвляющего поля напряжений, деформаций и их скоростей, является более глубоким и сложным. Принятая поверхность нагружения (1) зависит от скорости деформации  $\dot{\xi}_{ij}$ . Поэтому она должна изменяться в зависимости от времени, может расширяться и сужаться в зависимости от изменения скорости деформации. Скорость деформаций  $\dot{\xi}_{ij}$  хотя присутствует в (1) как независимый параметр, тем не менее она дифференциально связана с деформацией.

Скалярный множитель  $\lambda$ , определяющий линейную зависимость между компонентами скорости пластических деформаций и компонентами девиатора напряжений, находится из равенства  $\dot{f} = 0$ . Подставляя в соотношение (3) выражение скорости пластической деформации (7), можно получить коэффициент  $\lambda$  после последовательного проведения следующих преобразований:

$$\frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ij}^p} + \frac{\partial f}{\partial \dot{\chi}_i} = \lambda \frac{df}{d\sigma_{ij}} \left( \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ij}^p} + \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\partial f}{\partial \chi_i} \right), \quad (8)$$

$$\lambda = - \frac{\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \dot{\sigma}_{ij} + \frac{\partial f}{\partial \dot{\xi}_{ij}} \dot{\xi}_{ij}}{\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ij}^p} + \frac{\partial f}{\partial \chi_i} \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}}. \quad (9)$$

Используя выражение (9), скорость пластической деформации на активном участке нагружения можно представить в виде

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^p = - \frac{\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ke}} \dot{\sigma}_{ke} + \frac{\partial f}{\partial \dot{\xi}_{ke}} \dot{\xi}_{ke}}{\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ke}} \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ke}^p} + \frac{\partial f}{\partial \chi_k} \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ke}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ke}}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}. \quad (10)$$

Из выражения (1. 3. 10) следует, что скорость изменения пластической деформации может происходить как за счет изменения компонентов напряжений  $\sigma_{ij}$ , так и за счет изменения скоростей деформаций  $\dot{\xi}_{ij}$ .

Вводя обозначения

$$F_\sigma(\sigma_{ij}, \xi_{ij}, \varepsilon_{ij}^p) = - \frac{\partial f / \partial \sigma_{ij}}{\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ij}^p} + \frac{\partial f}{\partial \chi_i} \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}}, \quad (11)$$

$$F_\xi(\sigma_{ij}, \xi_{ij}, \varepsilon_{ij}^p) = - \frac{\partial f / \partial \dot{\xi}_{ij}}{\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \varepsilon_{ij}^p} + \frac{\partial f}{\partial \chi_i} \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}}, \quad (12)$$

выражение (10) можно переписать в виде

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^p = [F_\sigma(\sigma_{ij}, \xi_{ij}, \varepsilon_{ij}^p) \dot{\sigma}_{ij} + F_\xi(\sigma_{ij}, \xi_{ij}, \varepsilon_{ij}^p) \dot{\xi}_{ij}] \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}. \quad (13)$$

Выражение (13) по форме подобно соотношениям неизотермической теории пластичности [18, 19]. Однако в отличие от зависимостей неизотермической теории пластичности здесь переменные напряжения  $\sigma_{ij}$ , деформация  $\varepsilon_{ij}$  и скорость деформации  $\dot{\xi}_{ij}$  являются взаимно связанными параметрами, в то время как в несвязанной неизотермической теории пластичности температура является независимой от  $\sigma_{ij}$  и  $\varepsilon_{ij}$  переменной. Поэтому влияние переменных скоростей деформации  $\dot{\xi}_{ij}$  и температуры  $T$  на поверхность нагружения  $f$  содержит внутреннее качественное отличие.

Теперь для окончательного построения определяющего соотношения упруговязкопластического деформирования среды необходимо установить конкретный вид функций  $F_\sigma$ ,  $F_\xi$  и разработать способ их определения.

С целью конкретизации дальнейшего построения ниже используется один из частных случаев поверхности нагружения, соответствующий обобщенному на вязкое пластическое деформирование условию текучести Мизеса

$$f(\sigma_i, \xi_i, \chi_i) = \sigma_i^2 - \sigma_s^2(\xi_i, \chi_i) = 0. \quad (14)$$

Здесь  $\sigma_i$ ,  $\xi_i$  – интенсивность напряжений и скоростей деформации, которые определяются соотношениями

$$\xi_i = \sqrt{\frac{2}{3}} \xi_{ij} \xi_{ij}, \quad \sigma_i = \sqrt{\frac{2}{3}} S_{ij} S_{ij}, \quad (15)$$

$$S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma_0, \quad \sigma_0 = \frac{1}{3} \sigma_{ij} = \frac{1}{3} \delta_{ij} \sigma_{ij},$$

в которых  $S_{ij}$  – компоненты девиатора напряжений,  $\sigma_0$  – среднее гидростатическое давление,  $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений,  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера. В (14)  $\sigma_s(\xi_i, \chi_i)$  – мгновенный предел текучести, который при определенной интенсивности скорости деформации  $\dot{\xi}_i$  элемента тела и интенсивности накопленной пластической деформации  $\chi$  в рассматриваемый момент времени равен значению интенсивности напряжения  $\sigma_i$ . Для начальной поверхности нагружения величина  $\sigma_s(\xi_i, 0) = \sigma_s(\xi_i)$  представляет собой обычный предел текучести, зависящий от скорости деформирования  $\dot{\xi}_i$  (рис. 1), что отражает вышеописанный

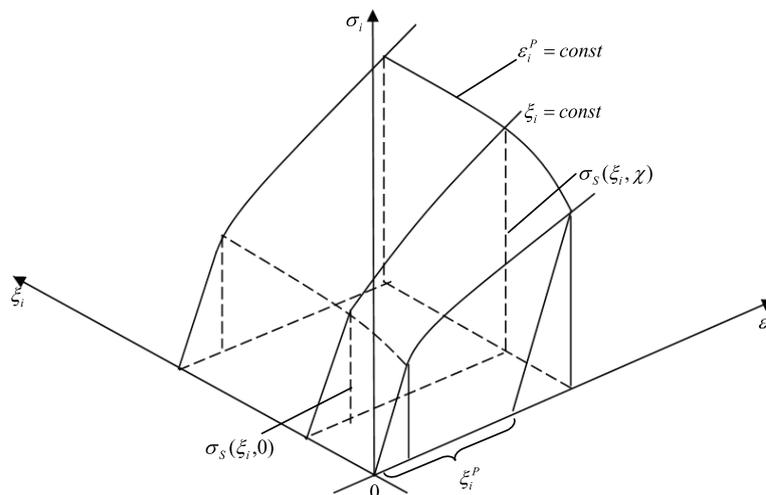


Рис. 1.

экспериментальный факт зависимости предела текучести материалов от скорости деформирования. Описанное позволяет получить достаточно простую рабочую модель упруговязкопластического деформирования тела без привлечения не принципиальных, но заметно загромождающих ход рассуждений положений, например трансляционного упрочнения. Поскольку функция  $f(\sigma_p, \xi_p, \chi_i)$  (14) при заданном  $\xi_i$  определяет поведение упруговязкопластического тела, то она не должна зависеть [2, 14] от гидростатического давления  $\sigma_0$ .

Из соотношения (1. 3. 15) можно получить

$$\delta_{ij} \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} = 3\delta_{ij} S_{ij} = 0. \tag{16}$$

Отсюда следует

$$\frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}} = \frac{\partial f}{\partial S_{ij}} = 3S_{ij}. \tag{17}$$

Подставляя в выражение (1. 3. 9) соотношение (1. 3. 17) и выражения для интенсивностей напряжений  $\sigma_i$ , скоростей деформации  $\xi_i^p$ , можно уточнить скалярный множитель  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\sigma_i \dot{\sigma}_i - \sigma_s \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi_i} \dot{\xi}_i}{2\sigma_s \sigma_i \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_i}}. \tag{18}$$

При развитии пластической деформации всякая точка, изображающая состояние материала, в любой момент времени должна находиться на поверхности пластического деформирования, т. е.  $\sigma_i = \sigma_s(\xi_i, \chi_i)$ . С учетом данного положения выражение (1. 3. 18) можно записать в виде

$$\lambda = \frac{\sigma_i - \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi_i} \dot{\xi}_i}{2\sigma_s \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_i}}. \tag{19}$$

Подставляя (19) в (7), ассоциированный с обобщенной поверхностью Мизеса (14) закон течения с учетом влияния скорости деформации можно записать в виде

$$\dot{\epsilon}_{ij}^p = \begin{cases} 0 & \text{при } 3S_{ij}S_{ij}/2 - \sigma_s^2(\xi_i, \chi_i) \leq 0, \\ 3S_{ij}S_{ij} - 2\sigma_s(\partial \sigma_s / \partial \xi_i) \cdot \xi_i \leq 0, \\ [F_\sigma(\sigma_i, \xi_i, \chi_i) \dot{\sigma}_i + F_\xi(\sigma_i, \xi_i, \chi_i) \dot{\xi}_i] S_{ij} & \\ \text{при } 3S_{ij}S_{ij} / 2 - \sigma_s^2(\xi_i, \chi_i) = 0, \\ 3S_{ij} \dot{S}_{ij} - 2\sigma_s \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi_i} \dot{\xi}_i > 0, \end{cases} \tag{20}$$

где

$$\begin{aligned} F_\sigma(\sigma_i, \xi_i, \chi_i) &= \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_i \cdot \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_i}}, \\ F_\xi(\sigma_i, \xi_i, \chi_i) &= -\frac{3}{2} \cdot \frac{\partial \sigma_s / \partial \xi_i}{\sigma_i \cdot \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_i}}. \end{aligned} \tag{21}$$

Далее предполагается, что функция  $\sigma_i = \sigma_s(\xi_i, \chi_i)$  не зависит от вида напряженного состояния и определяется из экспериментов на одноосное растяжение при различных, но постоянных скоростях деформации. Применив соотношение (20) к случаю простого динамического растяжения

стержня, когда  $\sigma_i = \sigma$ ,  $S_{11} = \frac{2}{3}\sigma$ ,  $\dot{\varepsilon}_{11}^p = \dot{\varepsilon}^p$ , можно получить:

$$\dot{\varepsilon}^p = \frac{2}{3}[F_\sigma(\sigma, \xi, \chi)\dot{\sigma} + F_\xi(\sigma, \xi, \chi)\dot{\xi}]\sigma, \quad (22)$$

где  $\sigma$ ,  $\dot{\varepsilon}^p$  – напряжение и скорость пластической деформации при растяжении.

Аналитическую зависимость между интенсивностями напряжений  $\sigma_i$ , деформаций  $\varepsilon_i$  и скоростями деформации  $\dot{\xi}_i$  при динамическом и импульсном нагружении можно записать в виде

$$\sigma_i = \sigma_i(\varepsilon_i, \dot{\xi}_i) \quad (23)$$

в предположении, что процесс разгрузки подчиняется закону Гука, как и при статическом нагружении.

Геометрическая зависимость (23) изображает в пространстве  $(\sigma_i, \varepsilon_i, \dot{\xi}_i)$  поверхность деформирования образца (рис. 1), которая представляет собой совокупность динамических кривых деформирования, соответствующих различным скоростям деформации. Процесс деформирования образца при заданной переменной скорости деформации  $\dot{\xi}_i = const$  можно изобразить в виде кривой  $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$  на этой поверхности. В выражении (22) функция  $F_\sigma(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i)$  характеризует изменение скорости пластических деформаций за счет изменения интенсивности напряжения  $\sigma_i$  при постоянной интенсивности скорости деформации  $\dot{\xi}_i = const$ , а функция  $F_\xi(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i)$  характеризует изменения этих деформаций за счет изменения интенсивности скоростей деформаций  $\dot{\xi}_i$  при постоянной интенсивности накопленной пластической деформации  $\chi_i = \varepsilon^p = const$ .

Если точка, изображающая состояние материала, перемещается по поверхности деформирования, то

$$d\sigma_s = \frac{\partial \sigma_s}{\partial \chi_i} d\chi_i + \frac{\partial \sigma_s}{\partial \dot{\xi}_i} d\dot{\xi}_i. \quad (24)$$

Частная производная  $\partial \sigma_s / \partial \chi_i$  вычисляется как обычная производная вдоль плоской кривой  $\dot{\xi}_i = const$ , а  $\partial \sigma_s / \partial \dot{\xi}_i$  – вдоль линии  $\chi_i = \varepsilon^p = const$ , лежащей на поверхности деформирования.

Для нахождения  $F_\sigma$  следует рассмотреть простое растяжение при  $\dot{\xi}_i = const$ . Полагая  $\dot{\varepsilon}_{11} = \dot{\varepsilon}$  для совместной деформации упругости и пластичности, скорость полных деформаций можно представить в виде

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}^e + \dot{\varepsilon}^p = \frac{\dot{\sigma}}{E} + F_\sigma(\sigma, \xi, \chi)\dot{\sigma} \cdot \frac{2}{3}\sigma. \quad (25)$$

Разрешая (1. 3. 25) относительно  $F_\sigma$ , можно получить

$$F_\sigma(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i) = \frac{3}{2\sigma} \left( \frac{d\varepsilon}{d\sigma} - \frac{1}{E} \right) = \frac{3}{2\sigma} \left( \frac{1}{E_k} - \frac{1}{E} \right). \quad (26)$$

Здесь  $E_k = d\sigma / d\varepsilon$  – касательный модуль к кривой деформирования  $(\sigma - \varepsilon)$  при заданной скорости деформации  $\dot{\xi}_i = const$ .

Таким образом, из (22) с учетом (26) можно получить

$$\frac{\partial \sigma_s}{\partial \dot{\xi}_i} = \frac{1}{1/E_k - 1/E}. \quad (27)$$

Производная  $\partial \sigma_s / \partial \dot{\xi}_i$  характеризует изменение мгновенного предела текучести с изменением скоростей деформации при постоянном уровне накопленной пластической деформации. Функцию  $F_\xi(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i)$  с учетом (27) можно представить в виде

$$F_\xi(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i) = -\frac{3}{2\sigma} \left( \frac{1}{E_k} - \frac{1}{E} \right) \cdot \frac{\partial \sigma_s}{\partial \dot{\xi}_i}. \quad (28)$$

Подставляя выражение (26), (28) в (22), можно получить закон течения с учетом влияния скорости деформации для одномерного случая

$$\dot{\varepsilon}^p = \begin{cases} 0 & \text{при } \dot{\sigma} \leq \frac{\partial \sigma_s}{\partial \dot{\xi}_i} \dot{\xi}_i, \\ \left( \frac{1}{E_k} - \frac{1}{E} \right) \left( \dot{\sigma} - \frac{\partial \sigma_s}{\partial \dot{\xi}_i} \dot{\xi}_i \right) & \text{при } \dot{\sigma} > \frac{\partial \sigma_s}{\partial \dot{\xi}_i} \dot{\xi}_i. \end{cases} \quad (29)$$

Из выражения (26) и условия  $E_k \leq E$  видно, что функция  $F_\sigma(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i)$  всегда является положительной и обуславливает возрастание пластической деформации  $\dot{\varepsilon}^p > 0$  при  $\dot{\sigma} > 0$  и ее убывании  $\dot{\varepsilon}^p < 0$  при  $\dot{\sigma} < 0$ . В соответствии с (29) и экспериментальными данными  $\partial \sigma_s / \partial \dot{\xi}_i > 0$ , функция  $F_\xi(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i)$  принимает только отрицательные значения. Это обстоятельство приводит к уменьшению уровня деформаций при возрастании скорости деформирования  $\dot{\xi}_i > 0$  и к его увеличению при ее уменьшении  $\dot{\xi}_i < 0$ , что соответствует экспериментальным наблюдениям.

Предложенное определяющее соотношение (20) при отсутствии эффекта вязкости  $F_\xi(\sigma_i, \dot{\xi}_i, \chi_i) = 0$  преобразуется в известное соотношение пластического течения. Поэтому соотношение (20) можно рассматривать как обобщение теории пластического течения на случай упруговязкопластичности.

При предположении, что скорость деформации раскладывается на упругую и неупругую составляющие, определяющее соотношение для сред, чувствительных к скорости деформации, можно представить в виде

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \frac{1}{E} [(1 + \nu)\dot{\sigma}_{ij} - 3\nu\delta_{ij}\dot{\sigma}_{kk}] + H \left( \dot{\sigma}_i - \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi_i} \dot{\xi}_i \right) \cdot F_{ij}(\sigma_i, \xi_i, \chi_i), \quad (i, j = 1, 3) \quad (30)$$

в котором  $\nu$  – коэффициент Пуассона,  $H(Z)$  – функция Хевисайда, а функция  $F_{ij}(\sigma_i, \xi_i, \chi_i)$  выражает неупругую составляющую скорости деформации

$$F_{ij}(\sigma_i, \xi_i, \chi_i) = \begin{cases} 0 \\ [F_{\sigma}(\sigma_i, \xi_i, \chi_i)\dot{\sigma}_i + F_{\xi}(\sigma_i, \xi_i, \chi_i)\dot{\xi}_i] \end{cases} \quad (31)$$

при  $\dot{\sigma}_i - \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi_i} \dot{\xi}_i \leq 0$ ,  
 при  $\dot{\sigma}_i - \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi_i} \dot{\xi}_i > 0$ .

Соотношения (29), (30) дают возможность учесть вышеописанные экспериментальные факторы. Из выражения (29) видно, что для предложенного соотношения условие активного нагружения и разгрузки отличается от существующего. Для использования полученного соотношения при решении различных задач потребуются кривые деформирования  $\sigma_i = \sigma_i(\varepsilon_i)$ , построенные экспериментально при различных постоянных скоростях деформации при одноосном нагружении.

При решении конкретных задач в каждый момент времени в каждой точке необходимо уточнить условия нагружения и разгрузки, которые связаны с переменными значениями скоростей деформации и уровней напряжений. Условия

нагружения и разгрузки при простом растяжении и сжатии отличаются от исследованного в [18] варианта теории неизотермического течения. Ниже приводятся различные случаи нагружения и разгрузки.

Для многих материалов с увеличением скорости деформации кривые деформирования повышаются (рис. 1). Вследствие этого и соотношений (22), (26), (28), (29) при  $d\sigma > 0$ ,  $d\xi < 0$  обязательно происходит нагружение (рис. 2а), так как  $d\sigma > \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$ . При  $d\sigma < 0$ ,  $d\xi > 0$  наблюдается процесс разгрузки (рис. 2б)  $d\sigma \leq \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$ . На этих рисунках точка А обозначает начало рассматриваемого процесса нагружения, а точка В соответствует состоянию материала в его конце. Стрелка указывает направление протекания процесса для следующего этапа нагружения, соответствующего возрастанию напряжений. Более сложные варианты нагружения показаны на рис. 3.

1.  $d\sigma > 0$ ,  $d\xi > 0$ ,  $d\sigma > \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$  (нагрузка) (рис. 1. 3а)
2.  $d\sigma > 0$ ,  $d\xi > 0$ ,  $d\sigma < \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$  (разгрузка) (рис. 1. 3б)
3.  $d\sigma < 0$ ,  $d\xi < 0$ ,  $d\sigma > \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$  (нагрузка) (рис. 1. 3в)
4.  $d\sigma < 0$ ,  $d\xi < 0$ ,  $d\sigma < \frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$  (разгрузка) (рис. 1. 3г)

Здесь  $d\sigma$ ,  $d\xi$  соответственно изменение напряжений и скоростей деформации,  $\frac{\partial \sigma_s}{\partial \xi} d\xi$  – из-

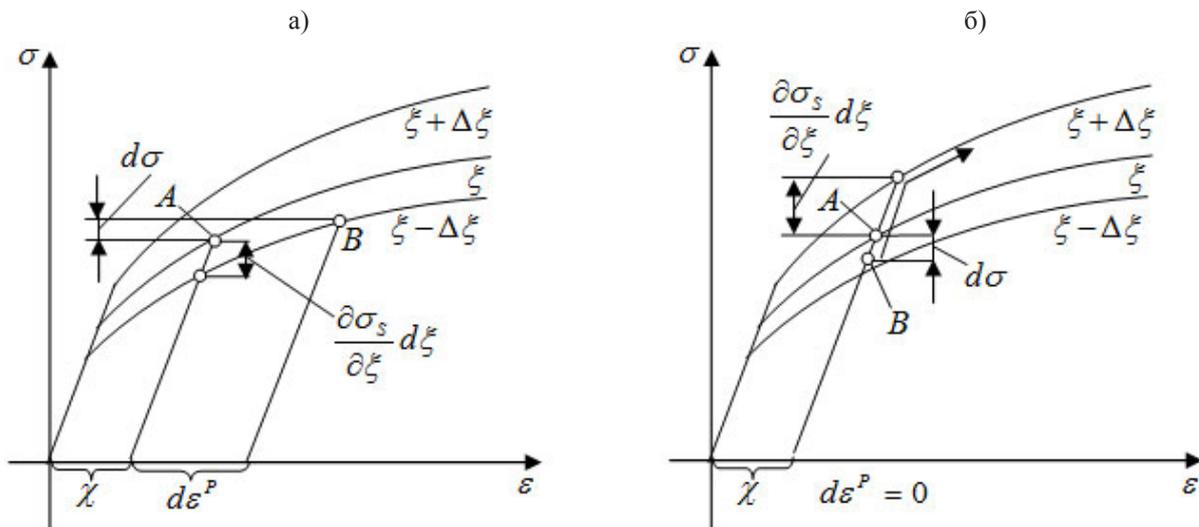


Рис. 2. Зависимость кривых деформирования от скорости деформации:  
 а – процесс нагружения (при  $d\sigma > 0$ ,  $d\xi < 0$ ); б – процесс разгрузки (при  $d\sigma < 0$ ,  $d\xi > 0$ )

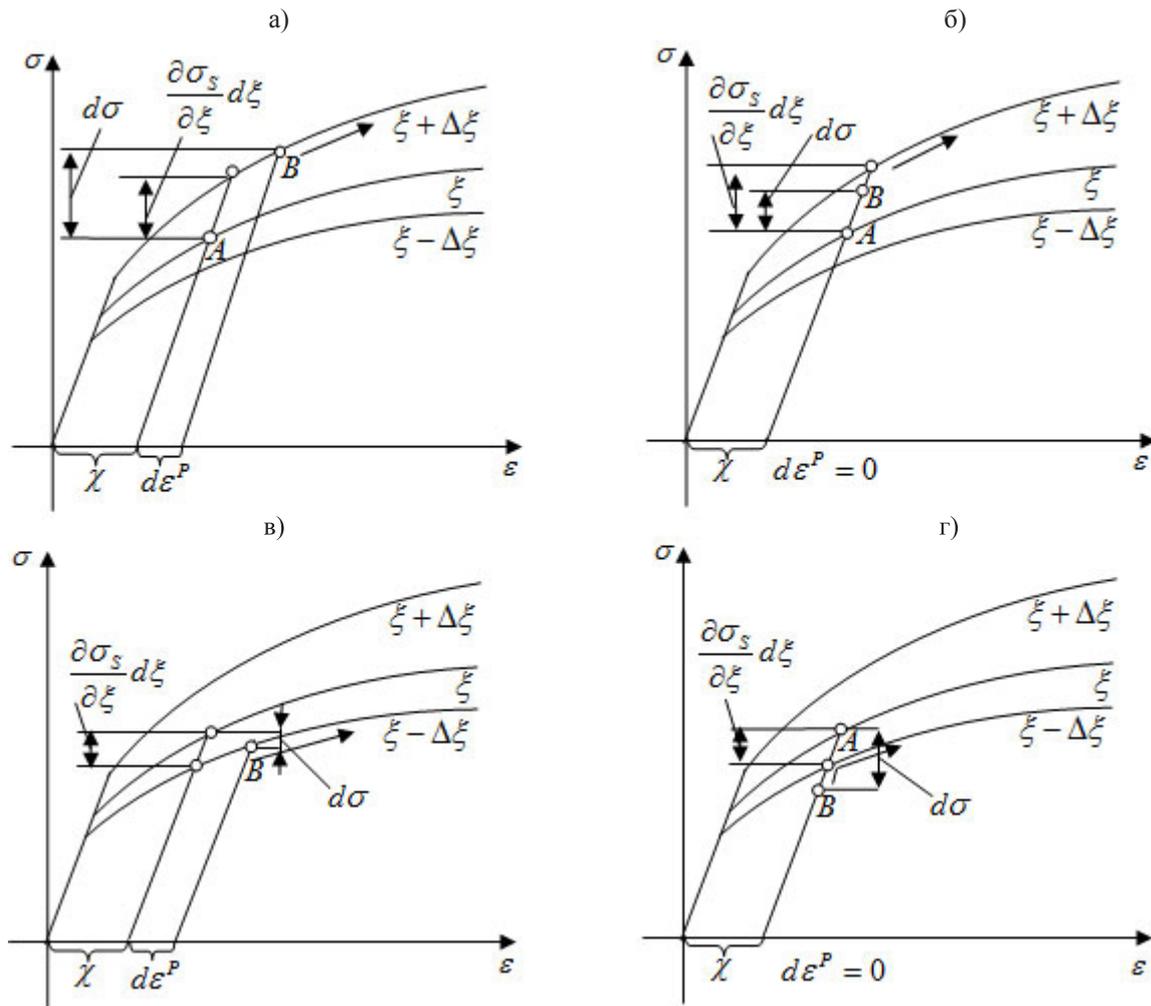


Рис. 3. Сложные варианты нагружения: а –  $d\sigma > 0, d\xi > 0, d\sigma > \frac{\partial\sigma_s}{\partial\xi} d\xi$ ; б –  $d\sigma > 0, d\xi > 0, d\sigma < \frac{\partial\sigma_s}{\partial\xi} d\xi$ ; в –  $d\sigma < 0, d\xi < 0, d\sigma > \frac{\partial\sigma_s}{\partial\xi} d\xi$ ; г –  $d\sigma > 0, d\xi < 0, d\sigma < \frac{\partial\sigma_s}{\partial\xi} d\xi$

менение пределов текучести. Из условия (22) вытекает, что можно выбрать такие изменения скоростей напряжений и деформаций, при которых процесс при переменной скорости деформирования в определенном диапазоне будет все время упругим или, наоборот, непрерывно сопровождается накоплением пластических деформаций.

**Вывод.** Таким образом, предложен вариант модификации теории течения, связывающий скорость пластической деформации со скоростью изменения интенсивностей напряжений и скоростей деформации. В предложенном соотношении для определения функции  $F_\sigma(\sigma_i, \xi_i, \chi_i)$ ,  $F_\xi(\sigma_i, \xi_i, \chi_i)$  используются кривые деформи-

рования, соответствующие различным скоростям деформации. Установлены условия активного нагружения и разгрузки.

**Литература**

1. Васин Р.А., Ленский В.С., Ленский Э.В. Динамические зависимости между напряжениями и деформациями // Проблемы динамики упруго-пластических сред, 1975. – С. 7–38.
2. Пэжжина Н.П. Основные вопросы вязкопластичности. – М.: Мир, 1968. – 175 с.
3. Белл Дж. Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. Ч. II. Конечные деформации. – М.: Мир, 1984. – 431 с.

4. *Campbell Y.D. Materials Sc. And Engineering. // Dynamic plasticity, Macroscopic and microscopic Aspects. – 1973. – Vol 12. – № 1. – P 3–21.*
5. *Хольцер А.Д. Обзор экспериментальных исследований в области динамической пластичности // Теоретические основы инженерных расчетов. – 1979. – Т. 101. – № 3. – С. 56–67.*
6. *Николаев Т. Поведение материалов при высоких скоростях деформации // Динамика удара. – М.: Мир, 1985. – С. 198–256.*
7. *Гольдсмит В. Удар. Теория удара и физические свойства соударяемых тел. – М.: Стройиздат, 1965.*
8. *Мальшиев В.М. Распространение догрузочных импульсов по натянутой проволоке // Известия АН СССР. Механика и машиностроение. – 1960. – № 2. – С. 120–124.*
9. *Рахматуллин Х.А., Демьянов. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. – М.: Физматгиз, 1961. – С. 315.*
10. *Соколовский В.В. Распространение упруговязкопластических волн // ПММ. – 1948. – Т. 12. – № 3. – С. 261–280.*
11. *Malvern F.E. The propagation of longitudinal plastic deformation in a bar of material exhibiting a strain-rate effect // J. Appl. Mech. – 1951. – Vol. 18. – P. 203–208.*
12. *Simmons Y.A., Hauser F.E., Dorn Y.E. Mathematical theories of plastic deformation under impulsive loading. University of California publications Engin. – 1962. – № 5. – P. 177–230.*
13. *Назди Р.М., Мерч С.А. О механическом поведении вязкоупругопластических тел // Прикладная механика. Труды Американского общества инженеров-механиков. – Сер. Е. – 1963. – Т. 30. – №3. – С. 3–12.*
14. *Новацкий В.К. Волновые задачи теории пластичности. – М.: Мир, 1978. – 308с.*
15. *Мамаев Ш., Каримбаев Т. Д. Теория течения при переменных скоростях деформаций // Прикладные задачи механики деформируемого тела. – Алма-Ата, 1989. – С. 52–58.*
16. *Эллин Ф., Ся З. Конститутивная модель неупругого поведения материала, зависящего от скорости // Упругопластическое течение. – Современное машиностроение. – Сер. Б. – 1991. – № 8. – С. 129–140.*
17. *Ивлев Д.И., Быковцев Г.И. Теория упрочняющегося пластического тела. – М.: Наука, 1971. – 231 с.*
18. *Биргер И.А., Демьянушко И.В. Теория пластичности при неизотермическом нагружении // Известия АН СССР. – МТТ. – 1968. – №6. – С. 70–77.*
19. *Шевченко Ю.Н. Термопластичность при переменных нагружениях. – Киев: Наукова думка, 1970. – 288 с.*

УДК 550.8

## Повышение полноты извлечения запасов из недр путем разработки нового технологического способа

---

Б.Т. ТОЛОБЕКОВА, докт. техн. наук,  
зав. лаб. горно-экономической оценки месторождений  
Института геомеханики и освоения недр НАН КР

---

In this paper developed a new technological way of providing the quantity and quality of the extracted minerals from subsoil. Are the conditions of their application

Рудные месторождения в Кыргызской Республике по большей части относятся к категории сложных и нагорных, характеризующихся резкой изменчивостью параметров, интенсивно нарушенным массивом, крайне неравномерным оруденением с невыдержанными качествами полезных ископаемых. Освоение указанной группы месторождений связано многими проблемами при выборе способов и систем разработки, схем вскрытия, мощности горного предприятия, кондиций на запасы, показателей извлечения, технологии переработки и др.

При этом проблема повышения полноты извлечения запасов из недр на современном этапе встала на переднюю позицию, поскольку невозможности производить запасы полезных ископаемых с истечением времени становится все меньше, а на их воспроизведение (т. е. на разведку новых месторождений) требуются огромные финансовые и материальные ресурсы. Для нашей республики эта тема приобрела весьма проблематичный характер.

Поэтому задачу повышения полноты извлечения запасов из недр необходимо решить в первую очередь с помощью хорошо обоснованной системной оптимизации главных взаимосвязанных параметров разработки данных месторождений. Оптимизация должна строиться на достаточ-

но полном и точном отражении в расчетах геологических, технологических и гидротехнических особенностей: природной разобоченности участков разнокачественных руд, структурно-морфологической сложности, низкой степени разведанности, высокой экономической значимости порядка отработки запасов, длительного периода строительства и освоения проектной мощности, необходимости совершенствования технологии в процессе эксплуатации и др.

Современный опыт освоения месторождений полезных ископаемых в нашей республике показал, что большинство иностранных, а также местных инвесторов инвестируют свои капиталы на разработку золотоносных месторождений. Основной особенностью месторождений золота является неравномерное распределение его содержания в пределах рудных залежей и отдельных рудных тел. Распределение золотой минерализации в пределах рудных тел подчиняется в большинстве случаев закономерности, когда центральная, наиболее мощная часть рудного тела содержит руду с высоким содержанием золота (обогащенное ядро). По мере удаления от центра рудного тела снижаются содержание золота, мощность рудного тела, появляются обособленные рудные тела с низким содержанием золота. Примерами таких месторождений являются Кум-

тор, Талдыбулак-Левобережный, Макмал, Джеруй. Данная особенность позволяет производить раздельную добычу руд по сортам и планировать переработку руды в соответствии с целями и задачами предприятия. Основными из них являются:

- Планирование добычи и переработки руды с высоким содержанием золота в начальный период освоения месторождения с целью сокращения сроков окупаемости капиталовложений на строительство предприятия.
- Сохранение для переработки руды с низким содержанием, чтобы в последующие годы в благоприятный рыночный период была возможность эффективно ее переработать и извлечь из недр месторождения максимальное количество полезного компонента.

Важная роль в повышении полноты извлечения запасов из недр и эффективности разработки всего месторождения принадлежит управлению разнокачественными запасами. Учет порядка вовлечения в эксплуатацию природно-разобщенных крупных (больше блока) выемочных единиц является первым шагом в поиске оптимума для достижения поставленной цели.

Управление запасами при типичном для нагорных месторождений комбинированном (открыто-подземном) способе разработки является следующим этапом развития метода оптимизации в этом направлении. В этом случае управление качеством извлекаемых запасов, кроме установления порядка отработки разнокачественных участков (больше, чем блоков), также включает: определение оптимального соотношения промышленных запасов, обрабатываемых открытым и подземным способами, создание системы складирования по качественному содержанию запасов, разработка календарного плана добычи и формирования рудопотоков, обоснование дифференцированных кондиций для карьера и подземного рудника.

Для достижения цели – повышения полноты извлечения запасов из недр и эффективности отработки нагорных месторождений за счет повышения уровня окупаемости капитальных затрат и снижения потерь бедных руд и вовлечения в отработку потенциально балансовых руд предлагается вести отработку рудных тел по сортам. Причем сорт с богатой рудой в ядре рудного тела оконтуривается с заведомо более высоким бортовым содержанием относительно экономически обоснованного с таким расчетом, чтобы оставляемая бедная руда имела размеры и положение относительно вскрываемых выработок, позволя-

ющие обрабатывать ее во вторую очередь как в пространстве, так и во времени.

В целях более целенаправленного управления качеством проектирования при комбинированной разработке месторождений в настоящей работе принята менее агрегированная группировка, включающая 5 взаимозависимых параметров:

- кондиции на запасы и показатели извлечения;
- производственная мощность;
- границы открытой разработки;
- организационный порядок добычи и переработки разнокачественных запасов;
- технологический комплекс по добыче и переработке.

В качестве целевого критерия оптимизации были приняты основные критерии в современных экономических условиях – чистая текущая стоимость (NPV) и внутренняя норма окупаемости (IRR) – в качестве ограничения.

Для решения поставленной задачи нами разработан оптимизационный метод совместного и системного выбора совокупности определяющих (главных) взаимозависимых параметров освоения сложноструктурных нагорных месторождений), основанный за счет адекватного учета общественных эффектов и издержек в масштабе всей геосистемы, ориентирующейся на более полное извлечение ресурсов из недр и их использование, а также снижение экологических издержек. Как показали наши специальные исследования в данном направлении, вовлечение в сферу оптимизации техногенных ресурсов в сочетании с учетом компенсационных эффектов и издержек позволяет расширить контуры эффективной выемки как на карьере, так и на подземном руднике [1–2]. В модель заложена возможность изменения конечного содержания при переходе от одного варианта оконтуривания и отработки к другому. Это позволяет строго в безвариантной динамической постановке с применением персонального компьютера оптимизировать совместно весь комплекс определяющих параметров освоения месторождений сложной структуры [3–4].

При этом разрабатываемый метод системной оптимизации параметров освоения предусматривает вовлечение в процесс оптимизации всех определяющих параметров горного предприятия и элементов системы управления качеством обрабатываемых запасов месторождения.

Более благоприятные условия для отработки карьерных запасов создают условия для глубокой

оптимизации режима обработки открытым способом. Путем разделения разнорудных карьера на более богатые (направленные на переработку) и менее богатые (временно складированные) можно обеспечить существенное повышение показателей NPV и IRR. Прирост этих показателей против традиционного ТЭО позволяет сократить срок окупаемости инвестиций и величину выплат по кредиту.

При открытых горных работах, когда вся горная масса извлекается из чаши карьера, руда с низким содержанием накапливается на складах. Кроме того, создаются склады с очень низким содержанием, куда направляется руда со сверхнизким содержанием золота (забалансовая руда), которая в период ее добычи не могла быть переработана с получением прибыли из-за низкой рыночной цены на данный продукт, либо в связи с отсутствием эффективной технологии ее переработки. При рыночной экономике цены, особенно на драгоценные металлы, за период жизни горнодобывающего предприятия могут изменяться в несколько раз. Поэтому появляются периоды, когда ранее забалансовая руда может эффективно перерабатываться при повышении цены. Такая практика частично имела место при освоении месторождения Макмал и широко применяется в настоящее время на Кумторе.

На втором этапе системной оптимизации подвергаются запасы уже внутри выбранных крупных выемочных участков (зон) при оптимальной последовательности их отработки. На этом этапе более детально отражается различие в технологии добычи и переработки руд предварительно оптимизированных выемочных участков (зон). При этом параметры оконтуривания и отработки запасов дифференцируются по способам разработки, а также существенно отличающимся природным условиям участка.

При подземном способе возможности добычи руды по сортам ограничены. Добывать и складировать бедную и сверхбедную руду экономически нецелесообразно, поскольку велики затраты на добычу, и такая практика привела бы к снижению эффективности в те периоды, когда требуется получить более высокую прибыль. Поэтому запасы обрабатывают, как правило, с более высоким бортовым содержанием, чем при открытом способе, и большое количество бедной руды оставляется в недрах и, как правило, теряется. Для исключения данного недостатка предлагается метод обработки сложно-структурных место-

рождений подземным способом, позволяющим повысить полноту извлечения запасов из недр по сравнению с обычно существующими в практике способами разработки. Он основан на системах разработки, позволяющих производить опережающую добычу руды с высоким содержанием полезного компонента и сохранять оставляемую на будущие периоды руду с более низким содержанием полезного компонента будут при этом отработаны в периоды, когда цена на полезное ископаемое возрастет.

Такую отдельную обработку позволяют производить системы с закладкой выработанного пространства. Наиболее гибкой в данном случае является система слоевой выемки с твердеющей закладкой с восходящим или нисходящим порядком отработки слоев. В обычной практике в подготовленном к отработке слое отработывают всю руду как с высоким, так и с низким содержанием золота. В результате среднее содержание золота в товарной руде имеет намного более низкое значение, чем в богатой руде, за счет смешивания руд с высоким и низким содержанием. Такой подход снижает эффективность отработки месторождения за счет того, что для повышения окупаемости капитальных вложений и роста годового дохода, как правило, оставляют неотработанными руды с низким содержанием, расположенные на флангах рудных тел, в приконтурной их части и в обособленных маломощных рудных телах. Как правило, такие руды теряются безвозвратно, так как из-за малого их количества повторно возвращаться и обрабатывать их становится не всегда экономически выгодно.

Использование идеи системной оптимизации второго этапа на подземной части месторождения позволяет уточнить границы ярусов при принятой схеме с закладкой. Отработку целесообразно начинать с горизонтов, где среднее содержание металла наиболее высокое. На отдельных горизонтах также следует планировать добычу начиная с богатых первичных камер. В целях повышения внутренней нормы прибыли (IRR) рекомендуется бортовое содержание (для запасов подземной отработки) дифференцировать с уменьшением его по годам эксплуатации.

Уменьшение бортовой кондиции на последних годах отработки целесообразно также для увеличения выемочной мощности рудного тела, которая обычно падает с глубиной.

Бедная руда оставляется во временно неактивных запасах, и к ее отработке приступают в

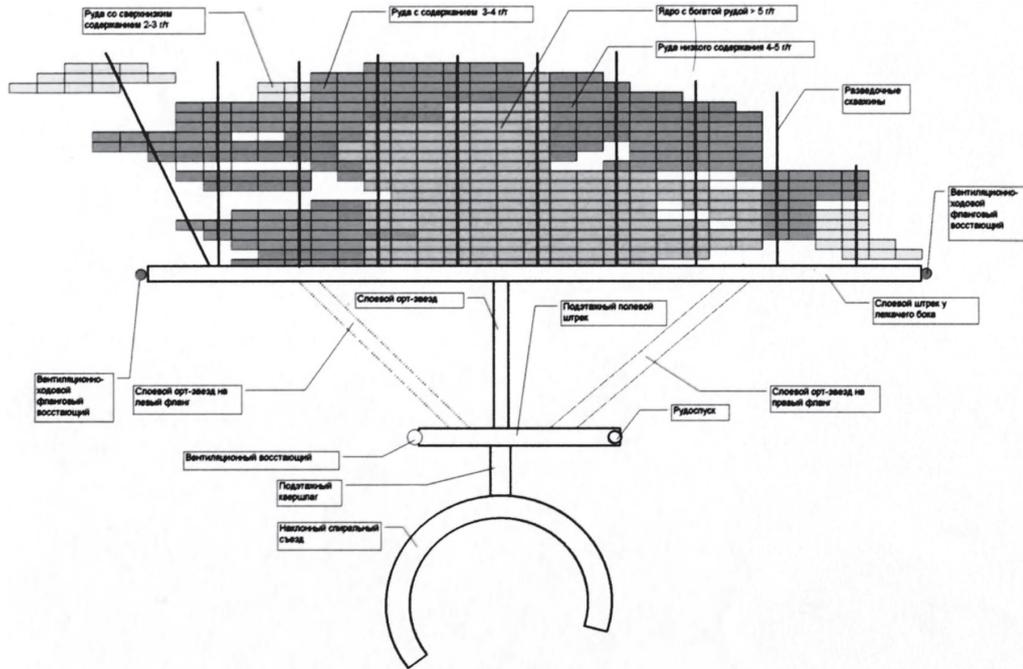


Рис. 1. Слоевая система разработки с закладкой и восходящим порядком слоев с раздельной во времени добычей богатой и бедно руды.

Схема подготовки и разведки рудного тела (план горизонта по слою)

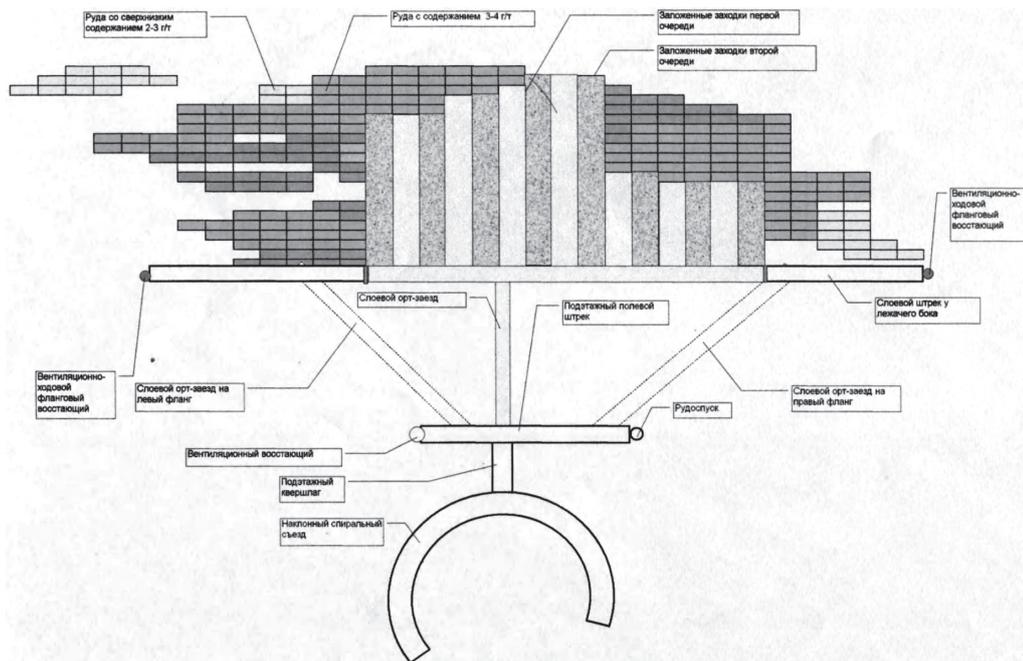


Рис. 2. Слоевая система разработки с закладкой и восходящим порядком обработки слоев с раздельной во времени добычей богатой и бедной руды.

Стадия 1 – опережающая отработка богатой центральной части рудного тела



жается бортовое содержание золота и в отработку вовлекается большее количество запасов, чем при традиционном порядке отработки.

Сущность способа показана на рисунках 1–4. На первом этапе (рис. 1) ведутся подготовка и разведка рудного тела. Вся рудная залежь делится на сорта руды. Выделяется богатое ядро. Его границы выбираются таким образом, чтобы получить размеры участков бедных руд такими, чтобы их было возможно обрабатывать в будущем, после отработки и закладки богатого ядра. Подготовка рудного тела заключается в проходке полевого штрека из спирального съезда. Из полевого штрека производится бурение разведочных скважин для оконтуривания запасов по сортам.

На втором этапе (рис. 2) ведут отработку богатого ядра. При этом из полевого штрека к богатому ядру проходят слоевые заезды, из которых проходят слоевые штреки вдоль лежачего бока богатого сорта руды, производят отработку и закладку богатого ядра. Все выработанное пространство закладывают твердеющей закладкой. Обширные для слоевой отработки подготовительные выработки по возможности сохраняют, в частности, для отработки бедных руд сохраняются полевой штрек и вентиляционные восстающие на флангах рудного тела. Остальные подготовительные выработки закладывают твердеющей закладкой. Нормативную прочность закладки при отработке богатого ядра выбирают из расчета отработки участков бедных руд в будущем.

В благоприятный для предприятия период приступают к отработке бедных руд (рис. 3–4), границы которых устанавливают по бортовому содержанию, соответствующему более высокой цене на золото, что позволяет вовлекать в отработку руды, ранее признанные забалансовыми. Из полевого штрека, пройденного для отработки сорта богатой руды, проходят слоевые заезды, и по слою участка бедных руд проходят слоевые выработки, из которых обрабатывают участки руд низкого содержания.

При отработке бедных руд первичные заходки закладывают твердеющей закладкой, а заходки второй очереди – пустой породой, что позволяет снизить предстоящие затраты и соответственно бортовое содержание золота для бедных руд.

Таким образом, предложенный технологический способ отработки имеет следующие преимущества:

- обеспечивает в начальный период отработки добычу руды с более высоким содержанием металла, что сокращает срок возврата капитала, затраченного на строительство, кредиты банкам, и соответственно сокращает выплаты по процентам;
- обеспечивает сохранение для будущих периодов отработки участков рудных тел, представленных бедными рудами;
- дает возможность обрабатывать участки, представленные бедной рудой, в периоды, когда рыночная цена позволяет вести отработку запасов с более низким бортовым содержанием.

Таким образом, новый технологический способ существенно повышает полноту извлечения полезного ископаемого из недр.

#### *Литература*

1. Дронов Н.В., Толобекова Б.Т. Оптимизационная оценка горных проектов в современных условиях. – Бишкек: Илим, 2003. – С. 175.
2. Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацко Н.А. Современные методы оценки экономической эффективности применения новой горной техники // Горный журнал. 1995. – №3.
3. Толобекова Б.Т. Оптимизационное обоснование горных проектов в современных экономических условиях // Недропользование XXI века. – 2010. – №4. – С. 36–40.
4. Кожоголов К.Ч., Толобекова Б.Т. Повышение полноты извлечения запасов на основе системной оптимизации взаимозависимых параметров разработки нагорных месторождений // Известия НАН КР. – 2006. – №4. – С. 26–32.

УДК 622.831.32; 624.131.543

**Метод определения остаточных и действующих  
напряжений в горных породах, основанный на законе  
изменения скорости поперечной поляризованной  
ультразвуковой волны  
от напряжений в твердых материалах**

---

К.Т. ТАЖИБАЕВ, докт. техн. наук, проф.,  
Д.К. ТАЖИБАЕВ, канд. техн. наук, с. н. с.,  
М.С. АКМАТАЛИЕВА, н. с.  
Института геомеханики и освоения недр НАН КР

---

The basic methodical positions of definition of residual and effective stresses in rocks based on application of the law of change of speed of the cross-section polarized ultrasonic wave from stresses in solid materials are resulted.

Нами было показано, что зоны высокой концентрации остаточных напряжений в горных породах являются очаговыми зонами тектонических горных ударов и землетрясений [18, 19], то есть при нарушении равновесия триггерными силами остаточные напряжения приводят к динамическому разрушению горных пород в объемных очагах, обуславливая вышеуказанные катастрофы [21]. Известные факты скачкообразного изменения деформаций горных пород перед горными ударами и землетрясениями [1, 13, 24, 25] были объяснены проявлением остаточных напряжений в деформации горных пород [18, 19]. Следует отметить, что, несмотря на многочисленность разработанных методов, оперативное и надежное определение остаточных и действующих напряжений остается одной из главных проблем механики горных пород.

Недостатками известных и широко распространенных методов определения действующих, в том числе и остаточных, напряжений путем образования новых поверхностей (методы разгруз-

ки) [2, 4, 5, 6, 7, 8] являются их невысокая точность из-за неполной разгрузки существующих остаточных напряжений при образовании поверхностей (надрезов, отверстий), ограниченность их применения из-за частичного разрушения конструкций, низкая информативность из-за искажений первоначальных напряжений.

В последнее время достаточно интенсивно развиваются теоретические и экспериментальные подходы по применению скорости прохождения поперечной поляризованной волны для определения напряжений [3, 10, 11, 12, 26].

Нами был выявлен закон изменения относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой (поперечной) волны от изменения механического напряжения в твердых материалах [9]. Сущность данного закона заключается в том, что изменение механического напряжения в твердых материалах приводит к пропорциональному изменению относительной величины скорости прохождения ульт-

травзукковой сдвиговой поляризованной волны в направлении, перпендикулярном к направлению действия напряжения. Функциональная связь между напряжениями, их направлением, скоростями распространения поляризованных сдвиговых волн, волновым модулем напряжения  $K$  выражается по следующей формуле:

$$\sigma_x = \left(\frac{V_{SOZ}}{V_{SZ}} - 1\right)K_Z; \sigma_y = \left(\frac{V_{SOX}}{V_{SX}} - 1\right)K_X; \\ \sigma_z = \left(\frac{V_{SOY}}{V_{SY}} - 1\right)K_Y \quad (1),$$

где  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  – нормальное напряжение по направлению  $X, Y, Z$  соответственно;

$K_x, K_y, K_z$  – волновой модуль напряжения (название наше) по направлениям  $X, Y, Z$  соответственно;

$V_{SX}, V_{SY}, V_{SZ}$  – скорость прохождения через определенную базу нагруженного материала ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны по направлениям  $X, Y, Z$  соответственно;

$V_{SOX}, V_{SOY}, V_{SOZ}$  – скорость прохождения ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны по направлениям  $X, Y, Z$  соответственно при отсутствии напряжения (ненагруженное состояние).

Изменение относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны с вектором поляризации, совпадающим с направлением напряжения, обусловлено тем, что изменение напряжения в направлении, перпендикулярном к направлению прохождения ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны, вызывает деформацию материала.

Значение  $K$  (данный показатель нами был назван волновым модулем напряжения, так как имеет размерность напряжения) для каждого материала определяется экспериментально по следующей формуле:

$$K_x = \frac{\sigma_y}{\omega_x}; K_y = \frac{\sigma_z}{\omega_y}; K_z = \frac{\sigma_x}{\omega_z},$$

$$\text{где } \omega_z = \left(\frac{V_{SOZ}}{V_{SZ}} - 1\right); \omega_x = \left(\frac{V_{SOX}}{V_{SX}} - 1\right); \omega_y = \left(\frac{V_{SOY}}{V_{SY}} - 1\right). \quad (2).$$

Волновой модуль напряжения  $K$  экспериментально определяется при одноосном сжатии призматического образца размерами 5x5x10 см или 7x7x14 см (представительный объем горной породы, материала) для разных уровней напряжения (рис. 1), например для разных значений  $\sigma_z$  (по силоизмерителю прессы и площади поперечного сечения образца). В средней части образца определяется скорость ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны в перпендикулярном к направлению действия напряжения направлении, например  $V_{SY}$ . Величина  $V_{SOY}$  представляет начало отсчета, то есть значение скорости ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны для ненагруженного состояния.

Для изотропных материалов  $K_x = K_y = K_z = K$ . Для анизотропных (слоистых, кристаллических анизотропных) материалов значение волнового модуля напряжения  $K$  экспериментально определяется по соответствующим направлениям.

Нами значения волнового модуля напряжения для некоторых горных пород были определены по указанной выше экспериментальной методике. Результаты определения среднего значения  $K$  представлены в табл. 1.

При известном значении волнового модуля напряжения, измерив скорости прохождения сдвиговой поляризованной ультразвуковой волны, можно определять остаточные и действующие напряжения по установленным выше формулам (формула 1 и 2), то есть можно определять знак и величину-компонент остаточных и действующих напряжений. Следует отметить, что действующее напряжение может включать в себя и остаточные напряжения (при их наличии, например, в породном массиве). В связи с этим остаточные напряжения при необходимости опре-

Таблица 1. Средние значения волнового модуля напряжения  $K$  и деформационных характеристик горных пород

Название (и место отбора) горной породы	Волновой модуль напряжения, $K \cdot 10^4$ МПа	Коэф. Пуассона	Модуль упругости, $E \cdot 10^4$ МПа	Модуль сдвига, $G \cdot 10^4$ МПа
Мрамор (Кемин)	0,0345	0,2089	5,2220	1,3770
Мрамор тонкоз. (Токтогул)	0,0542	0,2010	6,9787	1,8585
Гранодиорит	0,5974	0,1900	6,6915	1,8066
Метасамотит (Кумтор)RS№5	1,0424	0,2334	8,0797	2,0645
Гнейс (Жеты-Огуз)	0,2113	0,1693	7,7177	2,1368
Мраморизованный известняк	0,4328	0,219	4,31	1,12



Рис. 1. Нагружение (на прессе ЦДМ-100) и прозвучивание (УК-10 ПМ) призматического образца

деляются отдельно в свободных от внешней нагрузки представительных кусках горной породы, отобранных из места измерения скорости волны в породном массиве. Обычно остаточные напряжения определяются в лабораторных условиях.

Действующее в породном массиве напряжение определяется по следующей методике:

1. Создаются в породном массиве гладкие параллельные к заданной оси, например к оси  $Z$  (вертикальное направление), две поверхности, установкой гидроабразивной (пескоструйной) резки пород, с расстоянием между ними 7 сантиметров (база прозвучивания) путем образования щелей (для размещения преобразователей сдвиговых волн).

2. Очищаются, высушиваются поверхности, и наносится тонкий слой контактной среды (полисахариды, искусственный мед) на гладкие поверхности породы, а также и преобразователей, после чего преобразователи с векторами поляризации, направленными по заданной оси ( $Z$ ), слегка прижимаются (постоянной силой) к гладкой поверхности породы.

3. Преобразователи подсоединяются к ультразвуковому прибору (УК-10ПМ), и после прогрева прибора в течение 20 минут не менее 10 раз снимается отсчет времени прохождения сдвиговой волны через заданную базу (7 см) в автоматическом режиме и при точности измерения

времени  $\pm 0,01$  мкс., по средней величине времени определяется скорость поляризованной сдвиговой ультразвуковой волны.

4. При проведении контроля напряжения (в случае существенного изменения напряжения вследствие быстрого продвижения очистного забоя, влияющего на напряженное состояние) прибор и преобразователи оставляются на период времени контроля, и периодически проводятся измерения времени прохождения сдвиговых волн по пункту 3.

5. В случае определения действующего напряжения после измерения времени прохождения сдвиговых волн по пункту 3 преобразователи снимаются, вырезается часть породного массива (кусок) с размерами 7х7х15 см в том же месте, где проводилось измерение времени прохождения сдвиговой волны, сохранив базу прозвучивания (7 см).

6. Из отобранного куска изготавливается призма с размерами 7х7х14 см.

Для данной призмы определяется волновой модуль напряжения  $K$  по указанной выше последовательности, прозвучивая поляризованной сдвиговой волной при разных уровнях нагрузки сжатия по заданной, то есть именно по той базе (7 см), по которой проводилось прозвучивание в породном массиве.

7. На основе скорости поляризованной сдвиговой волны, измеренной в породном массиве, и

значения волнового модуля напряжения  $K$ , а также скорости поляризованной сдвиговой волны для ненагруженного состояния определяется, например, вертикальная составляющая нормального напряжения породного массива  $\sigma_z$  по формуле 1. Также определяются и другие составляющие напряжения и по другим направлениям.

Применение для образования гладких поверхностей и щелей в горных породах установки гидроабразивной (пескоструйной) резки обеспечивает неизменность механических свойств и остаточных напряжений горных пород в массиве и вырезанных кусках, так как при такой резке температура, приводящая к изменению свойств и остаточных напряжений породы, отсутствует. Для образования глубоких щелей необходимо создавать новые установки гидроабразивной резки горных пород.

Для определения остаточных напряжений, измерения скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны в кубическом образце с размерами 7x7x7см, свободном от внешней нагрузки, необходимо проводить в следующей последовательности:

1. Путем прозвучивания по направлениям через каждый  $1^\circ$  или  $10^\circ$  от нуля до  $180^\circ$ , поворачивая излучатель и приемник акустополярископа, определяется значение скорости прохождения по-

ляризованной сдвиговой волны  $V_{SI}$  для параллельного и перпендикулярного (к рассматриваемому направлению) вектора поляризации для каждого направления по трем ортогональным плоскостям.

2. По признаку равенства времени или скорости прохождения параллельных  $V_{SP}$  и перпендикулярных  $V_{SC}$  сдвиговых поляризованных волн для заданной базы прозвучивания определяется скорость прохождения сдвиговой волны для случая отсутствия остаточных напряжений –  $V_{SOI}$  (один из признаков отсутствия остаточных напряжений  $V_{SP} = V_{SC}$ ).

3. В случае необнаружения направления или участка без остаточных напряжений фиксируются все значения скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны по всем вышеуказанным направлениям и по трем ортогональным плоскостям, а затем полностью выводятся (снимаются) из образца остаточные напряжения известным методом отжига.

4. Определяется скорость ультразвуковой сдвиговой поляризованной волны для образца без остаточных напряжений (после снятия остаточных напряжений) –  $V_{SOI}$  и среднее значение волнового модуля напряжения  $K$  по вышеуказанной последовательности

5. На основе значений скоростей прохождения волн для разных направлений и плоскостей,

График остаточных напряжений для разных направлений, метасамодит (р.Кумтор, RS №5, обр.3-4)

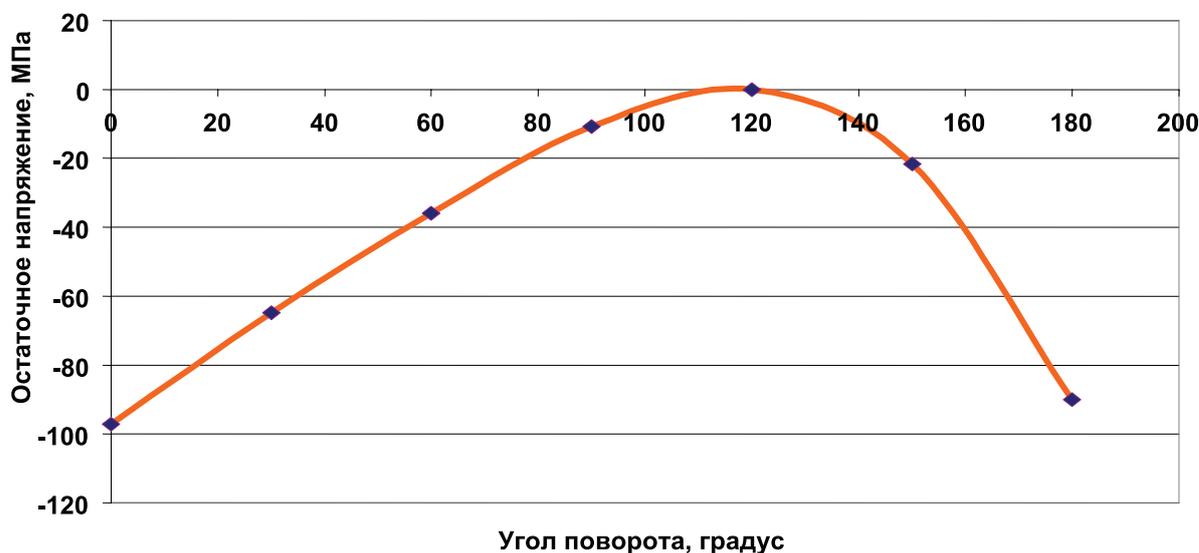


Рис. 2. Значения остаточных напряжений образца метасамодита (по одной плоскости, рудник Кумтор, проба RS № 5, обр. 3–4)

а также значения скорости для ненагруженного состояния  $V_{SOI}$  и среднего значения волнового модуля напряжения определяются по формуле 1 значения остаточных напряжений.

Прозвучивая по направлениям Z, Y, X с помощью ультразвуковых поляризованных сдвиговых волн, можно определить по ортогональным к указанным направлениям нормальные напряжения  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_z$  и главные нормальные напряжения по соответствующим плоскостям путем поворота излучателя и приемника поляризованной сдвиговой волны через каждый  $1^\circ$  или  $10^\circ$  от нуля до  $180^\circ$ , синхронно поворачивая излучатель и приемник акустополарископа. После определения главных нормальных (максимальных и минимальных) напряжений можно определять и касательные напряжения.

Следует отметить, что величины напряжений, определяемых на основе формулы 1, представляют собой средние (результатирующие) значения напряжения для заданных баз прозвучивания.

На рис. 2 в качестве примера представлены результаты определения остаточных напряжений в образце (размер  $11,2 \times 7,27 \times 3,43$  см, база прозвучивания  $7,27$  см) метасамотита месторождения Кумтор.

#### Литература

1. *Авершин С.Г.* Горные удары. – М.: Углетехиздат, 1959. – 234 с.
2. *Биргер И. А.* Остаточные напряжения. – М.: Машгиз, 1963. – С. 232.
3. *Гуца О.И., Лебедев В.К.* Измерение остаточных напряжений в сварных соединениях без разрушения / Автоматическая сварка. – Киев: Изд. КДНТИ, 1969. – №1. – С. 42–44.
4. *Давиденков Н.Н.* Об измерении остаточных напряжений / Заводская лаборатория, 1950. – №2. – С. 188–192.
5. *Витман Ф.Ф.* Остаточные напряжения. – М.-Л.: Гостехтеоретиздат, 1933. – 67с.
6. *Лобанов Л.Н.* Определения остаточных напряжений методом голографической интерферометрии с использованием одной голограммы // ДАН СССР. –1983. – 271. – №3. – С. 557–561.
7. *Чернышев Г.Н., Антонов А.А., Морозов В.К.* Способ определения внутренних остаточных напряжений / А. с СССР №807038. – 1981.
8. *Антонов А.А.* Лазерная интерферометрия в задачах об остаточных напряжениях // Тр. всес. семин. по остат. напряжениям и методам регул. – М., 1982. – С. 18–30.
9. *Тажиббаев К.Т.* Закон изменения времени прохождения поляризованных поперечных волн от напряжений в твердых средах / Известия НАН КР – №3– 2010 г. – С. 36–44.
10. *Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуца О.И., Лебедев В.К.* Основы ультразвукового неразрушающего метода определения напряжений в твердых телах. – Киев: Наукова думка, 1974. – 108 с.
11. *Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуца О.И.* Введение в акустопругость. – Киев: Наукова думка, 1977. – 152 с.
12. *Гуца О.И.* Ультразвуковой метод определения остаточных напряжений. Состояния и перспективы // Экспер. методы исследований деформаций и напряжений. – Киев, 1983. – С. 77–81.
13. *Шрепп Б.В., Квочкин В.А., Бояркин В.И. и др.* Исследование закономерностей динамических явлений в зоне влияния очистных работ Таштагольского рудника // Прогноз и предотвращение горных ударов при разработке рудных месторождений / Матер. 5-го координац. совещ. по пробл. горных ударов на рудных месторождениях. – Фрунзе, 1986. – С. 67– 68.
14. *Горбачевич Ф.Ф.* Акустополаризационные измерения характеристик анизотропии горных пород. – Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1985. –30с.
15. *Тажиббаев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.К.* Способ определения остаточных напряжений в твердых материалах / Патент № 1245 КР от 26 февраля 2010 года.
16. *Тажиббаев К. Т.* Деформация и разрушение горных пород. Фрунзе, Илим:1986. – 106с.
17. *Тажиббаев К.Т., Ташмаматов А.С.* Способ определения остаточных напряжений в горных породах / Патент № 658 Кыргызской Республики. – Бишкек, 2004.
18. *Тажиббаев К.Т.* Условия динамического разрушения горных пород и причины горных ударов. – Фрунзе: Илим, 1989. – 179 с.
19. *Тажиббаев К.Т.* О причинах и механизме горных ударов и землетрясений // Исследование, прогноз и предотвращение горных ударов: Материалы IX Всесоюзной конференции по механике горных пород. – Бишкек, 1991. – С. 139–167.
20. *Тажиббаев К.Т., Тажибаев Д.К.* Технологические меры предупреждения тектонических горных ударов и землетрясений / Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2007. – Т. 7. – №1. – С. 24–28.

21. *Тажобаев К.Т., Тажибаев Д.К.* Механизм тектонических горных ударов, землетрясений и теоретическая модель их очагов // Сб. докл. международн. совещ. 14–16 апреля 2004 г. «Техногенная сейсмичность при горных работах: Модели очагов, прогноз и профилактика». – Ч. 1. – Апатиты, 2004. – С. 185–196.
22. *Тажобаев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.* Неразрушающий метод определения остаточных и действующих напряжений в горных породах / Тезисы докладов 2-й Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-инновационной деятельности». – Бишкек, 2010. – С. 10–11.
23. *Тажобаев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.К.* Неразрушающий метод определения остаточных и действующих напряжений твердых материалов // Сб. трудов Международной конференции 15–17 июня 2011 г. «Проблемы геомеханики и освоения недр». – Вып. 13. – Бишкек, 2011. – С. 164–175.
24. *Асада Т., Исибаси К., Матсуда Т. и др.* Методы прогноза землетрясений, их применение в Японии (Пер. с англ. ). – М.: Недра, 1984. – С. 312.
25. *Рикитаки Т.* Предсказание землетрясений. – М.: Мир, 1979. – 335 с.
26. *Бакулин В.Н., Панасенко Г.Д.* О возможной связи скорости ортогонально поляризованных поперечных волн с напряженным состоянием пород в массиве // Физ. свойства пород в массиве. – Новосибирск: СО АН СССР, 1982. – С. 29–33.
27. *Опарин В.Н.* Волны маятникового типа и геомеханические волноводы // Сб. трудов Международной конференции 15–17 июня 2011 г. «Проблемы геомеханики и освоения недр» – Вып. 13. – Бишкек, 2011. – С. 74–81.
28. *Тажобаев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.К.* Результаты исследования остаточных напряжений в твердых материалах поляризованными ультразвуковыми волнами // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2008. – Т. 8. – №10. – С. 71–80.
29. *Чернышев Г.Н., Попов А.Л., Козинцев В.М., Пономарев ИМ.* Остаточные напряжения в деформируемых твердых телах. – М., 1996.
30. *Чернышев Г.Н., Попов А.Л., Козинцев В.М.* Полезные и опасные остаточные напряжения // Ежемесячный естественнонаучный журнал РАН. Природа. – № 10. – 2002. – С. 17–24.
31. *Горбачев Ф. Ф.* Акустополарископия породообразующих минералов и кристаллических пород. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2002. – 140 с.
32. *Тажобаев К. Т., Тажибаев Д. К.* Рекомендации по предупреждению тектонических горных ударов и землетрясений. / Национальный информационный центр Кыргызской Республики. Информационный листок № 3 (7210). – Серия 52.13.35. – Бишкек, 1996.
33. *Тажобаев К.Т.* Закон изменения скорости прохождения поляризованной поперечной ультразвуковой волны от напряжения в твердых материалах и его применение // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2011. – Т. 11. – №11. – С. 151–156.

УДК 551.432(575.2) (04)

## Локализация гравитационных геосистем (обвалов и оползней) Кыргызского Тянь-Шаня Часть 1

---

С.М. АХМЕДОВ, с. н. с. Института геологии НАН КР, отдел географии

---

It is analyzed materials of long lasting researches and examined horizontal, vertical, genetic, tectonic, geological, climatic characteristics of rockslides and landslides. It is pointed out major time rhythms of their activation

Геосистемы на обвальных, оползневых и других стихийно-образованных гравитационных формах рельефа с относительно рыхлым геологическим наполнителем – наиболее нестабильные, динамичные системы. Они разрушают уже существующие, исторически обусловленные геосистемы и создают условия для образования новых геосистем. Изменяя конфигурацию склонов и рельеф в целом, геологию, почвенный субстрат, условия залегания подземных вод, животный и растительный мир, они только начинают вписываться, адаптироваться, приспосабливаться к окружающей природе. Иначе говоря, локально процесс геосистемообразования начинается заново.

Методологически наиболее выигрышным при изучении гравитационных образований является картографический способ моделирования природной среды. Он дает возможность пространственно наглядно, исторически и генетически обусловлено оценить степень распространения геосистем, в основе которых лежат гравитационные формы рельефа.

Использование методологии моделирования базы для экологического мониторинга природной среды – наблюдения, диагностики и прогнозы изменения геосистем. При сравнении закартирован-

ных разновременных геоморфологических обстановок с изменчивостью других природных компонентов можно будет прогнозировать степень интенсивности экзогенных процессов и риска катастрофических явлений. Геоморфологический прогноз изменения интенсивности экзогенных процессов и геосистем в целом базируется на временной изменчивости площадей форм гравитационных подтипов рельефа, отображенных на карте, которые более всего подвержены процессам разрушения экзогенными проявлениями.

Картографический материал для генетического, временного, геологического (вещественного), пространственного и др. анализов собирался с 1976 года при выполнении текущих тем в отделе географии ИГ НАН КР.

Карты составлялись с использованием историко-генетической легенды. Информация для карт собиралась в поле, дешифрированием аэро- и космофотоснимков, а также извлекалась из опубликованных и фондовых источников.

**Генетический анализ.** Первичные причины широкого распространения обвалов и оползней на Тянь-Шане можно определить, не привлекая материалы изучения самих гравитационных образований, а опираясь на ряд логических умозаключений, построенных на природных законах,

действующих на всей Земле. Разделение на первичные условия (обязательно необходимые для формирования обвалов и оползней) и вторичные условия, которые, собственно, и вызывают эти явления, позволит выйти на классификацию и прогноз их проявлений. Очень часто в основу любой классификации, со времён К. Линнея и Ч. Дарвина, закладывается генетический фактор. Все генетические факторы нужно разложить по градациям степенной важности того или иного фактора в процессе гравитационного рельефообразования и получить общую классификационную картину условий, благоприятствующих или способствующих формированию гравитационных образований.

Эти условия можно разделить на две большие группы. Хотя группы условий имеют противоположно направленные векторы действия, но обе способствуют образованию гравитационных форм рельефа.

Первая группа – центростремительная, включает в себе главный и единственный, глобальный генетический фактор – гравитацию, которая действует непрерывно с момента возникновения Земли, притягивая массы горных пород к своему центру, образуя из них различные гравитационные формы рельефа.

Для природы гравитационные процессы естественны, обычны и полностью укладываются в схему В. М. Дэвиса [1] о цикличности развития рельефа горных систем. В сознании человека они трансформируются в катастрофические из-за заключённых в них разрушительных в антропогенном ландшафте и смертельных для человека сил.

Сенсорика человеческого организма – зрение, слух, осязание, сформировавшиеся в земных условиях и приспособленные к земному гравитационному полю, – воспринимает скорость, объём и мощь гравитационных явлений адекватно способностям своих чувств. Такие же явления на Луне (где сила тяжести меньше земной) или на Юпитере (где сила тяжести значительно больше земной) будут ощущаться, восприниматься, выглядеть для человека адекватно его земной сенсорике, но по-другому. В случае лунного обвала восприятие человеческой сенсорикой скорости его прохождения и мощь будут выглядеть преуменьшенно, как на замедленной киноплёнке, как «неярко выраженный обвал». На Юпитере такой же, как на Земле и Луне, объём обвалившихся масс по скорости прохождения из-за большего

ускорения, едва уловимой для зрительной сенсорике человека, мощи удара об юпитерианскую поверхность, будет ощущаться как «суперобвал».

Во всех трёх случаях явление воспринимается адекватно земным чувствам человека: на Луне слабокатастрофично, на Земле – катастрофично, на Юпитере – сверхкатастрофично. Но во всех случаях в основе явления лежит общая для всех причина – гравитация, которая и должна быть главным генетическим классификационным фактором.

Во вторую группу – центробежную (названную так, поскольку факторы, входящие в неё, действуют при поверхностном пространстве Земли) – входит ряд, по отношению к главному, второстепенных факторов – рельеф, тектоника, сейсмика, геологическое строение, климат и антропогенное воздействие. Эти факторы, кроме антропогенного воздействия, по причине своего природного происхождения – объективны, действуют помимо воли человека и по времени действия все дискретны.

По степени важности на первом месте из второстепенных факторов стоит рельеф. Он главный из второстепенных, поскольку, во-первых, сам является производным от всех остальных генетических факторов. Во-вторых, даже при наличии всех прочих генетических факторов, включая силу тяжести, без сильно и густо расчленённого рельефа, с обилием крутых, выпуклых, вогнутых и иной конфигурации склонов, с резкими перепадами высот, гравитационные образования невозможны. Особенно в таком массовом количестве, как на Тянь-Шане, где из-за активного эндогенного и экзогенного рельефообразования конфигурация склонов постоянно изменяется. Иначе говоря, для масс горных пород есть пространственные геоморфологические условия, откуда перемещаться и куда перемещаться.

Поднятие хребтов Тянь-Шаня и относительные опускания впадин есть результат тектонических процессов, происходящих и в настоящее время [2, 3, 4, и др.]. Все имеющиеся в регионе склоны втянуты в этот процесс поднятия. На определённых этапах процесса баланс устойчивости пород, в которых выработаны склоны, нарушается, возникает крупный гравитационный ритм с массовым появлением обвальных и оползневых форм рельефа.

На тектонические процессы в Тянь-Шане наложился процесс глобальных климатических изменений с трендом к потеплению (индикатором

служит усиливающаяся селевая деятельность), и если сюда добавить постоянные сейсмические проявления – сильные, средние толчки и слабые потряхивания земной поверхности, то мы получим полный набор генетических причин массового возникновения гравитационных форм рельефа в регионе. Генетические факторы второго порядка – климатические проявления, сейсмика, антропогенная деятельность на фоне имеющегося рельефа и гравитационного поля – служат спусковыми механизмами для гравитационных явлений.

**Временной анализ** тесно связан с результатами и выводами генетического анализа. Современный рельеф Тянь-Шаня сформировался в результате новейших тектонических движений и экзогенных факторов за неоген-голоценовое время. Интенсивность гравитационных процессов в формировании рельефа нарастала с ростом гор, растяжением склонов и возникновением резко и дробно расчленённого рельефа, главного из второстепенных гравитационно-рельефообразующих факторов.

Первый древний крупный ритм массового образования обвалов и оползней произошёл с возникновением условий для нарушения баланса склонов в позднплейстоценовое время [5]. Возраст определяется методом корреляции, по соотношению возрастов подстилающей гравитационное образование поверхности и обрвавшейся поверхности или врез, а также по морфологии – по свежести, степени размытости, задернованности тел и стенок отрыва материала, слагающего обвальные и оползневые формы рельефа.

Второй крупный, современный, ритм, который мы наблюдаем сейчас, нарастание массовости гравитационных процессов, начался во второй половине XX века и закончится только после восстановления баланса устойчивости склонов, вытянувшихся за период от позднего плейстоцена до и во время голоцена. Определить длительность ритма не представляется возможным.

Гравитационные формы рельефа возникали и между ритмами, но не были такими массовыми. Внутри ритмов, из-за дискретности второстепенных факторов, гравитационно-рельефообразующие процессы то усиливаются, то затихают (мелкие ритмы).

Во временном анализе следует также отметить, что образование современных оползней зависит от режима увлажнения, и оползание происходит в районах, где среднегодовое количество осадков свыше 300 – 600 мм в год. Причем ино-

гда наблюдается эффект запаздывания. Даже при наличии всех предвестников оползания (трещин, рвов в грунтах, срывов дерновины и почвы, покосившихся столбов и деревьев и т. д.) оползень может сойти не во время обильного выпадения осадков, а несколько позднее. Спусковым механизмом может служить небольшой дождь, слабый подземный толчок, техногенные причины и т. д. Эффект запаздывания мало изучен и, очевидно, зависит от влагоёмкости, способности накапливать и удерживать влагу отдельными разновидностями горных пород.

**Вертикально-пространственный анализ** напрямую связан с временным анализом. Два крупных временных ритма массового схода гравитационных образований обусловили характерное двухступенчатое распространение обвалов и оползней на территории Тянь-Шаньского горного поднятия.

Верхняя ступень гравитационных генераций обрывает доороген-раннеплей – стоценовые поверхности и врезы. Хотя любое тело на земной поверхности в силу действия основного гравитационно-рельефообразующего фактора стремится занять как можно более низкое гипсометрическое положение, тела верхней генерации первого ритма лежат на уровнях среднего плейстоцена, а не на голоцене. В поздне-плейстоценовое время, когда был активизирован гравитационно-рельефообразующий ритм, массы горных пород обрушились, сползли на среднеплейстоценовые уровни, которые уже были сформированы, выработаны и в то время занимали обширные пространства в долинах рек и в днищах впадин, служа местными базами эрозии. Позднеплейстоценовые уровни ещё только формировались, и если на них что-то попадало, то было смыто за позднплейстоценовое время. Голоценовых террас и уровней не было вообще.

Тела гравитационных образований первого ритма сильно размыты, сглажены, задернованы, относительно стабильны, не доходят до современных террасовых уровней и тальвегов. Они давно уже вовлечены в хозяйственную деятельность местного населения.

Генерации обвалов и оползней современного ритма лежат гипсометрически ниже древних. Они могут обрывать и пересекать врезы, уровни и террасы практически всего возрастного спектра, имеющегося на Тянь-Шане, и спускаться до современных русел водотоков, часто перекрывая их. Тела современных гравитационных образо-

ваний морфологически выражены более чётко, имеют свежий вид, слабо или вообще не задернованы. Многие гравитационные образования, возникшие в историческое время, описаны в научной литературе и периодике [6, 7, 8, 9, 10, 11 и др.]. Сведения о многих из них хранятся в памяти очевидцев из местного населения.

**Геологический (вещественный) анализ.** При анализе карт крупного масштаба было выявлено, что распространение обвалов приурочено к выходам петрографически различных более прочных древних осадочных изверженных и метаморфических кристаллических пород. Оползни тяготеют к территориям, где на дневную поверхность выходят меловые, палеоген-неогеновые и четвертичные отложения мергелистого, глинистого и лёссового состава.

**Тектонический анализ.** Древние и современные обвалы и крупные оползневые формы рельефа, как правило, сосредоточены в зонах схождения, пересечения разломов разных рангов и направлений в морфоструктурных или гравитационно-тектонических узлах [12, 13]. В таких районах, зонах наблюдается разуплотнение, перетёртость, рыхлость и сильная трещиноватость горных пород.

**Антропогенный (техногенный) анализ.** Субъективный второстепенный фактор, способствующий образованию гравитационных форм рельефа, это деятельность человека, направленная на искусственное нарушение баланса склонов – их подрезка (прокладка коммуникаций, взрывные работы, разработка полезных ископаемых, строительство зданий и сооружений, сведения естественного растительного покрова, перевыпас скота и т. д.).

В Тянь-Шане существует тренд наложения субъективного гравитационно-рельефообразующего фактора на районы, уже опасные по объективным природным показателям – рельефу, климату, геологическому и тектоническому показателям. Особенно это наложение заметно в перенаселённой западной части Тянь-Шаня, где на отдельных участках территории приходится до 30–40 оползней на 1 кв. км [14].

**Статистический анализ.** Проводится табличным методом. Все классификационные и другие морфологические характеристики по всем гравитационным образованиям сводятся в таблицы и анализируются. По результатам анализа делаются выводы, прогнозы, рекомендации и описание конкретного исследуемого региона.

### Литература

1. Дэвис В.М. Геоморфологические очерки. – М.: Изд-во иностр. лит., 1962. – 455 с.
2. Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. – М.: Географгиз, 1948. – 223 с.
3. Никонов А.Л., Ванов А.В., Веселов И.А. Сейсмоструктура и землетрясения в зоне сближения Памира и Тянь-Шаня. – М.: Наука, 1983. – 240 с.
4. Чедия О.К. Морфоструктура и новейший тектогенез Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1986. – 314 с.
5. Горячев А.В. Мезокайнозойская структура, история тектонического развития и сейсмичность озера Иссык-Куль. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 179 с.
6. Чаримов Т.А. Палеосейсмодислокации в бассейнах рек Кара-Балта – Аксу и Шамси // Изв. АН Кирг. ССР. – 1991. – №3 – С. 121–133.
7. Чедия О.К., Абдрахматов Е.К., Лемзин И.Н., Корженков А.М. Сейсмогравитационные структуры Кыргызстана // Геология кайнозоя и сейсмоструктура Тянь-Шаня. – Бишкек: Илим, 1994. – С. 85–97.
8. Корженков А.М. Сейсмодислокации бассейна реки Узунахмат – одно из проявлений Таласо-Ферганской сейсмогенерирующей зоны // Изв. НАН КР (Эхо науки). – 1997. – С. 30–35.
9. Матвеев Ю.Д. Закономерности развития грандиозных обвалов и оползней в районе строительства Токтогульской ГЭС // Вопросы инж. геол. и грунтовед. – 1968. – Вып. 2. – С. 331–337.
10. Раницман Е.Я., Пшенин Г.Н. Новейшие горизонтальные движения земной коры в зоне Таласо-Ферганского разлома по данным геоморфологического анализа // Тектонические движения и новейшая структура земной коры. – М.: 1976. – С. 155–159.
11. Ткаченко И.Л. Оползни юга Киргизии и основные причины их возникновения // Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР. – Душанбе. – 1968. – Вып. 12. – С. 224–225.
12. Раницман Е.Я. Места землетрясений и морфоструктура горных стран. – М.: Наука, 1979. – 170 с.
13. Жидков М.П. Условия возникновения крупных обвало-оползневых смещений на Большом Кавказе // Геоморфология. – 2000. – №1. – 73–78 с.
14. Кошоев М.А. Опасные природные явления Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2006. – 287 с.

**ПРОБЛЕМЫ СЕЙСМОЛОГИИ**

УДК 551.77 (575.2)

**Сейсмогенные разрывы Кочкорской впадины**

---

А.Б. ДЖУМАБАЕВА, ст. науч. сотрудник  
Института сейсмологии НАН КР

---

On the basis of investigation of paleoseismodislocations at Kochkor basin which traditionally has a low level of activity the evidence of strong earthquakes with  $M_{max}$  7, 0 -7, 5 are established. Hence during of compilation of new map of seismic zoning the some corrections must be included to avoid of errors as a "lack of target"

Согласно карте сейсмического районирования Кыргызской Республики [1], в пределах Кочкорской впадины могут возникать сотрясения от транзитных волн силой до 8 баллов, а в пределах южной части впадины магнитуда очагов сильных землетрясений не может превышать 6,5. В 2006 году в пределах южного обрамления впадины произошло землетрясение силой в эпицентре до 8 баллов и магнитудой до 5,5 [2]. Современная сейсмическая активность этого района довольно низкая. Среди сильных исторических землетрясений следует отметить Кочкорские землетрясения 1974 года с  $M=4,9$  и 1988 года с  $M=4,9$  [3]. Эти землетрясения сопровождались сильными сотрясениями, однако поверхностных разрывов не отмечалось. Более сильных событий здесь не регистрировалось.

Наши полевые исследования показывают, что в пределах впадины в зоне севервергентного Южно-Кочкорского разлома, который простирается на расстояние около 60 км вдоль южного борта Кочкорской впадины, имеются образования, которые могут быть отнесены к сейсмодислокациям. В первую очередь необходимо выделить район в восточной части, где в месте выхода долины р. Укок в пределы впадины имеется не-

сколько крупных оползней и коротких разрывов, находящихся в зонах активных разломов (рис. 1). В верховьях этой долины имеется завальное озеро Коль-Укок, которое, по-видимому, также образовалось вследствие сильного землетрясения. Согласно современным данным, в этом районе имеется по меньшей мере два крупных оползня, которые образовались 0,4 – 1,5 тыс. лет назад и 5,9– 8,2 тыс. лет назад [4].

Важной особенностью строения долины р. Укок является наличие активного разлома (Кольукокский разлом), который протягивается по левому борту долины и пересекает все притоки. При этом русла притоков имеют признаки правостороннего смещения. Нижние части склона, вдоль которого протягивается разлом, вздернуты вверх, т. е. указанный разлом является обратным взбросо-сдвигом.

Основной участок дислокаций промежуточного сейсморазрывно-гравитационного типа сосредоточен в средней части долин ручьев Кара-Огуз и Чеченды. Кольукокский разлом расщепляется здесь на две ветви, одна из которых протягивается параллельно долине реки, а другая сворачивает влево, ограничивая подножие западной периклинали Терсейского хребта. Дислока-

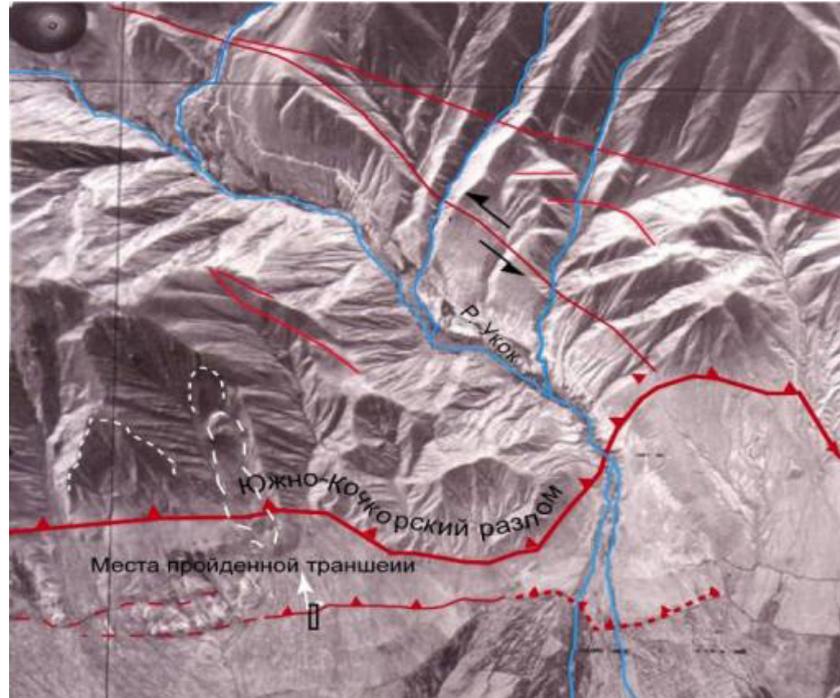


Рис. 1. Южно-Кочкорский разлом в районе долины р. Укок.  
Красными линиями показаны основные разломы

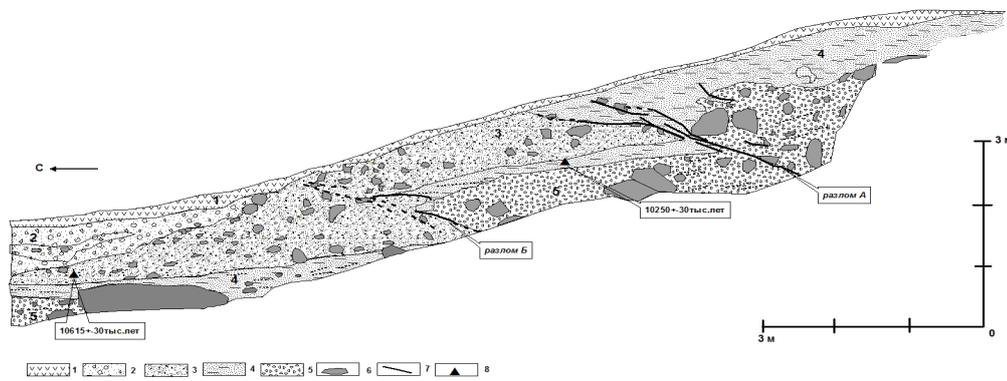


Рис. 2. Восточная стенка траншеи, пройденной в зоне Южно-Кочкорского разлома, через уступ, нарушающий поверхность позднечетвертичного пролювиального конуса-выноса: 1 – почвенные горизонты; 2 – суглинистая толща; 3 – карбонатизированный дресвяно-валунный материал с суглинистым заполнителем; 4 – суглинистая толща (тонкозернистый ил); 5 – валунно-галечная толща с песчаным заполнителем; 6 – отдельные обломки коренных пород: гравий и валуны; 7 – трещины со смещением, 8 – места отбора образцов на радиоуглеродный анализ. Падение плоскости разлома составляет  $75^\circ$  к северо-западу, азимут падения –  $30^\circ$  на юг (N75W30S)

ции представлены короткими разрывами протяженностью до 300–400 м, расположенными косо по отношению к основному разлому, сколами вершины с абсолютной отметкой 2809,2 и дислокациями неясного происхождения.

На правой стороне долины разрывы протяженностью до 1000 м наискось пересекают небольшой хребет Кекбука. На его северном склоне расположен весьма значительный сейсмогравитационный оползень, имеющий объем сползшей массы до нескольких тысяч кубометров и высоту стенки отрыва, достигающую 150 м. Чуть восточнее этого оползня имеется значительная масса другого оползня, язык которого далеко выдается в северном направлении. Интересно, что язык оползня пересечен молодым разрывом юго-западного направления.

Чуть севернее описываемых оползней в пределах круто наклоненной пролювиальной поверхности нами закартирован уступ высотой до 2,5 метра. Уступ протягивается в субширотном направлении и затухает к западу, а к востоку соединяется с активными разрывами, проходящими у подножия хребта. Поперек уступа была пройдена траншея длиной 9 м и общей глубиной 4 м. В стенках траншеи обнаружены следы по меньшей мере трех сейсмических подвижек (рис. 2).

Анализ восточной стенки траншеи и восстановление событий показывает, что, по крайней мере, имело место три землетрясения, которые способствовали созданию уступа. Разлом А с углами падения  $75^\circ$  к северу является основным сместителем, и общая величина смещения крыльев его достигает здесь 7,8 м. Если мы принимаем, что наиболее молодое смещение величиной в 1,9 м является результатом единичного события, то тогда можно предполагать, что общее смещение является кумулятивным смещением четырех событий с одинаковым смещением. Остается неясным вопрос о времени возникновения землетрясений. Если предположить, что все 4 события произошли после размыва осадков, то возраст этих событий нужно предполагать моложе, чем 10 тыс. лет, и соответственно скорость смещений составляет около 0,8 мм / год. В случае если эти события имели место с началом аккумуляции отложений (60 тыс. лет назад), тогда минимальная скорость смещения достигает 0,12 мм / год в течение позднечетвертичного времени.

Абсолютные датировки ( $^{14}\text{C}$  и  $^{10}\text{B}$ ) позволяют предполагать, что по меньшей мере 3 (а, возможно, и все 4 землетрясения – если все землетрясе-

ния были одинаковыми и сравнимыми с наиболее близкими к нам) имели место в прошлые 60 тыс. лет (по данным  $^{10}\text{B}$ ) со времени формирования конуса выноса. При этом по меньшей мере 2 землетрясения произошли в последние 10 тыс. лет (по данным  $^{14}\text{C}$ ).

Исследования, проведенные в Кочкорской впадине ранее [5], показали, что уступ в устьевой части р. Укок образовался между  $2450\text{--}3105\pm 40$  лет назад, а сейсмогенный разрыв Карасу (севернее описанной нами траншеи) образовался между  $1200\text{--}1380\pm 40$  лет назад.

Если принимать во внимание, что возраст оползней, образовавших завальное озеро Коль-Укок, составляет 0,4 – 1,5 тыс. лет назад и 5,9 – 8,2 тыс. лет назад [4] с учетом предположения об их сейсмогенной природе, то эти данные не противоречат данным, полученным по траншее. Однако нужно иметь в виду, что возникновение указанных оползней может быть связано и с событиями, имевшими место в расположенной южнее Кара-Куджурской впадины, где также есть сейсмогенные разрывы. Исследования, проведенные М. О. Омуралиевым [6], показывают, что поверхностные разрывы образовывались здесь  $620\text{--}960\pm 45$  лет назад,  $700\text{--}800\pm 35$  лет назад и  $2815\text{--}2960\pm 25$  лет назад.

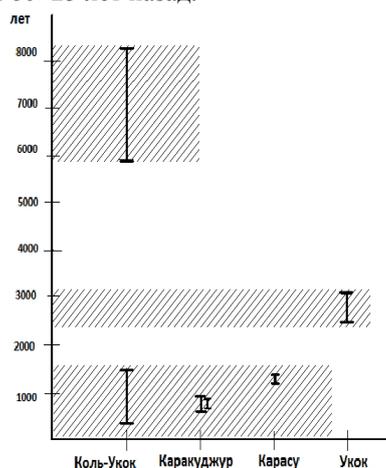


Рис. 3. Абсолютные датировки предположительных сейсмических событий, имевших место в Кочкорской и Кара-Куджурской впадинах. Совпадение датировок в указанных впадинах указывает, что 0,4–1,5 тыс. лет назад произошло сильное событие, результаты которого зафиксированы на достаточно обширной территории

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что имеется явная тенденция усиления сейсмической активности на протяжении позднечетвертичного времени: два события на протяжении позднего плейстоцена (в течение 100–120 тыс. лет) и по меньшей мере три события в течение голоцена (в течение 10 тыс. лет).

Величина единовременного смещения в 1,9 м может свидетельствовать о том, что магнитуда землетрясений была не менее 7,0–7,5 [7]. Средняя повторяемость сильных землетрясений в этом районе достигает, по-видимому, 2–3 тыс. лет. Однако нельзя исключать и возможность «кластеризации» событий во времени, т. е. возникновения сближенных во времени событий, как это имело место в пределах Северного Тянь-Шаня в недавнем прошлом. Как известно, на протяжении очень короткого времени здесь произошли Беловодское (1885 г.,  $M=6,9$ ); Верненское (1887 г.,  $M=7,3$ ); Чиликское (1889 г.,  $M=8,3$ ); Кеминское (1911 г.,  $M=8,2$ ); Кеминско-Чуйское (1938 г.,  $M=6,9$ ) землетрясения [3].

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что район Кочкорской впадины, который традиционно считается сейсмически слабоактивным, в недавнем прошлом подвергался воздействию сильнейших сейсмических событий с магнитудой, достигающей до 7–7,5.

#### Литература

1. Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики в масштабе 1:1000000. Джанузаков К.Д., Чедия О.К., Абдрахматов К.Е., Турдукулов А.Т. – Бишкек: Илим, 1995. – 25 с.
2. Корженков А.М., Муралиев А.М., Ормуков Ч.А., Сейталиев М.М., Джумабаева А.Б., Гребенникова В. В. Макросейсмическое обследование Кочкорского землетрясения 26 декабря 2006 года ( $M=5,5$ ,  $K=14$ ) в Северном Кыргызстане // Наука и новые технологии. – 2006. – № 3–4. – С. 219–225.
3. Джанузаков К., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии. – Бишкек: Илим, 2003. – 216 с.
4. Sanhueza-Pino K., Korup O., Hetzel R., Munack H., Weidinger J., Dunning S., Ormukov C., Kubik P.W. Glacial advances constrained by Be10 exposure dating of bedrock landslides, Kyrgyz Tien Shan. *Quaternary Research* 76 (2011) 295–304.
5. Омуралиева А., Омуралиев М.О., Джумабаева А.Б. Локальная скоростная 3D неоднородность зоны Южно-Кочкорского разлома, ее сейсмичность и Кочкорское землетрясение Тянь-Шаня 2006 г. // Изв. АН Кирг. ССР. – 2009. – №6. – С. 32–46.
6. Omuraliev M., Omuralieva A. Late geozoic tectonics of the Tien-Shan. Kyrgyzstan, Central Asia. – Bishkek, 2004. – 166p.
7. Wells D.L., Coppersmith K.J. Empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement. – *Bull. Seismol. Soc. Am.* – 1994. – V. 84. – P. 974–1002.

УДК 550.34

## Сейсмичность территории Кыргызстана

А.Г. ФРОЛОВА, К.Д. ДЖАНУЗАКОВ, Е.В. ПЕРШИНА,  
Р. ШУКУРОВА, Институт сейсмологии НАН КР,  
тел.: 996 (312)52-38-58 kis@mail.elcat.kg

In article data on seismicity of Kyrgyzstan territory in whole and separate epicentral zones are resulted

Кыргызстан занимает большую часть Тянь-Шаня и северные районы Памира и является одним из сейсмоопасных регионов Центральной Азии. Тянь-Шань граничит на севере и западе с Казахским щитом и Туранской плитой, на юге – с Таримской платформой и испытывает сильное субмеридиональное сжатие, которое является одной из причин возникновения многочисленных землетрясений. Две основные сейсмоактивные зоны – Северо-Тянь-Шаньская и Южно-Тянь-Шаньская, в пределах которых происходили сильные землетрясения, расположены именно в приграничных северном и южном районах республики.

Тянь-Шань разделен системой активных разломов, которые играют большую роль в проявлении сейсмичности. По мнению ряда исследователей, крупные разрывы являются зонами разрядки упругих напряжений, сопровождающейся сильными землетрясениями [1, 2, 3]. Важной структурной линией Кыргызстана является глубинный трансорогенный Таласо-Ферганский разлом, который делит всю территорию страны на две части – Северо-Восточную и Юго-Западную, различающиеся постгерцинской геологической историей развития [4]. Такое деление правомерно не только по геолого-геофизическим свойствам слагающих территорию пород, но и по проявлению сейсмичности. Юго-Западная часть Тянь-Шаня отличается высокой сейсмичностью, где ежегодно происходит более 2000 землетрясений. В Северо-Восточной части Тянь-Шаня сейсмиче-

ская активность значительно ниже, но при этом известны очень сильные землетрясения прошлого. На самом Таласо-Ферганском разломе сильных землетрясений за инструментальный период наблюдений не было, но найдены следы древних событий [5].

В среднем на территории республики регистрируется 3000 землетрясений в год, из них порядка десяти – двадцати ощутимых событий с магнитудой больше 5 (рис. 1, 2). Очаги землетрясений располагаются в пределах земной коры. Большинство гипоцентров находится на глубинах от 5 до 25 км.

Сейсмической катастрофой конца XIX и начала XX веков стала череда землетрясений на Северном Тянь-Шане. В течение 26 лет на этой территории произошли четыре сильнейших землетрясения: Беловодское 1885 г. ( $M=6,9$ ;  $I_0=9-10$  баллов), Верненское 1887 г. ( $M=7,3$ ;  $I_0=9-10$  баллов), Чиликское 1889 г. ( $M=8,3$ ;  $I_0=10$  баллов), Кеминское 1911 г. ( $M=8,2$ ;  $I_0=10-11$  баллов). Землетрясения сопровождались многочисленными, достаточно сильными афтершоками. Эпицентры этих землетрясений приурочены к древним глубинным разломам – Северо-Тянь-Шаньскому, Кеминскому и Кунгейскому, омоложенным в новейшее время [6]. Этот список сильнейших и разрушительных сейсмических событий Северного Тянь-Шаня продолжили Кемино-Чуйское 1938 г., Сары-Камышское 1970 г., Жаланаш-Тюпское 1978 г., Байсорунское 1990 г., Суусамырское

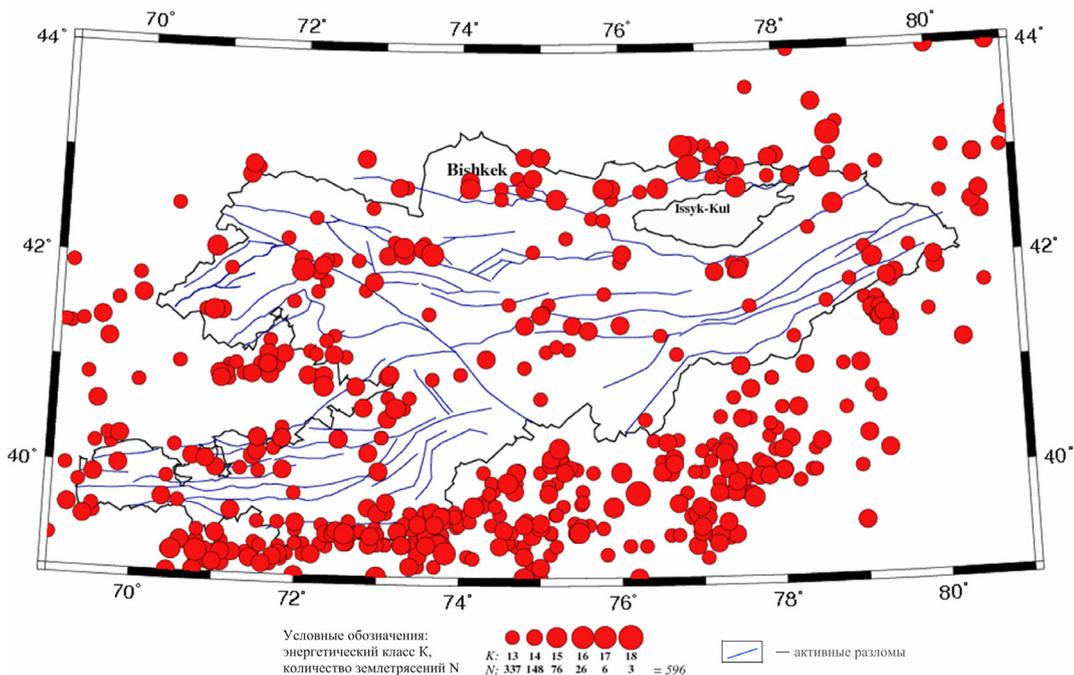


Рис. 1. Карта эпицентров сильных землетрясений с  $K \geq 13$  ( $M \geq 5$ ) с исторических времен по 2010 год, по данным ИС НАН КР

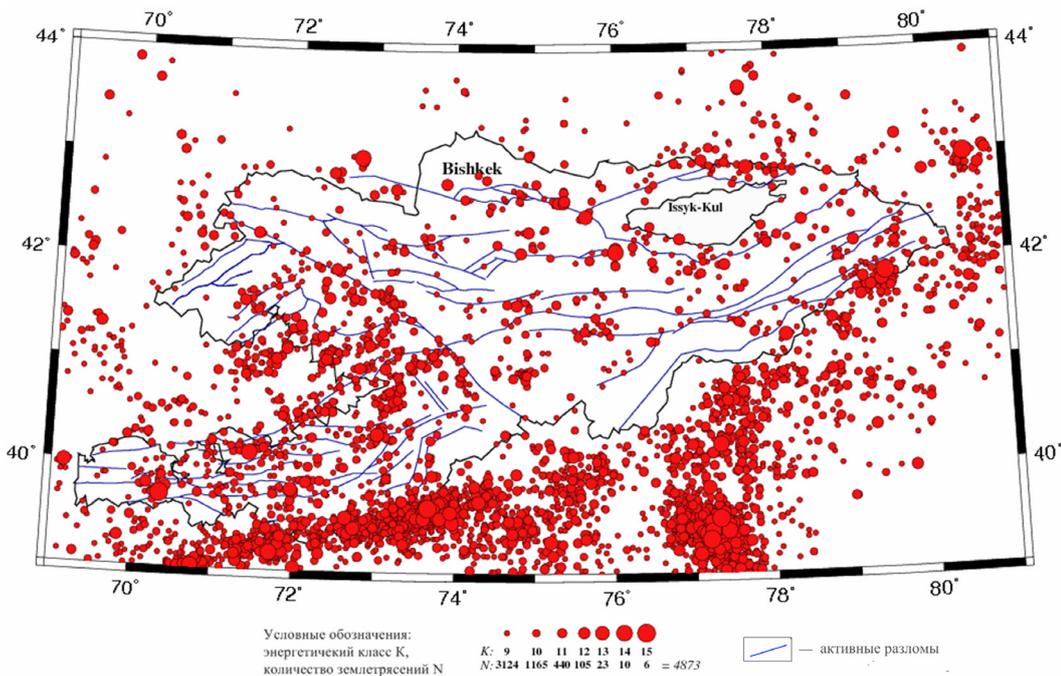


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений с  $K \geq 9$  с января 2000г. по июль 2011 г, по данным ИС НАН КР

1992 г., интенсивность которых в эпицентре оценивается от 8 до 9–10 баллов.

Анализ расположения эпицентров землетрясений позволяет выделить зоны и отдельные

участки, отличающиеся повышенной сейсмичностью. В северной части Северного-Восточного Тянь-Шаня очаги землетрясений группируются в Южно-Чуйской, Северо-Чуйской, Джумгало-Суусамырской зонах и в горном обрамлении Иссык-Кульской впадины.

В Южно-Чуйской зоне выделяются Шамсинский, Иссык-Атинский, Ала-Арчинский, Беловодско-Кара-Балтинский и Меркенский участки.

Именно с этими сейсмоактивными участками связаны очаги 8–9-балльного Баласагынского 1475 г., 9–10-балльного Беловодского 1885 г., 8–9-балльного Кемино-Чуйского 1938 г., 8-балльного Меркенского 1865 г., 7-балльного Луговского 2003 г. землетрясений.

В пределах Северо-Чуйской зоны наиболее сейсмоактивен Георгиевский узел, где произошли 7 и 7–8-балльные землетрясения в 1919 г., 1926 г., 1949 г.

Северо-Иссык-Кульская сейсмоактивная зона простирается с запада на восток почти в широтном направлении. В ее пределах выделяются Заилийский, Западно-Кунгейский, Восточно-Кунгейский, Западно-Кетменьский высокоактивные участки, к сочленению которых приурочена наибольшая плотность эпицентров различных энергетических классов. С этими участками связаны эпицентральные области Верненского 1887 г., Чиликского 1889 г., Кеминского 1911 г., Жаланаш-Тюпского 1978 г. и других землетрясений.

Южно-Иссык-Кульская (Терской) эпицентральная зона довольно широкой полосой эпицентров охватывает северные предгорья хребта Терской Ала-Тоо и простирается с запада на восток. В пределах этой зоны выделяются два участка – Западно-Терской и Восточно-Терской, отличающиеся как по характеру распределения эпицентров слабых и сильных землетрясений, так и по количественному их соотношению.

Восточно-Терской участок является наиболее активным в Южно-Иссык-Кульской зоне, с ним связан очаг 8–9-балльного Сары-Камышского землетрясения 1970 года. Западно-Терской участок характеризуется довольно плотным скоплением эпицентров слабых землетрясений. В его пределах расположены очаги 6–7 и 7-балльных землетрясений 1940, 1965, 1982, 1983, 2006 гг.

К северной части Северного-Восточного Тянь-Шаня относится и Джумгало-Суусамырская сейсмоактивная зона, территориально приуроченная к Джумгальскому и Суусамырскому хребтам. С

этой зоной связано 9-балльное Суусамырское землетрясение 1992 г.

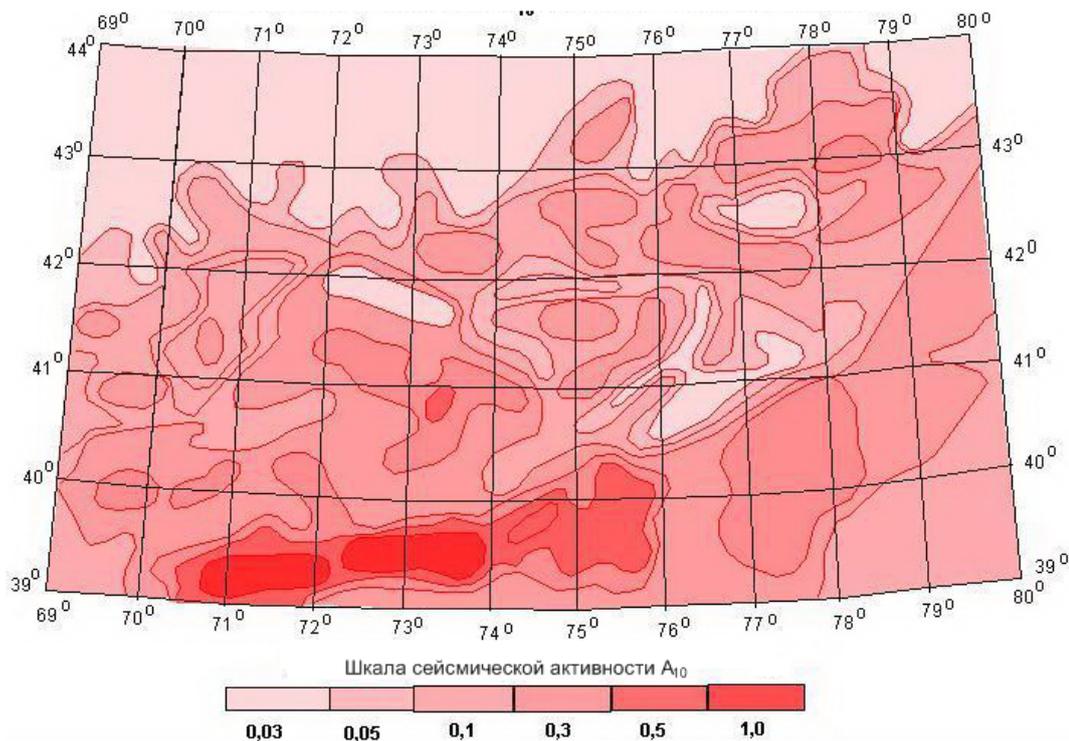
Центральная часть Северного-Восточного Тянь-Шаня более спокойна в сейсмическом отношении. На востоке выделяется Акшийрак-Сары-Джазский участок, связанный с 8-балльным землетрясением 1915 г. и 6-балльным 2001 г. В верхнем течении р. Нарын зафиксирована группа несильных землетрясений с максимальным 6-балльным 1998 г. Повышенной активностью характеризуется Нарыно-Сон-Кульский участок (среднее течение р. Нарын, южные склоны хребта Молдо-Тоо) с максимальными 6–7-балльными землетрясениями. К западу от этого участка на фоне слабой сейсмичности в 1997 г. произошло 7–8-балльное Кош-Тюбинское землетрясение.

Южная часть Северного-Восточного Тянь-Шаня связана, в основном, с высокой сейсмичностью пограничной полосы Кок-Шаал – Кашгария. В 1902 г. здесь произошло катастрофическое 10-балльное Кашгарское землетрясение. И в настоящее время в этой зоне происходят землетрясения с интенсивностью 8 баллов и более.

В Юго-западной части Тянь-Шаня выделяется Северо-Ферганская, Южно-Ферганская и Алайская сейсмоактивные зоны. В Северо-Ферганской зоне Пскемский участок в настоящее время малоактивен, единственное 8-балльное землетрясение произошло в 1937 г. Полоса с достаточно сильными 6–7-балльными землетрясениями протягивается от г. Оша до Намангана и поворачивает на юго-запад. Вблизи г. Оша выделяется сейсмоактивный узел, в пределах которого произошли сильные землетрясения: 9-балльное Андижанское 1902 г. 8-балльное Аимское 1903 г. 8–9-балльные Куршабские 1924 г. Большим скоплением эпицентров землетрясений выделяется Чаткальский участок, где на стыке Атойноцкого и Кара-Суйского разломов произошло 9–10-балльное Чаткальское землетрясение 1946 г. Сейсмически активен участок по течению р. Нарын южнее Токтогульского водохранилища.

В Южно-Ферганской зоне землетрясений выше 8-балльной интенсивности не отмечено, наиболее сильные из них 8-балльное Кастакоское 1888 г. 7–8-балльные Ура-Тюбинские 1897 г., 8-балльные Исфара-Баткенское 1977 г., Канское 2011 г.

В Алайской зоне эпицентры сильных землетрясений приурочены к расположенным на южной окраине – Заалайскому и Дарваз –Каракульскому разломам. Наиболее сильные землетрясе-

Рис. 3. Карта сейсмической активности  $A_{10}$ 

ния этой зоны: 8–9-балльные Дараут-Курганское 1978 г. и Нура-Алайское 2008 г. Вплотную к Алайской примыкает Гиссаро-Кокшаальская зона, с которой связаны 9-балльное Каратагское 1907 г., катастрофическое 10-балльное Хаитское 1949 г., 8-балльное Маркансуйское 1974 г. землетрясения.

Количественное представление о сейсмичности дают карта активности и графики повторяемости землетрясений. Сейсмическая активность соответствует числу землетрясений, приведенному к фиксированному энергетическому классу  $K_0$ , и произошедшему на площади единицы и в единицу времени. Если  $K_0=10$ , то  $A=A_{10}$  и  $S_0=1000$  км<sup>2</sup>. За единицу времени принимают 1 год.

На рис. 3 представлена карта активности  $A_{10}$ , построенная для территории Кыргызстана. В Северо-Тянь-Шаньской зоне повышенным значением активности выделяются Кемино-Чуйский и Сары-Камышский участки. Уровень активности там изменяется в пределах  $0.1 \leq A_{10} \leq 0.3$ . Кроме того, участок такой же повышенной активности отмечен к западу и юго-западу от оз. Иссык-Куль и в эпицентральной области Суусамырского землетрясения (хр. Суусамыр-Тоо).

Таласо-Таразская зона отличается низкими значениями активности  $A_{10}=0.03-0.05$ .

В Центрально-Тянь-Шаньской зоне повышенной активностью  $A_{10}=0.1$  отличается Сон-Кульский участок – хр. Молдо-Тоо и участок западнее г. Нарына (Байбиче-Тоо – среднее течение р. Нарын). Большую часть Центрально-Тянь-Шаньской зоны покрывают изолинии с низкими значениями  $A_{10}=0.03-0.05$ .

Ферганская зона (особенно восточная ее часть) отличается повышенными значениями  $A_{10}$ . Там выделяется Чаткало-Кара-Кульский участок с  $A_{10}=0.3$  и южнее – большой, сложной формы – Таш-Кумыро-Гульчинский участок с  $A_{10}=0.3-0.5$ . Большая часть этой зоны (южная и восточная) ограничена изолинией  $A_{10}=0.1$ . Западную часть зоны покрывают изолинии с активностью  $A_{10}=0.01-0.05$ .

В Алайской зоне выделяются два участка в центре – Заалайский хребет и Алайская долина, где наблюдаются максимальные значения  $A_{10}=1.0$ . Большая часть зоны оконтурена изолинией  $A_{10}=0.3$ . Кокшаало-Кашгарская зона оконтурена активностью  $A_{10}=0.1$ . В центре зоны – на западе и на востоке – выделяются небольшие участки с  $A_{10}=1.0$ .

Повторяемость землетрясений разных энергетических классов на территории Кыргызстана показана на рис. 4. График повторяемости получен по данным каталога землетрясений за период с 1951-го по июль 2011 года для энергетических классов  $K \geq 9$ . Начиная с 1951 года 9-й энергетический класс является представительным для всей территории Кыргызстана.

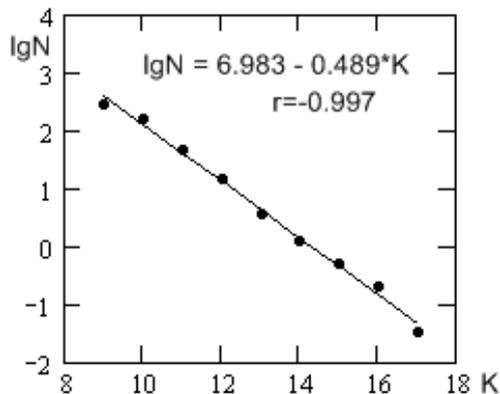


Рис. 4. График повторяемости землетрясений

На графике вдоль оси абсцисс отложен энергетический класс  $K$ , вдоль оси ординат — десятичные логарифмы среднегодового числа  $N$  соответствующих землетрясений. Точками показана наблюдаемая частота таких землетрясений. Зависимость  $\lg N(K)$  линейна на всем диапазоне энергетических классов с высоким значением ко-

эффициента корреляции. Согласно этому графику, периоды повторения землетрясений на территории Кыргызстана 17-го энергетического класса — 30 лет, 16-го — 5 лет, 15-го — 2 года. Это среднестатистические значения. Природа вносит свои поправки: выше мы упоминали о четырех сильнейших землетрясениях на Северном Тянь-Шане, произошедших за короткий промежуток времени.

#### Литература

1. *Гзовский М.В.* Основы сейсмоструктоники. — М.: Наука, 1975. — 536 с.
2. *Губин И.Е.* Геологические границы между Памиром и Алаем. — М.; Л. 1940. — 130 с.
3. *Никонов А.А., Ваков А.В., Веселев И.А.* Сейсмоструктоника и землетрясения в зоне сближения Памира и Тянь-Шаня. — М.: Наука, 1983. — 240 с.
4. *Чедия О.К.* Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. — Фрунзе: Илим, 1986.
5. *Мамыров Э., Корженков А.М. и др.* Геодинамика Таласо-Ферганского разлома Тянь-Шаня и стихийные бедствия на территории Центральной Азии. — Бишкек: Арашан Дом печати, 2009. — 228 с.
6. *Юдахин Ф.Н.* Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Тянь-Шаня. — Фрунзе: Илим, 1988. — 247 с.
7. Сейсмическая сотрясаемость территории СССР. — М.: Наука, 1979. — 191 с.

УДК 551.24:550.34 (575.2)

## Домезозойские структуры Иссык-Кульского региона и их сейсмический потенциал

К. НУРМАНБЕТОВ, ст. научн. сотр. ИС НАН КР

Main structural units of Pre-mesozoic basement of the Issyk-Kul region are median massif and folding zones with block characteristics of their structure. Tectonic block of rigid massif able to generate earthquakes of high energetic level

Основными элементами внутренней структуры каледонидов рассматриваемого региона является Иссык-Кульский массив. В. И. Кнауф [1] рассматривает эту структуру как глыбу более масштабного единого Муюнкумо-Наратского срединного массива, протянувшегося с запада на восток от низовий р. Чу до верховьев р. Или в хребте Нарат на территории КНР, окаймленного с севера и юга соответственно Кеминской и Терской каледонскими складчатými зонами. Западный и восточный края древней глыбы раздроблены и перекрыты толщами среднего и верхнего палеозоя. Центральная часть впадины занята мезозойско-кайнозойскими отложениями и водной массой оз. Иссык-Куль (рис. 1).

Кеминская система разломов и Центрально-Терской разлом, ограничивающие Иссык-Кульский массив, являются глубинными долгоживущими разрывами краевого типа. Они разделяют различные по формациям и мощностям верхнедокембрийско-нижнепалеозойские толщи и сокращенные разрезы чехла массива, а также к ним местами приурочены осадочно-вулканогенные средне-верхнепалеозойские образования, развитые в приразломных прогибах [2].

Кеминская складчатая зона, ограниченная Северо- и Южно-Кеминскими глубинными разрывами длительного развития, представляет суженную на юго-западе крупную грабен-синклиналиную структуру протяженностью порядка 200 км

(включая северо-восточное ее продолжение – Чиликскую часть). В строении этой зоны участвуют в основном нижнепалеозойские сложнодислоцированные вулканогенно-осадочные комплексы [3, 4]. С рассматриваемой тектонической структурой связано катастрофическое Кеминское землетрясение 1911 года интенсивностью 10–11 баллов и магнитудой  $M = 8,2$ . Эпицентральная (очаговая) зона землетрясения вытянута вдоль Северо- и Южнокеминского разломов, которые сопровождаются прерывистыми участками сейсморазрывных и сейсмогравитационных остаточных деформаций.

Иссык-Кульский массив – крупная тектоническая структура, которая рассматривается как стабильная жесткая масса ранней консолидации в каледонидах Северного Тянь-Шаня. Значительная площадь массива располагается под Иссык-Кульской впадиной. Внутреннее его строение сложное и неоднородное. Во фрагментах, выходящих в хребтах Кунгей и Терской Ала-Тоо, допалеозойский цоколь представлен интенсивно метаморфизованными сложноскладчатыми толщами, прорванными крупными гранитоидными телами каледонских и докембрийских интрузий. Наличие плотных масс горных пород, отличающихся высокой скоростью распространения сейсмических волн, выявлено геофизическими методами в фундаменте Чуйской и Иссык-Кульской молодых впадин. Эти массы могут отождествляться с гней-

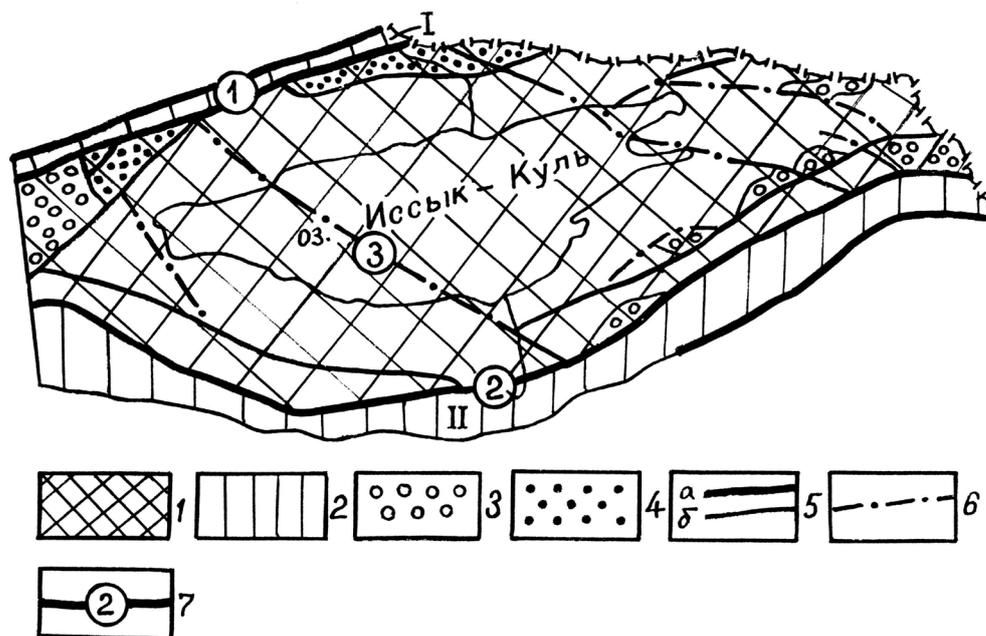


Рис. 1. Схема тектонического районирования Иссык-Кульской впадины и ее горного обрамления: 1 – Иссык-Кульский срединный массив; 2 – складчатые зоны (Кеминская на севере, Киргизско-Терская – на юге); 3 – Эпикаледонские наложенные прогибы герцинской активизации; 4 – Нижнепалеозойские (кембро-ордовикские) прогибы, наложенные на массивы; 5 – глубинные разломы (а) – ограничивающие складчатые зоны; срединные массивы и разломы (б) – ограничивающие наложенные и приразломные прогибы, блоки фундамента; 6 – разломы, установленные по геофизическим данным; 7 – порядковый номер разломов (1 – Кеминская зона разломов, 2 – Центрально-Терский разлом, 3 – Трансиссык-Кульский разлом)

сово-амфиболитовыми толщами раннего докембрия, выходящими в обрамлении впадин [5].

Отдельные известные выходы нижнепалеозойских отложений сложены маломощными (1–1,5 км) слабодислоцированными и почти неметаморфизованными образованиями. Мощность чехла срединного массива в 3–5 раз меньше мощности одновозрастных геосинклинальных толщ, но в основной массе осадки чехла оказались контаминированными («съеденными») в процессе внедрения гранитоидов или эродированы в эпикаледонское время. Таким образом, в строении срединного массива обособляются интенсивно метаморфизованный дорифейский цоколь (слюдисто-гнейсовые и гранитизированные сланцево-карбонатные породы) и позднекембрийско-раннепалеозойский чехол, сложенный в основном терригенно-карбонатными толщами. Жесткий остов массива оформился уже к началу позднего докембрия.

Интрузивные образования разных стадий развития (в основном байкальские и каледонские) в пределах Прииссыккуля распространены значительно шире осадочно-вулканогенных пород, занимая 2/3 его площади. В составе байкальских интрузий выделяются гипербазит-габбровая, диорит-плагиогранитовая и гранитоидные формации. Сравнительно широко представлены позднерифейские, позднерифейско-вендские гранитоидные интрузии. Магнитная восприимчивость верхнедокембрийских гранитоидов не превышает 150 x 10 ед. СГСМ, а у каледонских она колеблется в пределах от 300 до 200 x 10 ед. СГСМ.

Каледонские интрузии образуют крупные массивы в горном обрамлении Иссык-Кульской впадины. Среди них выделяются верхнеордовикские граниты, гранодиориты, монзониты, адамеллиты и силурийские трещинные интрузии, которые прорывают докембрийские и нижнепалеозойские толщи и местами перекрываются девонскими образо-

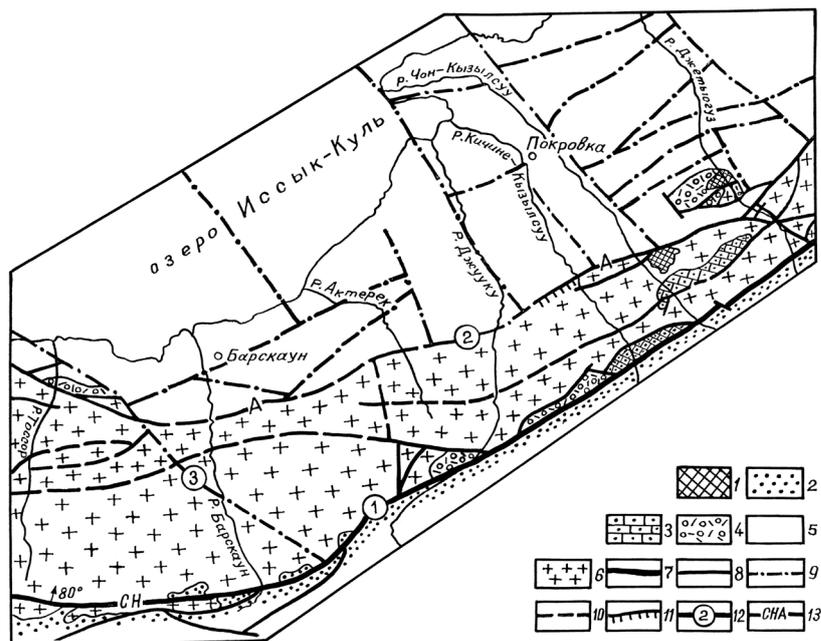


Рис. 2. Структурно-формационная карта домезозойских образований Центральной части Южного Прииссыккулья

Структурно-формационные комплексы: 1 – дорифейский кристаллический фундамент (PR). Чехольные образования; 2 – рифейская терригенно-карбонатная формация основания каледонидов на массиве и Киргизско-Терской складчатой зоны (R); 3 – нижнепалеозойские вулканогенно-осадочные формации ( $O_1-O_2$ ); 4 – среднепалеозойские осадочно-вулканогенные формации наложенных и приразломных прогибов ( $Pz_2$ ); 5 – мезозойско-кайнозойские отложения Иссык-Кульской впадины; 6 – интрузии разных стадий развития. Разломы: 7 – разделяющие жесткий массив и складчатую зону; 8 – межблоковые; 9 – установленные геофизическими методами; 10 – предполагаемые; 11 – взбросо-надвиги. Название разломов (цифры в кружках): 1 – Центрально-Терской; 2 – Предтерской; 3 – Транс-Иссык-Кульский. Возраст разломов: С – каледонский; Н – герцинский; А – альпийский

ваниями. Стратифицированные толщи, слагающие «останцы» кровли, в контактах с каледонскими интрузивными породами превращены в кристаллические сланцы, мигматиты и роговики [6].

Центрально-Терской разлом, характеризующийся всеми признаками глубинной, длительно живущей структуры, был заложен к началу позднего докембрия. В течение всей рифейской и раннепалеозойской истории развития рассматриваемый разрыв (разломная зона) играет роль краевого шва, ограничивающего с севера Иссык-Кульский стабильный массив, а с юга – Терскую складчатую зону. Активизация Центрально-Терского разлома в отдельные тектонические эпохи сопровождалась интрузивными и эффузивными магматическими проявлениями. Разрывное нарушение выражено мощной (до 150 м)

зоной дробления и милонитизации горных пород. В центральной и западной частях разлома поверхность сместителя наклонена к северу под углом  $80^\circ$ , а на восточном его фланге – к югу под углом  $70^\circ$ .

Расположенная южнее Центрально-Терского разлома Терская складчатая зона сложена терригенно-карбонатными толщами позднего докембрия. Они выходят в ядерной части Сары-Булакского антиклинория (бассейн р. Кара-Куджур) и широкой полосой прослеживаются к востоку по южному склону и в водораздельной части хребта Терской Ала-Тоо. В них фиксируются отчетливо выраженная линейность складчатых структур и довольно интенсивная смятость [7].

На крайнем востоке Терская рифейские терригенно-карбонатные толщи сменяются выше-

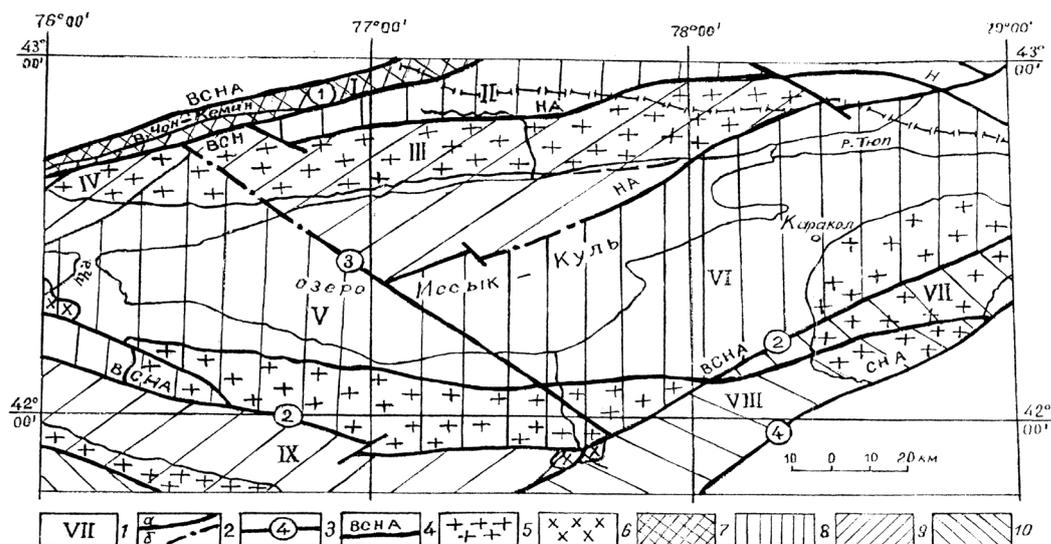


Рис. 3. Сравнительная оценка удельной сейсмической мощности (Nm) геологических блоков домезозойского фундамента Иссык-Кульского региона:

1 – номера геологических блоков, оконтуренных разноранговыми разрывными нарушениями, и их перечень: I – Кеминский, II – Ак-Суйский, III – Северо-Иссык-Кульский, IV – Боомский, V – Западно-Иссык-Кульский, VI – Южно-Иссык-Кульский, VII – Восточно-Терской, VIII – Жылуу-Суусыйский, IX – Кара-Куджурский; 2 – межблоковые разломы, установленные по геологическим (а) и геофизическим (б) данным; 3 – порядковый номер и название важнейших разломов (цифры в кружках): 1 – Кеминская зона разломов, 2 – Центрально-Терской, 3 – Транс-Иссык-Кульский, 4 – «линия Николаева»; 4 – время заложения и активизации разломов: В – байкальское, С – каледонское, Н – герцинское, А – альпийское; 5 – комплексы гранитоидов разных стадий развития и гранитизированных пород; 6 – Позднепалеозойские (пермские) интрузивные образования. Удельная сейсмическая мощность геологических блоков  $Nm = E(n \times 10^8 \text{ дж/ст})$ : 7 –  $Nm > 10$  (Кеминский блок), 8 –  $Nm = 0,1 - 0,9$  (II, V, VI блоки), 9 –  $Nm = 0,001 - 0,009$  (III, IV, IX блоки), 10 –  $Nm < 0,001$  (VII, VIII блоки)

лежащими верхнерифейскими вулканогенными породами (актинолитовые и эпидотовые сланцы, туфы и туффиты, а также андезитовые порфириды и диабазы общей мощностью 2000 – 3000 м). Последние прорываются гранитоидами с абсолютным возрастом 552+34 млн. лет [8].

Как объект исследования, проявления обвально-оползневых процессов несколько подробно рассматриваются структурно-вещественные особенности домезозойских структур центральной части Южного Прииссыккуля, охватывающей территорию междуречья Тосор-Каракол, то есть с включением приозерной равнины и северного склона хребта Терской Ала-Тоо (рис. 2).

Основную массу (порядка 80%) домезозойских образований составляют гнейсовидные, порфиroidные, мелко- и среднезернистые граниты, гранодиориты, реже – адамеллиты позднерифей-

ско-вендского возраста. Они образуют вытянутые тела в субширотном направлении [9].

Выход древних толщ в виде крупного «ксенолита» присутствует в верховье р. Кичине-Кызыл-Суу, ограниченном с севера Предтерской разломом. Здесь в составе древних толщ (мощностью порядка 1000 м) отмечены биотитовые роговики, мраморы, слюдяные сланцы, гнейсы, мигматиты, кварциты. Более низкие разрезы кристаллического фундамента установлены в западной части Терской Ала-Тоо и представлены очковыми гнейсами, кверху они постепенно сменяются кварцито-сланцево-карбонатными породами. Метаморфические породы смяты в узкие линейные складки субширотного простирания, микроплойчатые [8].

Чехольные образования массива приурочены к приразломным прогибам. В междуречье р. Кичи-

не-Кызыл-Суу и р. Джеты-Огуз выходят мощные карбонатно-терригенные породы, в которых обособлены две толщи. Нижняя часть ее (мощностью около 2000 м) сложена разнородными песчаниками и алевролитами, а верхняя (более пестрая по составу) включает известняки, углистые сланцы, кварцевые песчаники и кварциты (2,5 км).

Вдоль Центрально-Терской разлома отмечены отдельные изолированные выходы, в виде узких протяженных прогибов, вулканогенно-осадочных пород верхнего девона – нижнего карбона. В верховье левобережья р. Джууку обнажены кварцевые порфиры и их пепловые туфы. Подошва и кровля толщи срезаны разломом. Видимая мощность ее 750–800 м. В низовьях р. Тосор на ордовикских гранитах залегают туфы кварцевых порфира, сменяемые кварцевыми порфиритами. Выше по разрезу толщи идут кварцевые сиенит-порфиры и фельзит-порфиры. Видимая мощность их по разрезу 280–320 м. По мере необходимости ниже будут кратко охарактеризованы Предтерской и Трансиссык-Кульский разрывные нарушения.

Вышерассмотренные основные тектонические структуры докембрийского фундамента Иссык-Кульской впадины и ее горного обрамления имеют блоковый характер строения (рис. 3).

По ориентировке и глубине проникновения разрывных нарушений в земную кору геологические толщи разбиты на блоки, которые были созданы различными по характеру и возрасту тектоническими движениями докембрийского и палеозойского этапов развития Северного Тянь-Шаня и прилегающих территорий в целом.

Тектоническая раздробленность геологических образований по размеру их площади выражена в формировании микроблоков и относительно меньших частных блоков. В нашем случае срединный массив и складчатые зоны рассматриваются как макроблоки, различающиеся по конфигурации и составу слагающих их горных пород [10].

В центральной части Иссык-Кульского срединного массива в основном формировались блоки изометричной и близко изометричной форм, сложенные породами «жесткой» конструкции сиалического ряда. Ограничениями блоков служили разрывные нарушения северо-западного и северо-восточного простирания. В окраинных частях массива тектонические блоки несколько осложняются. По конфигурации они более удлиненной формы и вытянуты в северо-западном, северо-восточном и близширотном направлениях.

А «клавишное» строение блоков характерно для герцинских наложенных структур.

В складчатых зонах, обрамляющих срединный массив, блоки характеризуются удлиненно-линзовидной формой, ориентированные согласно границам «жесткой» структуры.

Данные аэромагнитной съемки, гравиметрии, электро- и сейсморазведки показывают, что консолидированный фундамент под мезозойско-кайнозойской впадиной и оз. Иссык-Куль имеет также блоковый характер строения [11].

В Иссык-Кульском регионе, по геофизическим данным и гипоцентрам землетрясений, максимальные глубины проникновения разломов в земную кору колеблются от 10–15 до 25–30 км [12]. То есть в строении тектонических блоков в основном участвует консолидированный фундамент.

Для сравнительной характеристики сейсмичности геологических блоков применена методика оценки их удельной сейсмической мощности ( $N_m$ ), предложенная Г.П. Горшковым и Г.А. Шенкаревой [13].

Понятие «удельная сейсмическая мощность» наиболее объективно отражает сейсмический потенциал блоков, определяющий степень их гранитизации (насыщенность интрузивными магматическими образованиями) и дезинтеграцию (нарушение целостности блока разрывами). Реакция дискретной по своей природе древней блоковой структуры на тектонические напряжения выражается в оживлении межблоковых разломов, в которых зарождаются очаги разной силы землетрясений.

Расчетные данные показывают, что численные значения удельной сейсмической мощности геологических блоков Иссык-Кульского региона колеблются в пределах  $N_m > 10$  (Кеминский блок) и  $N_m = 0,001$  (Восточно-Терской и Жылуу-Сууский блоки). Выше было отмечено, что с Кеминским блоком связано одноименное катастрофическое землетрясение 1911 года. Сравнительно высоким показателем  $N_m = 1,0$  характеризуются: Ак-Сууский (II), Западно-Иссык-Кульский (V), Южно-Иссык-Кульский (VI) блоки. Для блоков в пределах Терской складчатой зоны характерны относительно низкие численные значения удельной сейсмической мощности: от  $N_m = 0,001$  (Восточно-Терской – VII и Жылуу-Сууский – VIII блоки) до  $N_m = 0,009$  (Кара-Куджурский – IX блок).

Определенное влияние на сейсмичность Иссык-Кульского региона оказывали такие масштабные разломы, как Трансиссык-Кульский и новейший Предтерской.

Трансиссык-Кульский (3) разлом как юго-восточное продолжение Жалаир-Найманской разломной зоны (в пределах Южного Казахстана) пересекает Кеминский, Терскойский складчатые зоны и Иссык-Кульский жесткий массив. Под акваторией озера он трассируется серией аэромагнитных аномалий. Разлом контролирует выходы базальтов как на северном, так и на южном побережьях оз. Иссык-Куль (р-ны Торуйагыр и Тамга), что свидетельствует о его глубинном характере и подвижности на стадии орогенической активизации территории Тянь-Шаня [14].

Трансиссык-Кульский разлом служит границей раздела разнохарактерных по сейсмичности тектонических блоков домезозойского фундамента. Блоки в восточной части от разлома характеризуются сравнительно высоким показателем удельной сейсмической мощности, в их пределах произошли 8-балльное Джаналаш-Тюпское (1978 г.) и 7-балльное Тюпское (1932 г.), Чолпон-Атинские (1982 г., 1988 г.) землетрясения на северо-востоке и Сары-Камышское (1970 г.) – на юго-востоке Иссык-Кульской впадины. А в южной части Западного Прииссыккуля зафиксированы лишь 6-балльные Барскаунские (1965 г., 1979 г.) и Каджи-Сайские (1980 г., 1989 г.) землетрясения.

Зона новейшего краевого Предтерскойско-го разлома отделяет домезозойские образования горного обрамления Терская на юге от Иссык-Кульской впадины, выполненной мезозойско-кайнозойскими отложениями. На всем протяжении разлом представляет взброс или взбросо-надвиг с углом падения сместителя  $40^{\circ}$ – $60^{\circ}$  [15].

Именно подвижки по Предтерскойскому разлому явились причиной возникновения Сары-Камышского землетрясения 5 июня 1970 года. В эпицентральной области этого сейсмического события скальные породы (гнейсовидные граниты верхнего докембрия) рассечены трещинами на отдельности по вертикали до 1,0 – 1,5 м.

Из анализа геолого-геофизического и сейсмологического материалов в сеймотектоническом плане следует отметить, что тектонические блоки стабильного Иссык-Кульского массива оказались сейсмически более «энергоемкими» для возникновения землетрясений сравнительно высокого уровня.

Оживление древних межблоковых и краевых разломов в пределах Иссык-Кульского региона под воздействием современных тектонических напряжений могут спровоцировать оползни в мезозой-

ско-кайнозойских отложениях во впадине и обвалы скальных пород в ее горном обрамлении. Объем обвальных и оползневых масс зависит от состава рыхлообломочных отложений и горных пород консолидированных геологических толщ, а также гравитационных условий в том или ином месте.

### Литература

1. *Кнауф В.И.* Тектоника палеозойской восточной части Советского Тянь-Шаня: Автореф. ... докт. дисс. геол.-мин. наук. – Ташкент, 1973. – 41 с.
2. Тектоническая карта Киргизской ССР. Масштаб 1:500000. Объяснительная записка. – Фрунзе: Илим, 1987. – 86 с.
3. *Бакиров А.Б.* Геологические формации рифея и нижнего палеозоя бассейна р. Чонкемин // Формации позднего докембрия и раннего палеозоя Северной Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1967. – С. 68–93.
4. *Бакиров А.Б., Королев В.Г.* Особенности каледонской структуры Кеминской зоны Северного Тянь-Шаня // Тектоника допалеозойских и палеозойских толщ Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1970. – С. 62–83.
5. *Кнауф В.И., Королёв В.Г.* Северо-Тянь-Шаньская складчатая система. Сырдарьинский и Муюнкумский массивы. Структура фундамента платформенных областей СССР. – Л.: Наука, 1974. – С. 163–73.
6. Геологические основы сейсмического районирования Иссык-Кульской впадины. – Фрунзе: Илим, 1978. – 152 с.
7. *Киселев В.В., Королев В.Г., Нурманбетов К.* Каледонская структура Терской Ала-Тоо и основные особенности ее развития. – Фрунзе: Илим, 1970. – С. 36–61.
8. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. – Фрунзе: Илим, 1982. – Кн. 1. – 370 с.
9. *Нурманбетов К.* Тектоника домезозойских образований центральной части Южного Прииссыккуля. – Бишкек: Наука и новые технологии, 2009. – №6. – С. 63–66.
10. *Нурманбетов К., Абдиева С.В.* Блоковый характер строения домезозойского фундамента Иссык-Кульского региона и некоторые вопросы сейсмичности. – Бишкек: Наука и новые технологии, 2010. – №3. – С. 53–55.
11. *Юдахин Ф.Н.* Опыт геофизического изучения глубинного геологического строения межгорных впадин Северной Киргизии // Тектоника допалеозойских и палеозойских толщ Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1970. – С. 169–173.

12. *Хвостенков В.Н.* Глубинное строение земной коры и верхней мантии северо-восточных районов Тянь-Шаня по материалам МОВЗ // Изв. АН Кирг. ССР. – 1990. – №1. – С. 79–87.
13. *Гориков Г.П., Шенкарева Г.А.* Некоторые подробности сейсмической активности в альпийском поясе Евразии // Результаты комплексных геофизических исследований в сейсмоопасных зонах. – М.: Наука, 1978. – С. 234 – 240.
14. *Нурманбетов К.* Трансиссык-Кульский разлом – региональная разрывная структура в системе палеозойд Тянь-Шаня // Известия НАН КР. – 2011 – №1. – С. 63 – 66.
15. *Чедия О.К., Джумадылова Ч.К., Трунилин С.И.* Новейшее геологическое строение Предтерекского краевого разлома (западная половина) // Изв. АН Кирг. ССР, физ. -техн. и матем. науки. – 1988. – №3. – С. 63–80.

УДК 550.34

## Спектры реакции по записям землетрясений Кыргызстана

---

А.Г. ФРОЛОВА, Е.В. ПЕРШИНА, Ы. ШУКУРОВА, Институт сейсмологии НАН КР

---

In article results of the of response spectra analysis on records of earthquakes by analogue devices for registration of strong movements and digital network KNET are resulted

Спектры реакции являются одними из самых информативных параметров сейсмических воздействий при оценке сейсмической опасности. В строительстве спектральный состав сейсмических колебаний при землетрясениях учитывается с помощью спектральных кривых  $b$ , которые можно получить на основе многообразия реальных спектров реакции.

Спектры реакции (спектры действия) представляют собой максимальную реакцию системы, моделирующей сооружение на подаваемый на вход анализируемый импульс. В данном случае в качестве импульса принята запись реального землетрясения. Система в первом приближении представляется с одной степенью свободы и затуханием 0%, 2%, 5%, 10% и 20% от критического. Критическое затухание – это минимальное значение затухания, при котором система после начального смещения возвращается в состояние покоя без колебаний. Спектры реакции при 0% затухании от критического близки к спектрам Фурье. Для дальнейших исследований мы использовали

наиболее распространенное для оценки реакции сооружений 5% затухание от критического.

### **Спектры реакции по записям землетрясений приборами для регистрации сильных движений**

Для достоверной оценки сейсмической опасности необходимы записи сильных землетрясений, произошедших на исследуемой территории. В Кыргызстане первые приборы для регистрации сильных движений начали устанавливаться с 1970 года. Это были механические сейсмографы СМТР с увеличением  $V=7$ , предназначенные для регистрации смещений колебаний почвы. Позднее на ряде станций были установлены велосиграфы С5С+ИСО – ПМ с регистрацией на двух уровнях чувствительности  $V=0,1$  и  $V=2,5$  и акселерографы ССРЗ. Все приборы находились в режиме ожидания. Порог срабатывания прибора ССРЗ – 5 баллов на месте регистрации. Велосиграфы и акселерографы оказались несовершенными в эксплуатации и большей частью не срабатывали даже в эпицентральных зонах.

Простые по конструкции сейсмографы СМТР оказались более надежными. Все это обусловило тот факт, что большую часть записей приборами для регистрации сильных движений составили смещения.

За период с 1970-го по 2011 год приборами для регистрации сильных движений было зарегистрировано 119 событий. Если за единицу принять запись землетрясения одним типом прибора на одной станции, то за этот период было получено 190 записей смещений, 58 скоростей и только 7 записей ускорений, 6 из которых (довольно слабых) принадлежат Суусамырскому землетрясению 1992 года. Все эти записи являются аналоговыми. Следует отметить, что именно ускорения колебаний грунта являются важнейшими параметрами при оценке сейсмической опасности исследуемой территории.

На основе анализа записей сильных землетрясений Кыргызстана и сопредельных районов составлен каталог волновых форм, куда, кроме основных параметров, вошли данные о максимальной амплитуде и о соответствующем ей периоде, а также относительная длительность колебаний. В качестве относительной длительности взят промежуток времени на записи, в течение которого амплитуда колебаний уменьшается на половину от максимальной [1].

В последние годы каталог волновых форм землетрясений Кыргызстана дополнен в порядке обмена данными сети сейсмических станций Казахстана и в том числе данными локальной сети г. Алматы. Кроме того, для получения более представительного материала по ускорениям был выполнен переход от максимальных амплитуд скоростей к ускорениям простым пересчетом вида:

$$\text{Амах (уск.)} = \text{Амах(скор.)} \times 2\pi / T(\text{скор.}) \quad (1)$$

В результате такого дополнения в каталог волновых форм ускорений вошло более 800 параметров ускорений 99 землетрясений, полученных сетью сейсмических станций Казахстана и Кыргызстана (рис. 1). В этом случае за единицу принята запись землетрясения на одной станции и на одной компоненте.

На гистограмме видно, что наибольшее количество записей получено для сильных землетрясений, но в основном при больших эпицентральных расстояниях. Большая часть сильных событий записана на эпицентральных расстояниях  $R > 200$  км (рис. 2). В ближней зоне зарегистрированы слабые землетрясения, и только единичные – сильные.

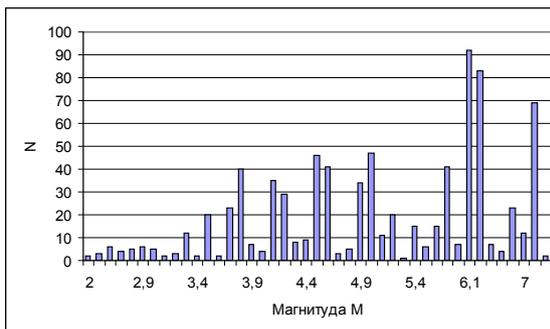


Рис. 1. Гистограмма распределения количества записей N приборами для регистрации сильных движений по магнитуде

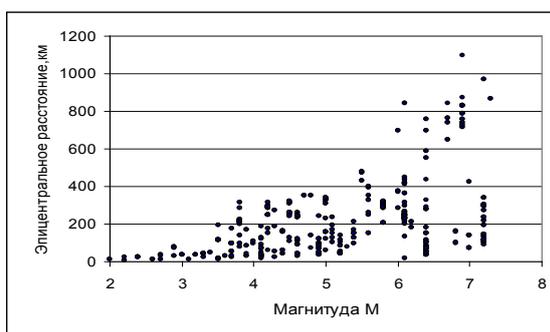


Рис. 2. Распределение записей землетрясений по магнитуде и эпицентральному расстоянию

Из всего массива данных по ускорениям только пять значений превысили  $0,1g$  (на рис. 3 не показаны). Максимальные ускорения были зафиксированы при Байсорунском землетрясении 12 ноября 1990 г. по записям казахстанской станции Курменты и составили  $680 \text{ см / сек.}^2$ .

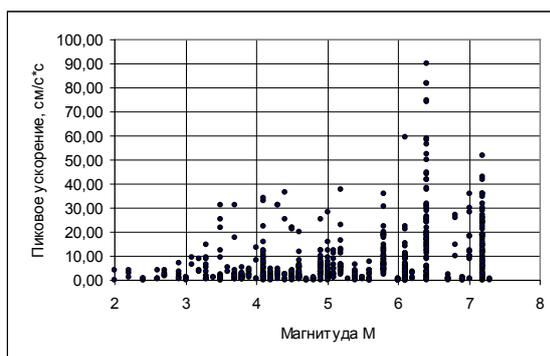


Рис. 3. Распределение пиковых ускорений грунта (в  $\text{см / сек.}^2$ ) по магнитуде землетрясения

Наиболее качественные записи сильных движений были оцифрованы, на основании цифровых

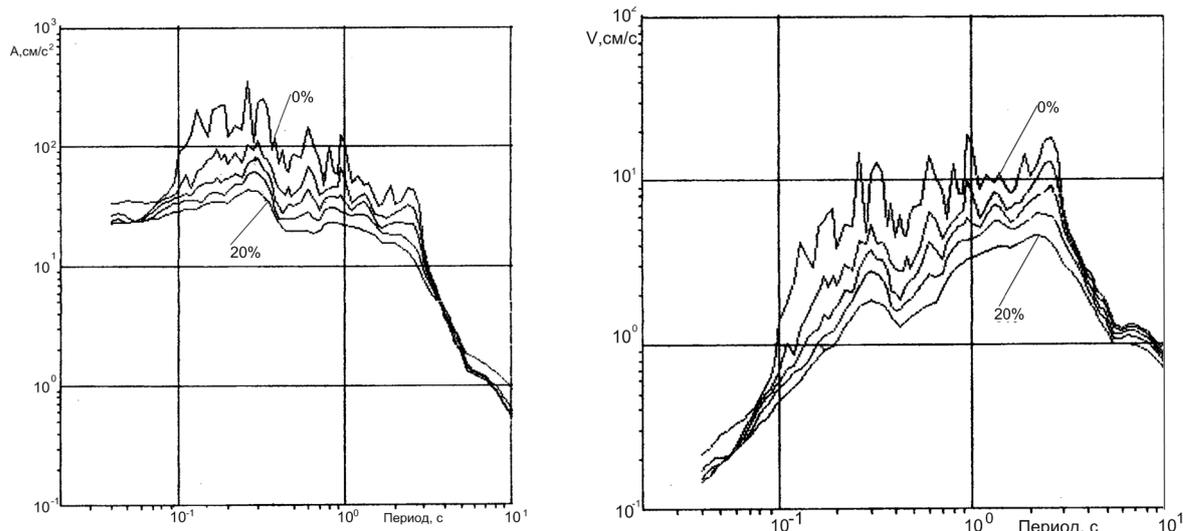


Рис. 4. Спектры реакции ускорений (слева) и скоростей (справа) при пяти значениях затухания (0%, 2%, 5%, 10% и 20% от критического) по записям Суусамырского землетрясения 19 августа 1992 г. на сейсмической станции Фрунзе (Бишкек)

данных рассчитаны спектры реакции. Оцифровка и расчеты выполнены в Институте сейсмологии РК. Исходные сейсмограммы и велосиграммы предварительно дифференцировались.

На рис. 4. дан пример спектров реакции, рассчитанных по записи Суусамырского землетрясения 19 июля 1992 г. прибором С5С+ИСО –ПМ на сейсмической станции Фрунзе для пяти значений затухания.

Выполнен анализ формы спектров с 5% затуханием. При этом были использованы три основных параметра: максимальный уровень, резонансный период и логарифмическая ширина спектра на трех уровнях от максимума:  $\alpha = 0,7; 0,5; 0,3$  [1, 2]. Полная логарифмическая ширина спектра на фиксированном уровне определена из соотношения:

$$S^{\alpha} = \lg T_{п}^{\alpha} / T_{л}^{\alpha} \quad (2)$$

где  $T_{п}^{\alpha}$  – крайний правый,  $T_{л}^{\alpha}$  – крайний левый периоды на уровне  $\alpha$ .

Для характеристики симметрии спектра использованы правая и левая его ширина относительно резонансного периода:

$$S_{п}^{\alpha} = \lg T_{п}^{\alpha} / T, \quad S_{л}^{\alpha} = \lg T / T_{л}^{\alpha} \quad (3)$$

где  $T$  – период, соответствующий максимуму спектра. Такая параметризация позволила получить нормированные спектры. Далее нормированные спектры были совмещены по уровню и резонансному периоду, сделана оценка параме-

тров распределения ширины спектров на каждом уровне. Для характеристики распределения использованы медиана и отклонения от медианы. На основании значений резонансных периодов, ширины спектров на трех уровнях от максимума, медиан распределений и отклонений от медиан (в единицах логарифма) построены средние нормированные спектры реакции смещений, скоростей и ускорений в терминах величин  $S$  (рис. 5).

Прямые линии на уровнях 0,7; 0,5 и 0,3 лог. ед. от максимума показаны отклонения от медианы.

Рассеяние значений  $S$  обусловлено различиями в магнитуде, гипоцентральном расстоянии, механизме очага рассмотренных землетрясений и в особенностях грунтовых условий под станциями. Полный спектр удалось получить для ускорений и скоростей, для смещений остался незавершенным правый склон. Для сравнения на том же рисунке показаны спектры, полученные по данным Казахстана [2]. Спектры близки по форме – по видимому, сказывается сходство сейсмогеологических условий районов наблюдений и положенные в основу расчетов пересекающиеся данные.

На рис. 6 показаны средние нормированные по уровню спектры реакции, построенные по значениям периодов  $T$ , и отмечены периоды колебаний, соответствующие максимумам спектров: 0,22 сек. – для ускорений, 0,62 сек. – для скоростей и 2 сек. – для смещений.

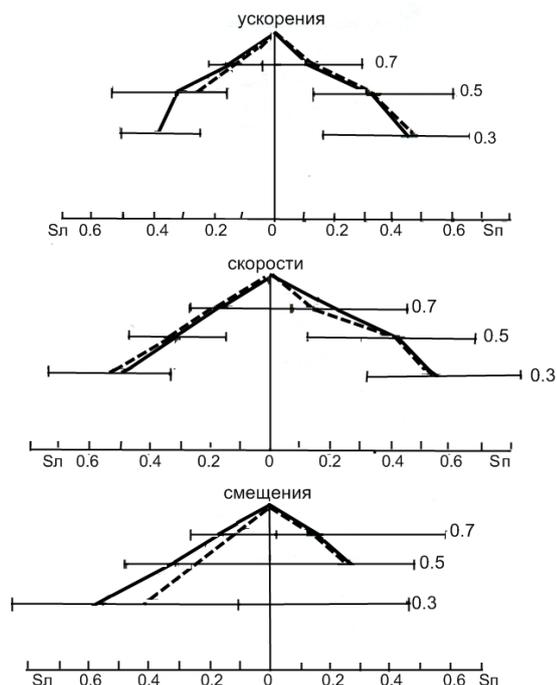


Рис. 5. Средние нормированные спектры реакции ускорений, скоростей и смещений в терминах величин S по записям землетрясений Кыргызстана приборами сильных движений

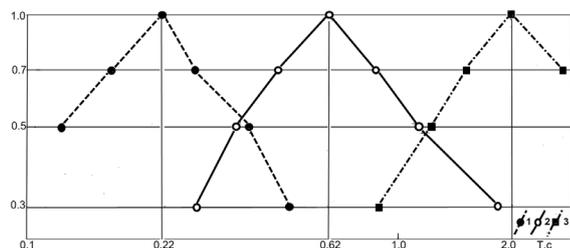


Рис. 6. Средние нормированные по уровню спектры реакции (1 – смещений, 2– скоростей, 3 – ускорений), полученные по значениям периодов

На основе всех имеющихся данных (спектров скорости, смещений и ускорений) построен средний нормированный по уровню спектр реакции в тройном логарифмическом масштабе (рис. 7).

Такой спектр показывает, какую роль в колебательном процессе при землетрясениях играют смещения, скорости и ускорения. Спектры ускорений соответствуют левому склону общего спектра в диапазоне от 0,08 сек. до 1,2 сек. и уровню от 0,07 V до 0,7 V. Спектры смещений соответствуют правому склону общего спектра в

диапазоне периодов 0,6 до 4,0 и уровню от 0,15 V до 0,6 V. Непосредственные оценки спектра скорости отвечают диапазону периодов от 0,18 до 2,4 сек. и уровню 0,3 V до V.

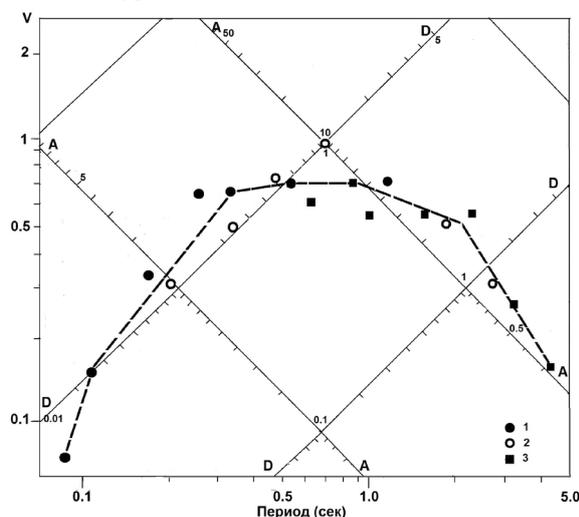


Рис. 7. Средний нормированный спектр реакции в тройном логарифмическом масштабе (1– ускорения A, 2– скорости V, 3 – смещения D)

#### Спектры реакции по записям землетрясений на сейсмических станциях сети KNET

Использованы цифровые записи не сильных землетрясений с энергетическими классами  $K < 11$ . При построении спектров реакции, как и в случае сильных движений, рассмотрен участок записи, включающий в себя наиболее интенсивную часть колебаний в поперечной волне, крайние левые и крайние правые амплитуды которого составляли примерно половину от максимальной амплитуды. Длина записи определила основной период или самую низкую частоту спектрального разложения. Интервал дискретизации определяет самую высокую частоту.

Записи землетрясений сетью KNET могут быть представлены на трех каналах:

- короткопериодном с частотой опроса 100 отсчетов в секунду;
- среднепериодном – 40 отсчетов в секунду;
- длиннопериодном – 1 отсчет в секунду.

Анализ записей близких землетрясений показывает, что основная информация содержится в записях короткопериодных каналов.

На рис. 8 дан пример спектров реакции для пяти значений коэффициента затухания 0,1%, 5%, 10%, 15% и 20% от критического.

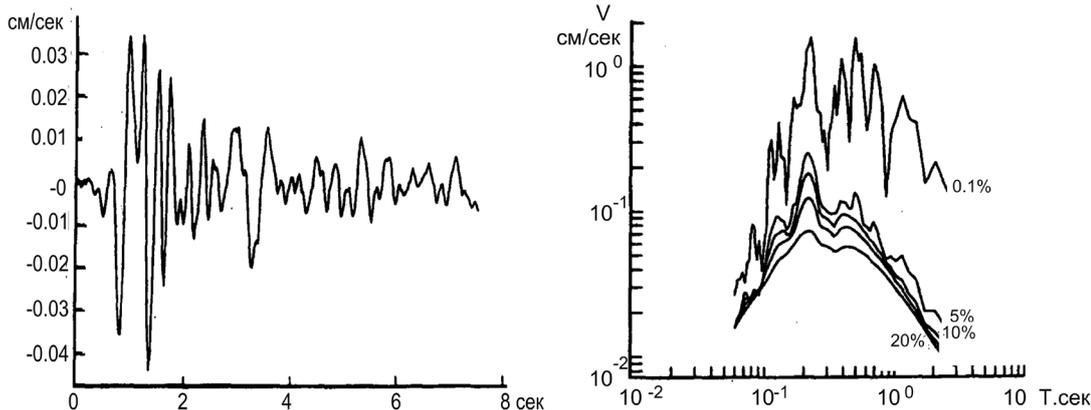


Рис. 8. Анализируемый участок записи землетрясения 14 апреля 1999 г. с энергетическим классом  $K=10$  в 40 км от станции Успеновка (слева) и спектры реакции скорости для пяти значений коэффициента затухания от критического (справа)

По методике, описанной выше, выполнено нормирование и построены средние нормированные спектры реакции смещений, скоростей и ускорений в терминах величин  $S$  (рис. 9).

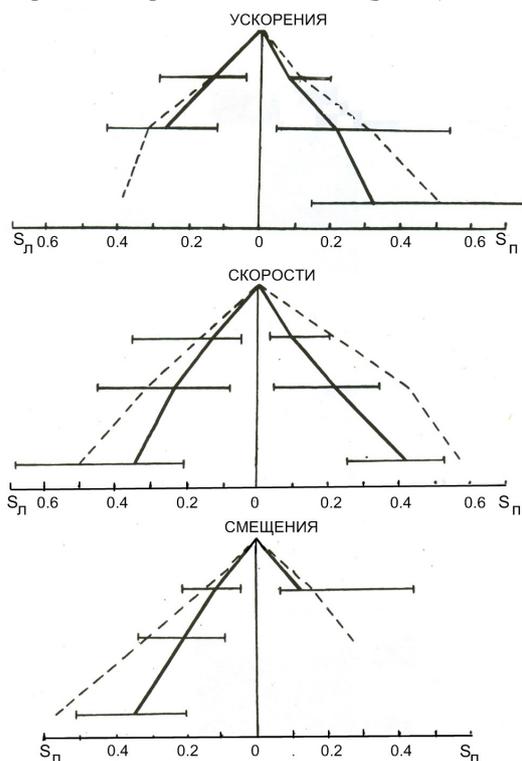


Рис. 9. Средние нормированные спектры реакции ускорений, скоростей и смещений в терминах величин  $S$  по записям землетрясений приборами цифровой сети KNET

На рис. 9 пунктиром показаны спектры реакции, полученные по записям сети сильных движений. Для всех типов спектров (скоростей, смещений и ускорений) характерно увеличение логарифмической ширины с ростом магнитуды. Медианные значения резонансных периодов по записям рассмотренных не сильных землетрясений сети KNET значительно меньше, чем значения, полученные по записям сильных движений (рис. 10).

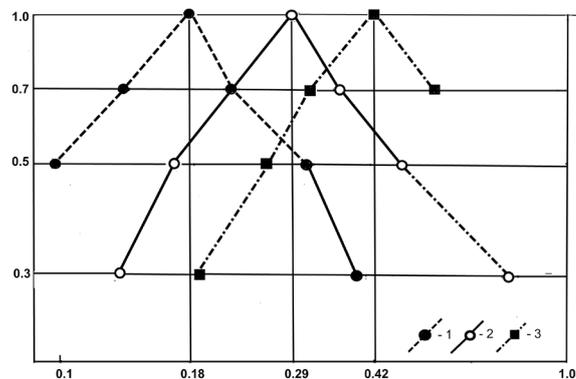


Рис. 10. Средние нормированные по уровню спектры реакции (1 – смещений, 2 – скоростей, 3 – ускорений), полученные по значениям периодов

Для спектров ускорений это различие невелико:  $T_{рез}=0,18$  сек. (0,22). Для спектров скоростей различие увеличивается:  $T_{рез}=0,29$  сек. (0,62). Наибольшие различия в медианных значениях резонансных периодов наблюдаются для смещений:  $T_{рез}=0,42$  сек. (2,0).

Таким образом, на данном этапе исследований удалось проследить влияние магнитуды на форму спектров реакции и резонансные периоды. В дальнейшем учет местных условий, особенностей механизма очага и эпицентральных расстояний позволит более точно и обоснованно подойти к оценке возможных сейсмических воздействий.

#### *Литература*

1. *Антикаев Ф.Ф.* Параметризация записей сейсмических колебаний. Очаговые зоны и колебания грунта. – М.: Наука, 1981. – С. 3–7.
2. *Михайлова Н.Н.* Сейсмическая опасность в количественных параметрах сильных движений грунта (на примере г. Алматы): Автореф. дисс. ... докт. физ. -мат. наук. – М., 1996. – 48 с.

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ВОСПРОИЗВОДСТВА БИОРЕСУРСОВ

УДК 551(510.53:590.21:510.4)(4)

### Изменение температурного режима нижней атмосферы и солнечная активность

К.А. КАРИМОВ, д. ф.-м. н.,  
Р.Д. ГАЙНУТДИНОВА, к. ф.-м. н.,  
Институт физико-технических проблем и материаловедения  
НАН КР

Two mechanisms of change of a temperature mode of the lower atmosphere are discussed. The first mechanism considers climate changes where the technogenic factor connected with greenhouse effect dominates. The second mechanism is connected with the natural factor caused by changes of solar activity level. The empirical model of regional temperature mode of the lower atmosphere change in Central Asia is presented.

Рассмотрим одновременное действие на изменение климата двух факторов – природного и техногенного, проявляющихся в различной степени на разных временных интервалах. Расчеты будут проведены на основе эмпирического моделирования данных процессов. В основу эмпирического моделирования положено использование для анализа долгопериодных составляющих в температурных вариациях приземной атмосферы и солнечной активности с периодами более 11 лет. Указанные долгопериодные составляющие были выделены в вариациях температуры и солнечной активности методом Вейвлет-преобразования [1].

Проведем эмпирическое моделирование региональных климатических изменений приземной температуры над Центральной Азией. В работе М.И. Будыко [2] было показано, что естественные колебания температуры нижней атмосферы связаны с вариациями падающей на земную поверхность прямой солнечной радиации, а также изменениями прозрачности атмосферы.

Известно, что приходящая на Землю часть солнечного излучения в радиационном балансе  $R$  на земной поверхности состоит из поглощающей части прямой солнечной  $F$  и рассеянной  $J$  радиации, а также излучения земной атмосферы  $B_0$ :

$$R = F(1 - r) + J(1 - r) - B_0,$$

где  $r$  – альbedo.

К этим трем основным членам уравнения радиационного баланса, предложенным М.И. Будыко, в настоящее время можно добавить и ряд других немаловажных членов, учитывающих действие других факторов, таких, как:

- а)  $A_{\text{CO}_2}$  (антропогенный фактор, связанный с выбросами углекислого газа  $\text{CO}_2$ );
- б)  $A_{\text{аэр}}$  (атмосферный аэрозоль);
- в)  $A_{\text{кл}}$  (космические лучи);
- г)  $A_{\text{аль}}$  (адвективный фактор);
- д)  $A_{\text{астр}}$  (астрономический фактор).

Сгруппировав эти члены по характеристикам нагревания и охлаждения атмосферы, последнее выражение можно записать в виде:

$$R = +F(1-a) + J(1-a) + A_{\text{CO}_2} - B_0 - A_{\text{азр}} - A_{\text{кл}} - A_{\text{адв}} \pm A_{\text{астр.}}$$

Как видно, в первую очередь радиационный баланс  $R$  на земной поверхности линейно связан с прямой солнечной радиацией  $F$  и рассеянной радиацией  $J$ . При выявлении причин долгопериодных изменений температурного режима большинство авторов проводят скользящее сглаживание с 11-летним интервалом осреднения. Соответственно фактически полная величина  $F'_n$  должна, в частности, определяться интегрированием за 11-летний и последующие периоды измерений:

$$F'_n = k \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt.$$

На рис. 1 это соответствует площади, очерченной кривой вариации параметра  $W$  или  $F_{10,7}$ , отражающего излучаемую мощность солнечной энергии. Эта величина определяется интегрированием на временном интервале  $(t_2 - t_1)$  между минимумами солнечной активности.

Расчетная величина  $F'_n$  в 22-м цикле солнечной активности примерно в 1,4 раза больше, чем в 23-м цикле, что связано с уменьшением в 1,4 раза уровня солнечной активности. Расчетная величина  $F'_n$  в 23-м цикле солнечной активности в 2,5 раза меньше аналогичной величины в 22-м цикле. В последующем предполагаемые значения величины  $F'_n$  в 24-м цикле солнечной активности, вероятно, будут в 2,5 раза меньше, чем в 23-м цикле. Такое уменьшение величины  $F'_n$  происходит не только за счет уменьшения амплитуды солнечных циклов, но и за счет времени  $Dt$ , длительность которого при нормальном режиме должна быть около пяти лет.

На рис. 1 приведена зависимость полного интеграла прямой солнечной радиации  $F'_n$ , рассчитанного через эквивалентные параметры – числа Вольфа  $W_0$  или эквивалентное радиоизлучению Солнца на длине волны 10,7 см.

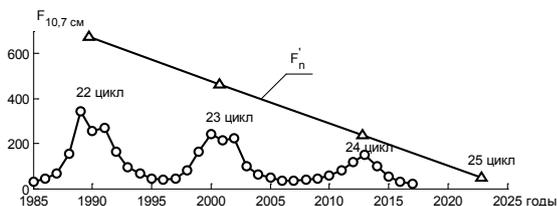


Рис. 1. Зависимость прямой солнечной радиации от чисел Вольфа

Расчет величины  $F'_n$  приводился для 22-го, 23-го и незавершенного 24-го цикла солнечной

активности с 1985 по 2012 год, с вероятным прогнозом до 2025 г.

Как видно из рис. 1, эта зависимость в первом приближении линейная и имеет вид

$$F'_n(t) = F'_0 - at,$$

где величина  $a$  характеризует скорость уменьшения прямой радиации. Из рис. 1 видно, что происходит квазилинейное снижение уровня прямой солнечной радиации до 2012 г., что отмечается также и по рассчитанному прогнозу до 2025 года.

Фактическая величина  $a$  совпадает с расчетной на ветви спада солнечной активности после 2005 года, приведенной в данной статье на рис. 4. Это служит подтверждением правильности расчета прогноза солнечной активности, приведенного ниже на рис. 4.

Все это приведет к снижению поглощающей прямой и рассеянной солнечной радиации  $F$  и  $F'_n$ ,  $J$  и, естественно, к понижению температуры как в верхних, так и в нижних (включая приземный слой) слоях атмосферы.

В период Маундеровского минимума на ветви спада солнечной активности с 1580 по 1600 год уровень солнечной активности снизился на 0,25%. Такое понижение солнечной активности на Земле привело к ледниковому периоду (понижение температуры на несколько градусов). Известно, что солнечная постоянная, строго говоря, не постоянна и изменяется в ходе солнечных 11-летних циклов на величину от 0,1 до 0,3 % ( $dS \approx 0,2\%$ ). Уменьшение величины  $W$  или  $F_{10,7 \text{ см}}$  от максимума к минимуму солнечного цикла приводит к уменьшению величины падающей солнечной радиации приблизительно на 0,05%. Известно и то, что уменьшение или возрастание этой величины на 0,1% может привести к изменению температуры от 1°C до нескольких градусов. Подобный аналог связи долгопериодных колебаний солнечной активности и приземной температуры виден в период Маундеровского минимума, а также из рис. 2 и 3.

Этому же периоду за счет снижения уровня солнечной активности будет способствовать возрастание потока космических лучей, достигающих Земли, это отражено в радиационном балансе  $R$  индексом  $A_{\text{кл}}$ . Известно, что изменение потока космических лучей изменяет всю планетарную облачность, что, в свою очередь, скажется на изменении понижения глобальной температуры на поверхности Земли. Данные, полученные со спутников, показывают, что количество низких облаков тесно следует за интенсивностью косми-

Таблица I

Выделенные периоды, годы	11–12	20–25	35–36	50–55	90–95
Амплитуды периодичностей, T °C	0,50	0,91	0,60–0,70	0,78	1,0–1,43
Годы максимума температуры	Каждые 11 лет	2012	2002	1995	1993

ческих лучей, достигающих Земли [3]. Эти эффекты будут также способствовать понижению приземной температуры. Как показали наши исследования, вклад повышенной интенсивности космических лучей, отмечавшийся в 2010 г., привел к кратковременному понижению температуры относительно среднепериодной в нижней атмосфере, по данным ст. «Бишкека» на 15–20 % [4]. Все это вместе взятое должно привести к дополнительному снижению глобальной температуры Земли после 2011 – 2015 гг.

**Периодические составляющие в вариациях температуры.** Данные измерений приземной температуры, представленные для обработки, взяты с 1897 по 2008 год по ст. «Пржевальск» (Каракол) и охватывают 110-летний период наблюдений. Из приведенных из этого ряда температур частотных составляющих, рассчитанных методом Вейвлет-преобразований, выделены общие составляющие, присутствующие одновременно в двух многолетних рядах, – солнечной активности и температуры, определяемые с достоверной вероятностью  $P^{0,95}$ . Это периоды 11–12 лет, 20–22 года, 35–40 лет, 50–55 лет и 90–95 лет. В последующем для определения фактических амплитуд и начальной фазы составляющих к выделенным общим периодическим составляющим в двух рядах было применено Фурье-разложение с переменным ядром преобразования. Для периодических составляющих температуры максимальная амплитуда определялась в градусах, а начальная фаза колебаний приводилась в годах, на которые приходится максимум температуры.

В табл. I приведены амплитуды выделенных периодических составляющих в градусах Цельсия и годы, на которые приходится максимум амплитуды этих составляющих. Ошибка определения амплитуды для уровня достоверной вероятности  $P^{0,95}$  для среднегодовых значений составляет  $\pm 0,16^\circ\text{C}$ , а для холодного полугодия  $\pm 0,25^\circ\text{C}$ . В табл. приведены выделенные составляющие для холодного полугодия, амплитуды которых превышают  $0,5^\circ\text{C}$ . На основе этих выделенных пяти значимых периодичностей можно составить диагноз и прогноз изменения среднегодовых и среднесезонных температур. Получен-

ные эмпирическими расчетами долгопериодные составляющие отражают реальные процессы, протекающие в атмосфере, и могут быть положены в основу эмпирического моделирования температурного режима.

Выделенные периодичности и приведенные в табл. I известны и имеют следующую классификацию:

11–12 лет – общеизвестны и определены Вульфом;

20–25-летние циклы Хейла (Андерсона);

35–36-летние циклы известны как циклы Брюкнера;

50–55-летние циклы известны как циклы Пудовкина-Фритца;

90–95-летние циклы известны как «вековые» колебания.

Особого рассмотрения заслуживает 60-летняя (50–55 лет) составляющая, определенная Пудовкиным-Фритцем. Российские ученые из Росгидромета и Института океанологии РАН пришли к выводу, что климатические показатели колеблются с периодичностью примерно 60 лет (а не растут непрерывно). Происхождение этих колебаний не связано с антропогенным фактором. Разность температур между северным и южным полушариями колеблется около 60 лет, и происходила она задолго до того, как люди начали их фиксировать. Надо полагать, что подобные многовековые колебания среднеглобальной температуры есть реакция климатической системы на периодические внешние воздействия, связанные с циклами обращения наиболее крупных планет солнечной системы вокруг общего центра. Показано, что гравитационное воздействие на фотосферу Солнца оказывали наиболее крупные планеты Солнечной системы, такие, как Юпитер и Сатурн. [5]. Карлин А. из Агентства по защите окружающей среды (США) показал, что земная атмосфера находится на нисходящей ветви спада солнечной активности, и в настоящее время в солнечном цикле доминирует 60-летняя цикличность, максимум которой приходился на 1990–1995 годы [6]. Соответственно ближайший минимум придется на 2020–2025 годы. По разным оценкам, эта амплитуда может варьировать

в пределах от  $0,35^{\circ}\text{C}$  до  $0,75^{\circ}\text{C}$  и в среднем может измениться на  $0,55^{\circ}\text{C}$ . Надо полагать, что к 2020–2025 году средняя температура в нижней атмосфере понизится минимум на  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Наступление малого ледникового периода можно заранее предотвратить или приостановить, если будут использованы методы «геоинженеринга».

**Связь долгопериодных вариаций приземной температуры с солнечной активностью.** Рассмотрим связь долгопериодных вариаций приземной температуры с вековыми колебаниями солнечной активности. На рис. 2 приведены вариации выделенной вековой составляющей солнечной активности в числах Вольфа и приземной температуры за холодное полугодие по МС «Бишкек» за период с 1935 по 2011 год, после исключения из них составляющих с периодами менее 11 лет. Коэффициент корреляции между DW и DT равен 0,82. Максимумы амплитуд в вариациях солнечной активности опережают максимумы в периодических составляющих температуры на 2,5–3 года.

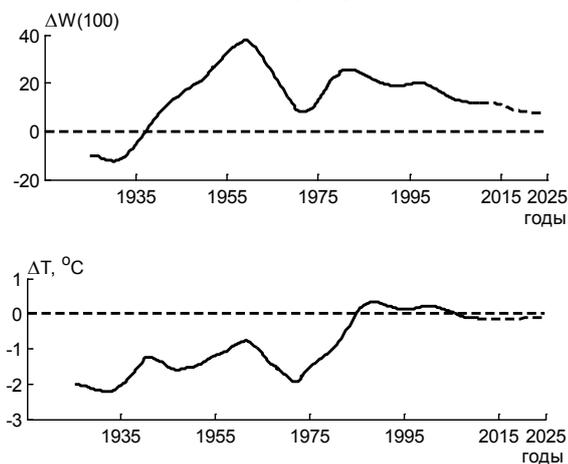


Рис. 2. Вариации вековой составляющей солнечной активности и приземной температуры за холодное полугодие по ст. «Бишкек» с 1935 по 2011 год

Анализ данных роста концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере (по станции «Иссык-Куль») и изменений среднегодовой приземной температуры (по МС «Бишкек») за последние 10 лет показывает, что среднегодовая температура начиная с 2005 г. стабилизировалась на уровне  $12,1^{\circ}\text{C}$ . Аналогичное, но более выраженное изменение отмечается и для холодного полугодия, когда средняя температура в 2011–2012 гг. составляла  $0,5\text{--}1,0^{\circ}\text{C}$  и дальнейшего роста температуры до 2010 г. не отмечается. За этот же период отмечен непрерыв-

ный рост концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере [7]. Эти же результаты в виде отрицательной корреляции  $r = -0,5$  между изменениями концентрации  $\text{CO}_2$  и  $T^{\circ}\text{C}$  отмечены и по результатам анализа изменений температуры в г. Душанбе [8]. Данные изменений концентрации  $\text{CO}_2$  (ст. «Иссык-Куль») и приземной температуры  $T^{\circ}\text{C}$  по ст. «Бишкек» приведены на рис. 3.

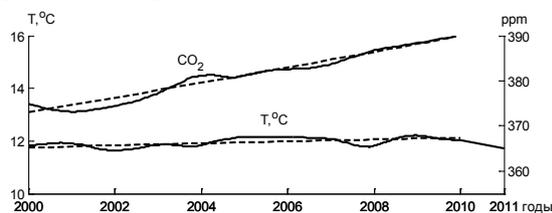


Рис. 3. Изменение концентрации  $\text{CO}_2$  по ст. «Иссык-Куль» и приземной среднегодовой температуры по ст. «Бишкек»

Рассмотрим влияние факторов солнечной активности на температурный режим нижней атмосферы. Хорошо известно, что период малого ледникового периода с 1650 по 1750 год (апофеоз похолодания) совпал с известным Маундеровским минимумом в солнечной активности. После этого начался рост солнечной активности, максимум вековой активности которого отмечался с 1985 по 1995 год. Как известно, в солнечных циклах доминируют цикличности с периодами 11–13 лет, 21–23 года, 35–42 года, 55–60 лет и 85–100 лет. Эти же периодичности синхронно выделяются и в долгопериодных вариациях нижней атмосферы. Этот факт указывает на реальную статистическую связь изменений приземной температуры с солнечной активностью.

Очередная фаза потепления в естественном фоновом цикле глобальных изменений температуры, наблюдаемая в 1985 по 2005 год, повторяется через каждые 55–60 лет и далее через каждые 90–95 лет.

Причины последних 60-летних колебаний температуры астрономы связывают с периодом обращения Юпитера вокруг Солнца. Период вблизи 2000–2005 годов характеризовался беспрецедентно высоким уровнем солнечной активности за предшествующие 400 лет. Максимум потепления в нижней атмосфере совпал с максимумом солнечной активности, с коэффициентом корреляции, равным  $r = 0,82$ . С этих лет солнечная активность начинает спадать.

На рис. 4 приведены фактические, расчетные или прогнозные данные по солнечной активно-

сти начиная с 1550 по 2200 год в числах Вольфа. По прогнозам специалистов, в 2025–2030 годах ожидается ближайший минимум векового цикла солнечной активности со спадом активности, по оценкам специалистов, до уровня, отмечавшегося в XXVIII веке (минимум Маундера). Данные по скорости изменений (спада) солнечной активности, приведенные на рис. 1 с периода 1985 по 2012 год (фактические данные), совпадают с расчетными (прогнозируемыми) данными, приведенными на рис. 4. Это может служить дополнительным подтверждением данных, приведенных на рис. 3. Как видно из данных, приведенных на рис. 1 и 3, скорость изменения величины потепления после 2005 года начнет спадать и с учетом только природного (солнечного) фактора величина изменения приземной температуры будет снижаться, т. е. будет происходить постепенное похолодание.

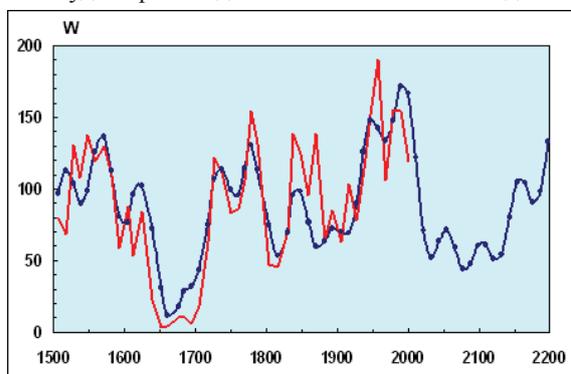


Рис. 4. Фактические и прогнозные (точки) данные изменений солнечной активности с 1500 по 2200 год

В настоящее время среди причин изменения температурного режима нижней атмосферы существуют два основных фактора – антропогенный и природный. Для антропогенного фактора возрастание концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере является причиной потепления. Другие авторы говорят, что это возрастание есть следствие повышения температуры. По многим экспериментальным данным, повышение концентрации  $\text{CO}_2$  происходит после повышения температуры атмосферы. Эти результаты подтверждаются результатами анализа кернов льда, взятых в Антарктике с больших глубин. Эти данные показывают, что периодически в течение многих веков температурные максимумы опережали аналогичные максимумы в вариациях концентрации  $\text{CO}_2$ . В подтверждение тому, что техногенный фактор, связанный с  $\text{CO}_2$ , не работает, служат данные, что разность темпе-

ратур между Северным и Южным полушариями должна расти, поскольку основные выбросы  $\text{CO}_2$  осуществляются в Северном полушарии и парниковый эффект должен быть больше, чем в Южном полушарии. Но этого фактически не отмечается. По самым скромным оценкам, вытекающим из расчетных выражений, приведенных М.И. Будыко [2], величина вклада парникового эффекта в повышение температуры может составлять величину не более 25–30%. Аналогичные результаты получены нами по многолетним данным измерений температуры в г. Бишкеке, при этом вклад не превышал 20–25% [7].

Как показали теоретические исследования последних лет в Институте физики атмосферы РАН (И. И. Мохов и др. ), температурные изменения в атмосфере опережают изменения концентрации  $\text{CO}_2$ . Океанологами было показано, что многолетний ход колебаний поверхностной температуры вод океанов с периодами более пяти лет хорошо коррелирует с колебаниями солнечной активности. Все это еще раз указывает, что рост концентрации  $\text{CO}_2$  является не причиной, а следствием изменений климата.

Если говорить о вкладе аэрозольной компоненты в уменьшение падающей на землю солнечной радиации, то следует отметить, что в работах московских (ИФА РАН), таджикских и кыргызских ученых было рассмотрено влияние аэрозольной компоненты на состав атмосферы и его термический режим. Так, по данным таджикских ученых (Физико-технический институт АН Таджикистана), показано: в период повышенного загрязнения атмосферы над Таджикистаном аэрозольной компонентой природного происхождения происходит понижение температуры нижней атмосферы на  $2^\circ\text{C}$  относительно средней в  $13,8^\circ\text{C}$ , что составляет около 15 % [8].

Необходимо также отметить и о вкладе аэрозольной компоненты в понижение температуры нижней атмосферы. Так, ученые из Физического института РАН (ФИРАН) отмечают, что в атмосфере начался процесс всеобщего похолодания. Причины этих климатических изменений находятся в космосе, поскольку в атмосферу Земли постоянно попадают частицы космической пыли. Количество выпадающей пыли варьирует от 400 до 1000 тонн в сутки. Пылевые частицы являются центрами конденсации  $\text{H}_2\text{O}$  (рост облачности). Главные поставщики пыли – кометы. Кометы – это не что иное, как ледяные глыбы с замороженной пылевой компонентой. За кометой всегда

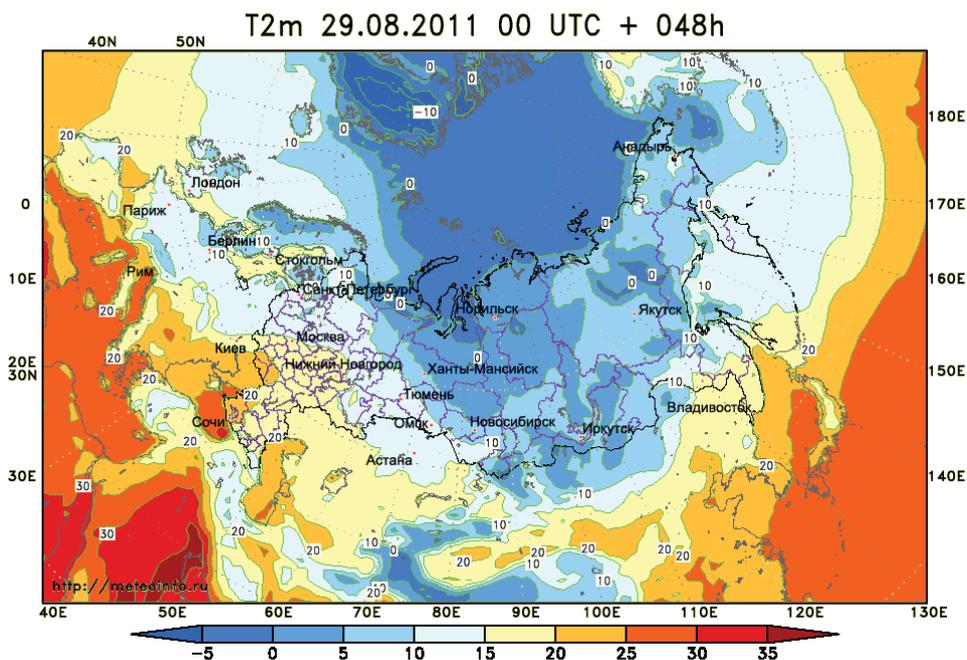


Рис. 5. Температурное поле за август 2011 г. по Северному полушарию (затемненные области – отрицательные температуры)

следует мощный хвост из пыли, который в последующем оседает в атмосфере Земли.

Не меньший вклад в изменчивость температурного режима нижней атмосферы может вносить и адвективный фактор, связанный с возрастанием меридиональной циркуляции и выносом холодных арктических масс на территорию средних широт Центральноазиатского региона вплоть до территорий Таджикистана и Пакистана. При этом на средних широтах происходит столкновение холодных и теплых воздушных масс, что, естественно, приводит к выпадению осадков.

В подтверждение вышесказанному на рис. 5 приведено температурное поле в приземном слое атмосферы Северного полушария за 29 августа 2011 г. Из рис. 5 видно, как холодные массы воздуха ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) с районов Арктики проникают до широт Центральноазиатского региона, в результате чего летние температуры опускаются от  $+(25,0-30)^{\circ}\text{C}$  до  $+(10,0-15)^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, в данный период вклад адвективного фактора в изменение температурного режима составляет более 50%.

Поскольку в настоящее время теоретические модели климата недостаточно обоснованы в связи с тем, что теория парникового эффекта ставится под сомнение и возникает необходимость

изменять масштабы первичной сетки интегрирования. Специалисты считают, что необходимо от общепринятой сетки в 100 км перейти на использование сетки в 10 км.

В акватории океанов, особенно в зоне формирования Гольфстрима, неоднородности океанических параметров составляют 5–10 км. Спутниковые же измерения данных дают состояние облачного покрова для верхней границы облаков, при этом облачность верхнего, среднего и нижнего ярусов остается без учета. В случае загрязнения атмосферы аэрозолями и частицами аэрозоля, образовавшимися под влиянием космических лучей, для теоретических моделей нужно знание динамики облачного покрова нижнего и среднего ярусов. В этой связи теоретические модели еще далеки от совершенства, и понадобятся годы, чтобы реализовать их с учетом вышесказанного.

На основе имеющихся в нашем распоряжении данных о частотном спектре основных долгопериодных вариаций приземной температуры можно промоделировать изменения температуры. Проведем суммирование амплитуд долгопериодных колебаний температуры с учетом фазы колебаний соответствующей составляющей. На рис. 6 приведена сглаженная составляющая, равная сумме амплитуд вышеперечисленных гармоник

$S\{A_{22}(j) + A35(j) + A55(j) + A90(j)\}$  с учетом начальной фазы колебаний (кривая с индексом 3) за период с 2010 по 2030 год. Эта результирующая линия – 3 в большей степени отражает учет природного фактора солнечного происхождения. Результаты отражают тот факт, что уровень солнечной активности после 2000–2005 гг. резко пошел на спад.

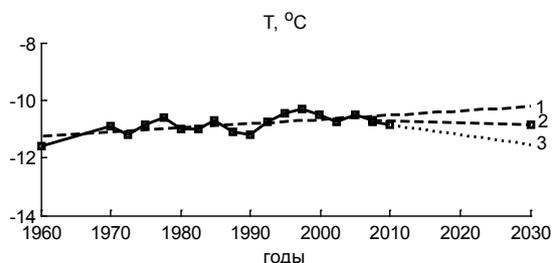


Рис. 6. Вариации приземной температуры с 1960 по 2010 год. по ст. «Бишкек» (зима). Пунктиром дан прогноз до 2030 г.

В то же время не исключается действие антропогенного фактора. На рис. 6 линия с индексом «1» отражает долгопериодные изменения температуры, обусловленные антропогенным фактором. Суммарное действие природного (линия «3») и антропогенного (линия «1») факторов представлено на рис. 6 пунктирной линией с индексом «2». Как было отмечено ранее (см. рис. 3), температура, по данным МС «Бишкек», с 2005 по 2010 год стабилизировалась в дальнейшем с тенденцией к небольшому похолоданию. Результирующая кривая «2» является продолжением дальнейших изменений температуры после 2010 года, при этом отмечается тенденция к дальнейшему похолоданию до 2030 года.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Действие на климатическую систему внешних астрономических и геофизических факторов сводится к изучению изменчивости светимости Солнца, положения орбиты Земли и других планет в Солнечной системе и т. д. Все это в конечном счете приведет к необходимости изучения радиационного баланса на земной поверхности. Как нами было отмечено в начале статьи, этот радиационный баланс сформулировал М. И. Будыко [2]. В последующем выяснилось, что необходимо ввести и другие геофизические факторы в выражение, определяющее радиационный баланс атмосферы на поверхности Земли.

Одним из факторов, определяющих радиационный баланс, является концентрация в атмос-

фере аэрозоля. Существуют аэрозоли различного происхождения: космического – метеорная и кометная компонента составляющей пыли; вулканический аэрозоль, песчаные пылевые бури, сажевый аэрозоль от пожаров и т. д. Все виды аэрозоля приводят к ослаблению солнечной радиации, поступающей на земную поверхность. Так, по оценкам таджикских ученых, эта величина экранизации солнечной радиации приводит в отдельные периоды к уменьшению температуры приземной атмосферы до 15%.

Следующим астрономическим фактором являются космические лучи. Известно, что при минимуме солнечной активности интенсивность космических лучей максимальна. Космические лучи в нижней атмосфере служат центрами конденсации водяных паров, приводящих к дополнительному возрастанию облачности среднего яруса. В наших расчетах показано, что за отдельные периоды при максимальной интенсивности космических лучей на фоне среднепериодной величины в нижней атмосфере происходит повышение температуры нижней атмосферы на 15–20 %.

Прямым астрономическим фактором, непосредственно напрямую влияющим на изменение потока прямой падающей на Землю радиации или светимости Солнца, является положение орбиты Земли и крупных планет в Солнечной системе (Юпитера и Сатурна). Этот фактор относится к причинам долгопериодных колебаний.

Так, уже показано, что 60-летняя составляющая в температурной вариации приземной атмосферы обусловлена положением Юпитера в Солнечной системе (Юпитер, Солнце, Земля). В настоящем столетии доминирует 60-летняя составляющая, минимум амплитуды которой придется на 2025–2030 годы. Как было нами ранее показано, средняя амплитуда 60-летней периодичности колеблется на уровне 0,5–0,6°C. Имеется ряд и других астрономических факторов, но они подлежат дополнительному исследованию. К другой группе факторов, влияющих на формирование температурного режима приземной атмосферы, относятся внутренние и геофизические.

Одним из них является адвективный фактор, связанный с меридиональным выносом воздушных масс с арктических широт в средние широты Центральноазиатского региона. Так, к примеру, за летний период 2011 г. (см. рис. 5) с арктических широт через Западную Сибирь стекают холодные воздушные массы на средние широты Азиатского региона, вплоть до Афганистана и Пакистана.

Подобная ситуация отмечалась в 2012 году. В этот период среднепериодная температура воздуха опускалась с 30–35°C до 15–20°C. Таким образом, адвективный вынос холода с арктических широт в Центральноазиатский регион может изменить температуру приземной атмосферы на 50%. Все это вместе взятое свидетельствует о существенном вкладе адвективного фактора в радиационный баланс приземной атмосферы, которым никак нельзя пренебрегать.

#### *Литература*

1. *Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д.* Роль природных и антропогенных факторов в изменениях климатических характеристик атмосферы // Известия НАН. – 2010. – № 1. – С. 72–76.
2. *Будыко М.И.* Климат конца XX века // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 10. – С. 5–24.
3. *CLOUD.* A study of link between cosmic rays and clouds with a cloud chamber at the CERN PS. – 2000. – P. 107.
4. *Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д., Крылов С.В.* Связь температурного режима нижней атмосферы с вариациями солнечной активности и интенсивностью космических лучей // Вестник КГУСТА. – 2011. – № 3. – С. 168–172.
5. *Решетов В.Д. и др.* Критерии интенсивности и цикличности колебаний давления в атмосфере // Труды Центральной аэрологической обсерватории. – Вып. 129. – М., 1977. – 102 с.
6. *Карлин А.* Рост потребностей исследований потенциальных подходов для уменьшения потенциального глобального похолодания. Международная конференция «Проблемы адаптации к изменению климата». – М., 2011.
7. *Каримов К.А., Жунушова Г.Ш.* Характеристики нижней атмосферы над Кыргызстаном и их связь с солнечной активностью. – Бишкек, 2011. – 158 с.
8. *Абдуллаев С.Ф. и др.* Исследования аэрозольности загрязнения атмосферы и результаты пылевых бурь и их влияние на изменение климата // Труды международной конференции «Влияние глобального изменения климата на экосинтез средней и высокогорной зоны Центральной Азии». – Душанбе, 2012. – С. 214–217.

УДК:577.076.8

## Изучение экспрессии гена *aro* (aromatic aminotransferase) в норме и при воздействии теплового шока с применением метода *real-time* PCR

И.К. ТЫНЫБАЕВА, РГП «Республиканская коллекция микроорганизмов» КН МОН РК г. Астана, Казахстан

We studied the expression of a gene *aro* (Aromatic aminotransferase) *Lactobacillus* cultures in normal and heat shock effects. Lactic acid bacteria have the genes of enzymes that are responsible for flavor – Aromatic aminotransferase. To study the level of gene expression using RNA samples isolated from strains of *Lactobacillus* spp. The study was conducted using real-time PCR.

Органолептические показатели кисломолочных продуктов, в составе которых имеются молочнокислые бактерии, влияют на ценность продукта, потому что, возбуждая пищеварительный аппарат и работу секреторно-моторного аппетита, влияют на обоняние человека. Реакция человека на продукт зависит от внешнего вида, цвета, запаха, консистенции данного продукта [1, 2]. Aromatic aminotransferase (*aro*) является одним из генов, отвечающих за органолептические свойства (аромат). При выборе молочнокислых бактерий для использования в производстве запахов является важным показателем.

### Материалы и методы

Исследовательские работы выполнялись в лаборатории генетики и биохимии микроорганизмов ДГП «Республиканская коллекция микроорганизмов» РГП «Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан» в 2007 – 2010 гг.

Бактериальные штаммы. Настоящая работа выполнена на 19 штаммах: 2-*L. casei*, 3-*L. casei*, 4-*L. casei*, 5-*L. casei*, 6-*L. casei*, 7-*L. casei*, 8-*L. casei*, 9-*L. casei*, 10-*L. casei*, 11-*L. casei*, 13-*L. casei*,

15-*L. casei*, 16-*L. casei*, 17-*L. casei*, 18-*L. casei*, 19-*L. casei*, 20-*L. casei*, 22-*L. casei*, 23-*L. casei*, выделенных из кумыса, айрана, шубата и являющихся уникальными, что было подтверждено с использованием метода мультилокусного секвенирования. В качестве сравнения использовались штаммы *L. fermentum*, *L. helveticus*, *L. casei*, *L. fermentum* ATCC 9338 из фонда Республиканской коллекции микроорганизмов Казахстана.

Выделение РНК из лактобактерии. Осадок ресуспендировали в 100 мкл ТЕ (20 mM TrisHCl pH8, 5mMEDTA). Добавляли 10 мкл лизоцима в ТЕ (50 мг/мл) [3, 4]. Инкубировали 15 мин на льду. Добавляли 400 мкл SolD и 400 мкл водонасыщенного фенола. Интенсивно перемешивали до получения однородной эмульсии. Инкубировали 15 минут при 65°C. Добавляли 45 мкл 2M NaAc (pH 4) и 100 мкл хлороформа. Перемешивали до получения однородной эмульсии. Инкубировали 15 мин на льду. Центрифугировали эппендорфные пробирки 10 мин при максимальной скорости. Отбирали 350 мкл водной фазы в чистую пробирку. Добавляли 10 мкл ЛПААГ (0,5

мг / мл). Добавили 350 мкл изопропанола. Перемешивали 1 ч. при  $-20^{\circ}\text{C}$ . Центрифугировали пробирки 10 мин при максимальной скорости, осадок промывали 75% спиртом, высушили 15 мин при  $37^{\circ}\text{C}$ . Растворили 50 мкл воды.

Обратная транскрипция. Образцы в 2-х повторностях, один из которых контроль. Добавили 1 мкл статистического праймера N9. 100 ng / mkl 5 мин при  $75^{\circ}\text{C}$ , немедленно перенесли в лёд. В первую повторность исследуемых культур добавляли 10 мкл 2х смесь с ревертазой, 170 мкл смеси + 1 мкл ревертазы. Во вторую повторность добавляли 2х смесь без ревертазы (вода).

Real-TimePCR. Постановка Реал-тайм ПЦР. Образцы после обратной транскрипции с кДНК развели 100 мкл ТЕ. По 2,5 мкл разнесли на плашки. Добавить по 10 мкл праймера 2,5х aroU / R. Добавляли каплю минерального масла. Добавляли 12,5 мкл смеси 2х (K25, SG, dNTP, 2 мклТ / б).

#### Результаты и обсуждения

На данной работе изучали экспрессию гена *aro* (Aromatic aminotransferase) культур *Lactobacillus* в норме и при воздействии теплового шока. Молочнокислые бактерии имеют гены ферментов, которые отвечают за аромат – Aromatic aminotransferase. В процессе производства кисломолочных продуктов бактерии придают определенный запах продукту. Это имеет прямое влияние на качество продукта. Изучение органолептических свойств культур на генном уровне также является актуальным.

Для изучения уровня экспрессии генов использовали образцы РНК, выделенных из штаммов *Lactobacillus spp.* (рис. 1). Исследование проводили с применением real-time ПЦР.

На данном этапе исследования для гена *ARO9* применяли программу с температурой отжига  $50^{\circ}\text{C}$  и 45 циклами. Для изучения уровня экспрессии гена aromatic aminotransferase были подобраны праймеры:

*ARO9-R*–GGTTGGGAAGAGCTCCAGAGAT,

*ARO9-F*–ACGACAAGTTCATTTCTGACCGTT.

Изучение гена *ARO9* с применением метода Real-Time PCR. Проводили работу по количественному анализу гена Aromatic aminotransferase мРНК, выделенных из культур *Lactobacillus casei* и контрольных штаммов. Уровень гена Aromatic aminotransferase был изучен.

Подвергли культуры на фазе роста лаг-фаза к тепловому шоку, выделяли РНК методом Хроминский (видоизмененный для МКБ), затем на-

личие РНК смотрели в 1,5% геле с помощью геля электрофореза.

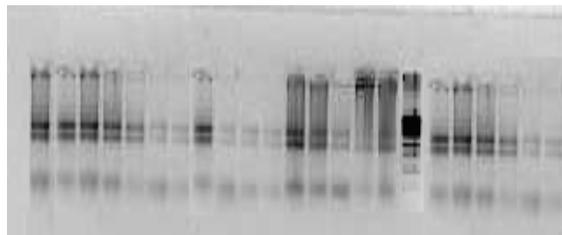


Рис. 1. Электрофореграмма выделенных РНК культур *Lactobacillus* после воздействия теплового шока

В результате исследования уровень гена Aromaticaminotransferase мРНК не превышает нормы. При высоком кислотообразовании уровень мРНК одинаков с начальным уровнем штамма.

Таблица 1. Уровень экспрессии гена *aro* штаммов *Lactobacillus* в норме и при воздействии теплового шока

Штаммы <i>Lactobacillus casei</i>	Уровень экспрессии гена <i>aro</i>	Уровень экспрессии гена <i>aro</i> при воздействии теплового шока
2-L. casei	3,40	3,36
3-L. casei	2,36	2,404
4-L. casei	2,56	2,81
5-L. casei	3,596	3,52
6-L. casei	3,49	3,55
7-L. casei	3,45	3,38
8-L. casei	2,97	31
9-L. casei	2,12	1,989
10-L. casei	4,12	4,103
11-L. casei	2,37	3,79
13-L. casei	5,11	5
15-L. casei	2,11	2,08
16-L. casei	4,24	4,055
17-L. casei	1,24	1,43
18-L. casei	2,36	2,72
19-L. casei	5,69	5,495
20-L. casei	5,1	5,101
22-L. casei	2,96	3
23-L. casei	4,99	5,11
24-L. fermentum ATCC 9338	2,33	2,12
26-L. fermentum	1,34	1,22
27- L. helveticus	5,23	5,41

В процессе данной работы пришли к выводу, при воздействии тепловго шока и в норме накопления гена *aro* равномерно (табл. 1).

Таким образом, все штаммы показали хорошие результаты устойчивости к стресс- факторам, которые подвергаются при технологических процессах и в организме человека. При определенном стресс-факторе культуры показывают разные результаты. Но эта разница не столь значительна.

#### *Литература*

1. *Dunne C., Murphy L., Flynn S., O'Mahony L., O'Halloran S., Feeney M., Morrissey D., Thornton*

*G., Fitzgerald G., Daly C., Kiely B., Quigley E. M., O'Sullivan G.C., Shanahan F. & Collins J.K.* // Probiotics: frommythto reality. Demonstration of functionality in animal models of disease and in human clinical trials. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 1999. – 76. – 279–292 с.

2. A new screening method for the selection of *Lactobacillus acidophilus* group lactic acid bacteria with high adhesion to human colonic mucosa / N. Takahashi [et al] // *Biosci. Biotech. Biochem.* – 1996. – Vol. 60. – P. 1434–1438.

УДК 573.222.2.579

## **Изучение нефтеструктивной активности углеводородокисляющих микроорганизмов рода *Dietzia***

Г.С. АПЕНДИНА, РГП «Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан» КН МОН РК, г. Астана Казахстан

Studied the activity of hydrocarbon-oxidizing microorganisms neft- edestruktivnaya kind *Dietzia*, at different grades of oil Dossor, Zhanatalap and Karazhanbas which has a higher paraffin content, and sulfur. Also studied the activity of the cultures of hydrocarbon-oxidizing microorganisms in relation to 10% oil Karazhanbas quality by infrared spectroscopy, and the number of microorganisms in the dynamics of their cultivation. On the basis of these studies should be noted that these cultures of microorganisms possess high oxidative capacity and can be recommended as components of biological products for cleaning the environment from oil and oil products.

Одним из основных нефтедобывающих районов в Западном Казахстане является Мангистауская область, которая расположена на юго-западе Казахстана и занимает площадь 165,6 тыс. кв. км. Территория Мангистауской области по характеру биоклиматических условий относится к пустынной зоне с серо-бурыми почвами. По всей терри-

тории наблюдается большое распространение солончаков, солонцов, соров. Обширные пространства заняты песками. В последние годы одним из наиболее приоритетных загрязнителей окружающей среды является нефть. Ее повсеместная распространенность и негативное воздействие на почвенно-растительный покров, атмосферный

воздух, поверхностные и подземные воды, экологические системы и здоровье населения отмечаются на всех стадиях освоения нефтяных месторождений – от бурения до промышленной переработки, ликвидации оборудования и доставки потребителю [1, 2]. Если еще 10 лет тому назад загрязнение нефтью и нефтепродуктами считалось проблемой импактного загрязнения почв, то в последние годы в связи со всевозрастающими масштабами добычи, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов загрязнение окружающей среды нефтяными углеводородами стало острой экологической проблемой для всех развитых нефтедобывающих стран мира [3, 4].

На территории Мангистауской области разрабатывается газонефтяное месторождение Каражанбас, расположенное на полуострове Бузачи, приблизительно в 200 км севернее г. Актау. Месторождение открыто в 1974 году, когда на глубине 303 метра были обнаружены залежи нефти.

В результате нарушения почвенного покрова усиливаются нежелательные природные процессы: эрозия почв и дефляция [5]. В настоящее время наиболее перспективными в отношении восстановления нефтезагрязненных почв представляются методы биоремедиации с использованием штаммов-деструкторов, способных использовать органические загрязнители в качестве источника углерода. Нефтеоокисляющие штаммы, интродуцируемые в загрязненную почву или воду, должны обладать определенными свойствами: высокой метаболической активностью и скоростью потребления углеводов (УВ) нефти, конкурентной способностью по отношению к аборигенным углеводородоокисляющим микроорганизмам и способностью к длительному выживанию в изменяющихся условиях окружающей среды (биодegradация нефтяных углеводородов) [4].

В связи с этим целью проведенной работы являлись изучение нефтеоокисляющей активности культур углеводородоокисляющих микроорганизмов рода *Dietzia*.

#### **Материалы и методы**

Объектом исследования являлись культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов рода *Dietzia*.

Для определения нефтедеструктивной активности углеводородоокисляющих микроорганизмов со скошенного сухой питательного агара (СПА), выращенных в течение 96 ч при 28 °С, делали смыв стерильной водой (3 мл на косяк) в одну стерильную колбу, из которой в дальнейшем делали

высевы в колбы на 250 мл со 100 мл стерильной среды Ворошиловой-Диановой (В-Д). Инокулят вносили в количестве 3 мл на колбу. После внесения инокулята в колбы со средой Ворошиловой-Диановой (В-Д) добавляли сырую нефть (Доссор, Жанаталап и Каражанбас) в количестве 7 мл и 10 мл. Контролем служила минеральная среда Ворошиловой-Диановой с нефтью без бактерии. Культивирование проводили на шейкере Biosan PSU-20, (Латвия, 2003) при 170 об. / мин при температуре 18 – 20 °С в течение 2, 5, 7, 10 и 14 суток.

Физико-химическая характеристика нефти Доссор – плотность нефти 0,847 кг / м<sup>3</sup>. Нефть малосернистая (0,2-0,22%), малосмолистая (7%), содержит 0,2-2,07% парафина. Физико-химическая характеристика нефти Жанаталап – удельный вес нефти – 0,87 г / см<sup>3</sup>, плотность при 20°С составляет 0,843, вязкость при 0°С 36,4 мм<sup>2</sup>сек. Содержание парафинов – 1,51%, серы – 0,12%, асфальтенов – 0,02%, силикагелевых смол – 5,62%, сернокислых смол – 6%, температура застывания – минус 45°С, температура вспышки – минус 2°С. Физико-химическая характеристика нефти Каражанбас – плотность при 20°С составляет 0,949, масс. %: серы 1,68; смолы 21,6; асфальтены 5,3. Состав нефти по углеводородным ингредиентам, масс. %: парафиновые – 71,0; нафтеновые – 15,1; ароматические – 13,9. Нефть высоковязкая, высокосернистая. Низкая температура застывания от 20<sup>0</sup>–25°С.

Оценку нефтеоокисляющей активности проводили визуально по изменению нефтяной пленки и помутнению среды, а также гравиметрическим методом на аппарате (Сокслета), экстрагировали остаточную нефть гексаном и хлороформом на изсеряли ИК-спектроскопии (США, PerkinElmer), методом препаративного выделения нефти Quant + и QuantС.

Определение численности микроорганизмов судили по числу колониеобразующих (КОЕ / мл) на плотной среде СПА, общепринятыми микробиологическим методам Коха [5]. Математическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета прикладных программ Excel, на персональном компьютере «Pentium-V».

#### **Результаты и обсуждение**

Идея практического использования углеводородоокисляющих микроорганизмов в процессах очистки нефтезагрязненных почв перспективна, и в этом направлении осуществляются обширные исследования по их выделению, созданию специальных коллекций и изготовлению различных

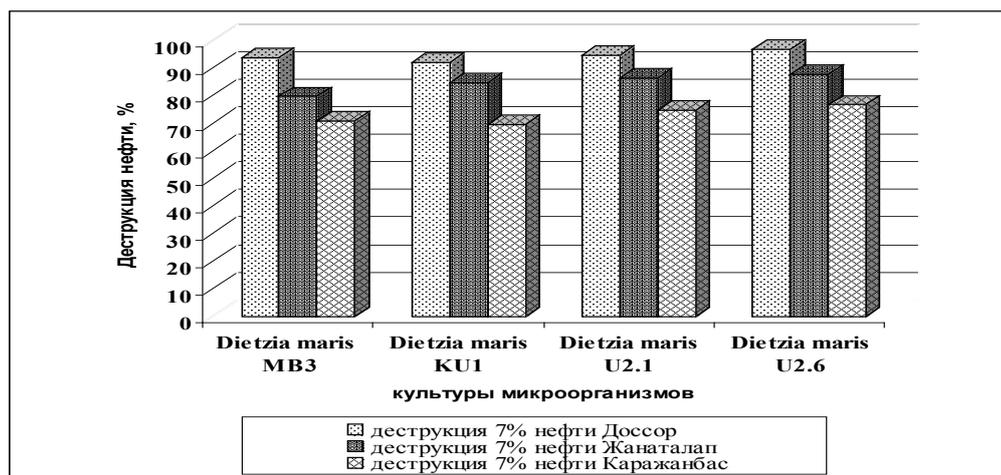


Рис. 1. Биодegradация разных типов нефти

биологических препаратов. Для практического использования углеводородокисляющих микроорганизмов при создании специальных препаратов необходимы активные деструкторы нефти.

Выбранные нами культуры микроорганизмов идентифицированы на основе нуклеотидной последовательности фрагмента гена 16S rRNA [6].

Ранее было установлено, что исследуемые микроорганизмы-деструкторы при культивировании их на агаризованных питательных средах способны к росту в парах различных углеводов. В связи с этим была предпринята попытка изучения отобранных культур углеводородокисляющих микроорганизмов, деструктурирующих на разных сортах нефти Доссор, Жанаталап и Каражанбас, которые отличаются более высоким содержанием парафинов и серы. Деструкцию нефтеокисляющих культур изучали в жидкой минеральной среде с добавлением нефти в качестве единственного источника углерода и энергии в течение 14 суток. В качестве объектов исследования использовали 4 наиболее активные культуры микроорганизмов рода *Dietzia*: *Dietzia maris* MD3, *Dietzia maris* KU1, *Dietzia maris* U2.1 и *Dietzia maris* U2.6

Утилизацию нефти определяли гравиметрическим методом на 14-е сутки культивирования. Результаты по биодegradации исследуемых микроорганизмов на разных сортах нефти приведены на рисунке 1.

При выращивании культур микроорганизмов на среде Ворошиловой-Диановой (ВД) с добавлением Доссорской нефтью в качестве единственного источника углерода и энергии на 14-е сутки

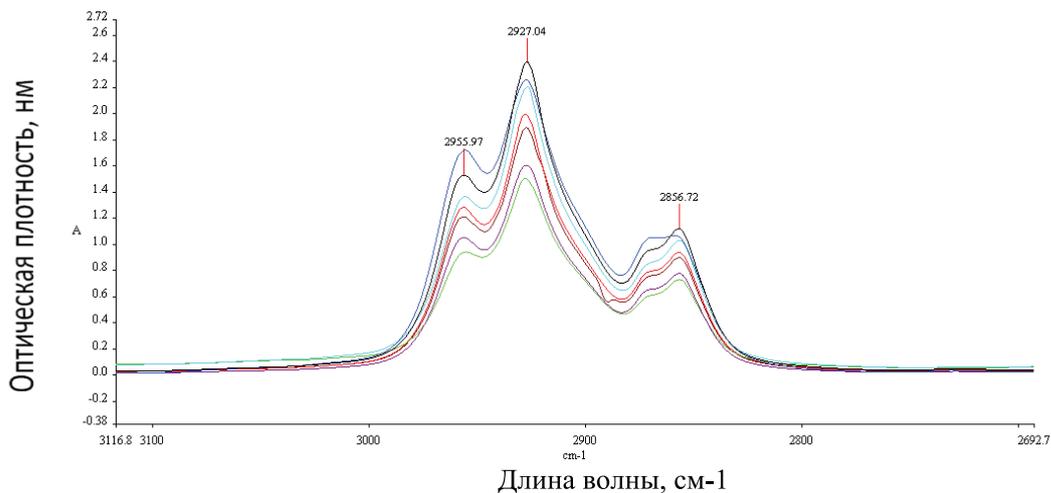
наблюдалось значительное потребление нефти. Однако уровень деструкции активности был различен. Известно, что нефть месторождения Доссор по плотности относится к легкому типу. Для исследуемых микроорганизмов этот тип нефти оказался легкоусвояемым субстратом, деструкция нефти составила от 92,1 до 96,5%.

При культивировании микроорганизмов на нефти Жанаталап (7 мл) на 14-е сутки наблюдалось незначительное потребление нефти. Кроме того, культуры различались между собой по активности потребления нефти. Деструкция сырой нефти за 14 суток составила от 79,6% до 87,5% нефти.

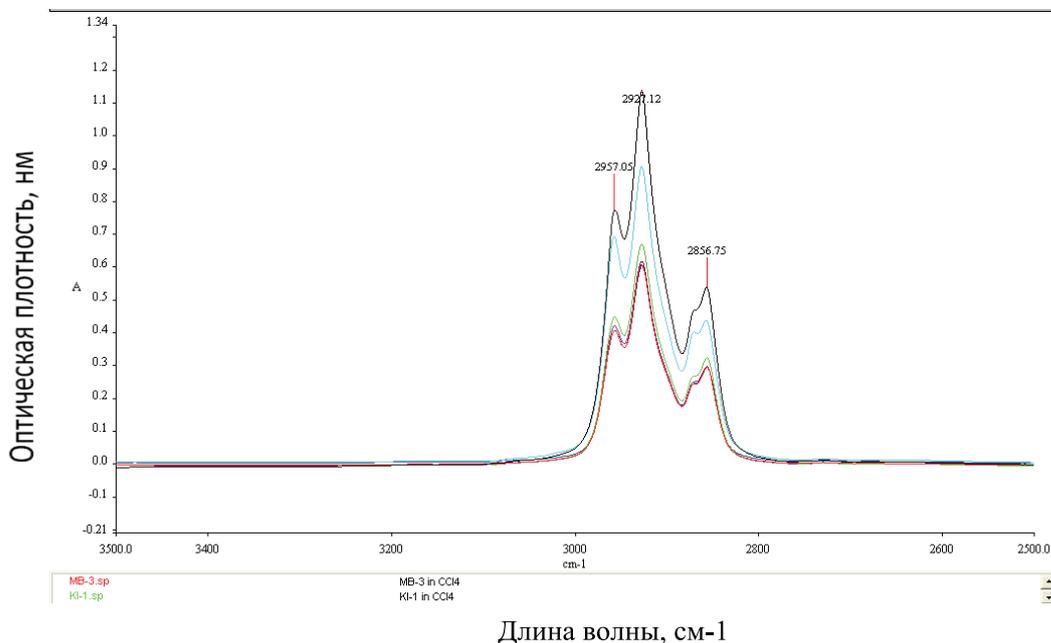
При потреблении более тяжелой нефти Каражанбас, по сравнению с предыдущими, плотность составляет 0,949, масс, деструкция исследуемых снизилась на 19–22%, культур углеводородокисляющих микроорганизмов утилизировали от 69,4% до 76,6% нефти.

На основании проведенных исследований следует отметить, что данные культуры микроорганизмов (*Dietzia maris* MD3, *Dietzia maris* KU1, *Dietzia maris* U2.1 и *Dietzia maris* U2.6) обладают высокой окислительной способностью по отношению к трем сортам нефти Доссор, Жанаталап Каражанбас.

Также нами изучена углеводородокисляющая активность 4 культур микроорганизмов методом ИК-спектроскопии в динамике их культивирования. Под действием микроорганизмов изменился качественный состав нефти. ИК-спектроскопия нефти 10% Каражанбас представляет собой типичный спектр высших углеводов [7].



Культивирование на 2-е сутки



Культивирование на 14-е сутки

Рис. 2. ИК–спектральный анализ нефти после культивирования углеводородокисляющих микроорганизмов

Так, в области 2500 – 3500 см – прописываются полосы симметричных (2869,0 см) и антисимметричных (2955,97 см) валентных колебаний концевых  $CH_3$  групп. Результаты регистрировали на 2, 5, 7, 10 и 14-е сутки культивирования

Наименьшая высота пика показывает наименьшее содержание нефти или наиболее сильную деструкцию нефти (рисунок 2).

Как видно на рисунке 3, в контрольной пробе на протяжении 14 суток нами не наблюдалась деструкция нефти. На 2-е сутки культивирования степень деструкции нефти углеводородокисляющими микроорганизмами составила от 27 до 45%, при этом высокий процент утилизации нефти отмечен у штамма *Dietzia sp.* U2.6. На 5-е сутки культивирования степень утилизации нефти

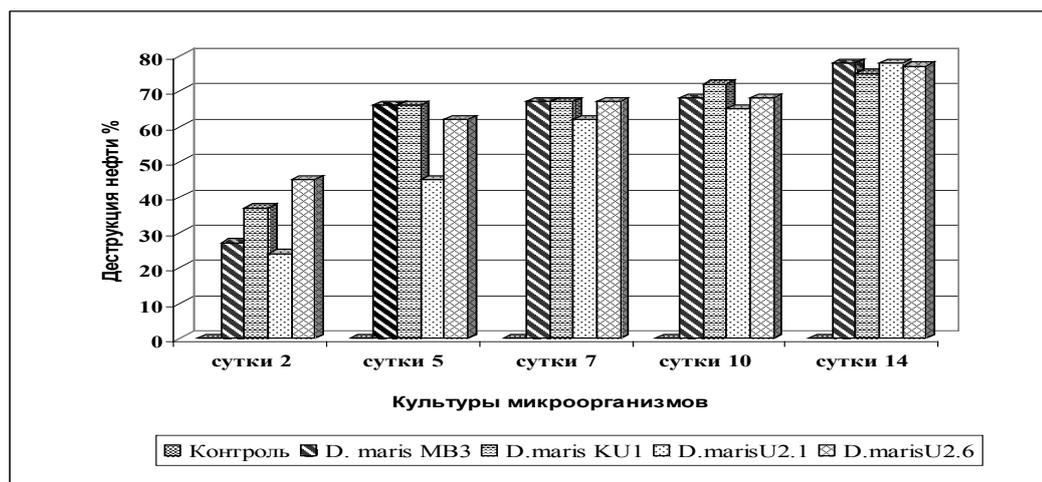


Рис. 3. Утилизация 10%-й нефти Каражанбас углеводородоокисляющими микроорганизмами методом ИК – спектроскопий

Таблица 1. Изменение численности углеводородоокисляющих микроорганизмов при культивировании их на жидкой минеральной среде В-Д с добавлением 10% сырой нефти месторождения Каражанбас, КОЕ / мл

№	Наименование штаммов	Сутки					
		Исходный	2 сутки	5 сутки	7 сутки	10 суток	14 суток
1	D. maris MB3	$3,7 \pm 0,2 \times 10^7$	$1,3 \pm 0,1 \times 10^7$	$3,0 \pm 0,3 \times 10^8$	$4,0 \pm 0,1 \times 10^8$	$3,7 \pm 0,9 \times 10^7$	$2,2 \pm 1,08 \times 10^7$
2	D. maris KU1	$4,7 \pm 0,8 \times 10^7$	$2,2 \pm 0,7 \times 10^7$	$3,1 \pm 0,2 \times 10^7$	$6,3 \pm 0,9 \times 10^7$	$4,9 \pm 0,2 \times 10^7$	$2,4 \pm 0,2 \times 10^7$
3	D. maris U2. 1	$2,6 \pm 0,1 \times 10^8$	$1,8 \pm 0,1 \times 10^7$	$3,4 \pm 0,7 \times 10^7$	$2,9 \pm 0,5 \times 10^7$	$2,3 \pm 0,5 \times 10^7$	$1,5 \pm 0,1 \times 10^7$
4	D. maris U2. 6	$3,3 \pm 0,1 \times 10^8$	$2,5 \pm 0,1 \times 10^7$	$4,2 \pm 0,3 \times 10^8$	$1,4 \pm 0,1 \times 10^8$	$3,4 \pm 0,2 \times 10^8$	$3,6 \pm 1,1 \times 10^8$

штаммами составила от 51 до 66%. У штаммов *Dietzia sp.* MB3 и *Dietzia maris* KU1 наблюдали высокий процент утилизации 66% по сравнению со штаммом *Dietzia sp.* U2.6. На 7-е сутки культивирования деструкция нефти у культур микроорганизмов *Dietzia sp.* MB3, *Dietzia maris* KU1 составила одинаковый процент утилизации нефти 67%.

На 10-е сутки культивирование наибольшую деструкцию нефти показал штамм *Dietzia maris* KU1 (72%), наименьшую деструкцию показал штамм *Dietzia maris* U2.1 (65%) и одинаковый процент утилизации нефти показали штаммы *Dietzia maris.* MB3 и *Dietzia maris* U2.6, деструкция составила 68%.

На 14-е сутки культивирования деструкция нефти культурами микроорганизмов составила от 75 до 78%.

Результаты изучения деструктивной активности у культур углеводородоокисляющих микроорганизмов по отношению к 10%-й сырой

нефти Каражанбас качественным методом ИК-спектроскопии в культуральной жидкости штаммом свидетельствовали о высоком окислении нефти.

При этом нами определялась динамика численности углеводородоокисляющих микроорганизмов на исходные, 2, 5, 7, 10 и 14-е сутки. Исходная численность углеводородоокисляющих микроорганизмов составила от  $3,7 \pm 0,2 \times 10^7$  до  $3,3 \pm 0,1 \times 10^8$  КОЕ / мл.

Данные по изучению динамики численности углеводородоокисляющих микроорганизмов представлены в табл. 1.

Так, определение численности культур углеводородоокисляющих микроорганизмов при культивировании их на жидкой минеральной среде В-Д с добавлением 10%-й сырой нефти показало, что уже на 2-е сутки культивирования титр клеток у культуры микроорганизмов снижается. На 5-е и 7-е сутки культивирования существенного снижения титра клеток не происходит.

Также при определении титра клеток на 10-е и 14-е сутки культивирования нами было выявлено, что титр клеток у всех исследуемых углеводородоокисляющих микроорганизмов снизился на 1 порядок по сравнению с исходным показателем.

Из полученных данных следует, что изучаемые углеводородоокисляющие микроорганизмы обладают высокой нефтеструктивной активностью [8, 9]. Весьма вероятно эти бактериальные культуры максимально могут проявить свои метаболические свойства в консорциумах и их можно будет рекомендовать как компоненты биологических препаратов для очистки среды от углеводов.

#### *Литература*

1. Мурзагалиев Р.С. Особенности геологического строения и разработки нефтяного месторождения Каражанбас // Геология нефти и газа. – 2003. – №2. – 26 – 29 с.
2. Стабникова Е.В., Селезнева М.В., Рева О.Н., Иванов В.Н. Выбор активного микроорганизма-деструктора углеводов для очистки нефтезагрязненных почв // Прикладная биохимия и микробиология. – 1995. –Т. 31. №5. – 534 –539 с.
3. Rahman K.S.M, Thahira-Rahman J, Lakshmanaperumalsamy P., Banat I.M. Towards efficient crude oil degradation by a mixed bacterial consortium // Bioresource Technology, 85 (2002). – P. 257–261.
4. Cirigliano M.C., Carman G.M. Isolation of bioemulsifier from *Candida lipolitica* // Appl. And Environ. Microbiol. – 1984. – P. 747–750
5. Практикум по микробиологии. // Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1976. –307 с.
6. [www.ncbi.nlm.gov/BLAST/](http://www.ncbi.nlm.gov/BLAST/)
7. Jill E. Clarridge III Impact of 16S rRNA Gene Sequence Analysis for Identification of Bacteria on Clinical Microbiology and Infectious Diseases // Clinical Microbiology Reviews, Oct. 2004. – P. 840–862.
8. Wei O.F., Mather R.R., Fotheringham A.F. Oil removal from used sorbents using a biosurfactant // Bioresource Tehnology. – 2005. – Vol. 96. – P. 331–334.
9. Методические рекомендации к постановке исследований по оценке вирулентности штаммов-продуцентов микроорганизмов, предназначенных для получения продуктов микробиологического синтеза. – М., 1982.

УДК 628.312.54

## Биологическая очистка сточных вод картофелеперерабатывающих предприятий

Д.К. САТЫБАЛДИЕВА, Э.Б. ШАРШЕЕВА, Кыргызский  
государственный университет строительства, транспорта  
и архитектуры

Э.Т. ТОКТОРАЛИЕВ, Институт водных проблем НАН КР

In the article the basic problems of industrial sewage in potato-processing industry and ways of their solving are considered.

В настоящее время во многих населенных пунктах, а также на промышленных предприятиях наблюдаются случаи незаконного сброса неочищенных сточных вод. Это связано с тем, что многие очистные сооружения работают неэффективно, ввиду отсутствия в их схеме устройств биологической очистки сточных вод.

Способы биологической очистки сточных вод от биогенных элементов делятся на две группы: метод с использованием взвешенной культуры ила; метод с использованием прикрепленной культуры биопленки. В каждой группе можно выделить отдельные и комбинированные системы очистки.

В основе процессов биологической очистки сточных вод лежит биохимическое окисление органических загрязнений микроорганизмами активного или в аэробных или анаэробных условиях. Участвуя в конструктивном и энергетическом обмене живой клетки, органические вещества сточных вод претерпевают сложные химические и биологические превращения. В результате катаболических процессов происходит распад этих веществ с образованием более простых органических низкомолекулярных соединений, часть которых подвергается дальнейшему окислению до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с выделением энергии или превращается в продукты метаболизма, а другая часть используется для биосинтеза в процессах анаболизма.

В технологии биологической очистки сточных вод наибольшее применение получил аэробный метод. Несмотря на длительный опыт применения этого метода, он продолжает совершенствоваться: разрабатываются новые типы сооружений и модифицируются известные конструкции. В новых разработках заметна тенденция к развитию комбинированных сооружений, принцип действия которых совмещает ряд технологических процессов.

В анаэробной очистке основная часть загрязнений сточных вод в результате брожения преобразуется в метан и диоксид углерода. На следующей, аэробной, стадии очистки удаляются оставшиеся загрязнения. Для большинства типов сточных вод пищевой промышленности БПК – более чем на 99 % [1, 2].

Особенностью процесса является возврат избыточного аэробного ила в анаэробную стадию обработки. Ил разлагается и стабилизируется, что уменьшает общий объем избыточного ила и увеличивает выход газа. Для картофелеперерабатывающих производств выход метана составляет 320 м<sup>3</sup> / т ХПК. Стоимость производимого метана покрывает значительную часть эксплуатационных затрат. В зависимости от характеристики сточных вод и величины очистных сооружений их самоокупаемость составляет от 2 до 10 лет.

Схематически процесс показан на рисунке. Входящая в очистные сооружения сточная вода проходит через теплообменник, где нагревается до 36 – 37°C, затем попадает в анаэробный резервуар (3), смешивается с микроорганизмами. В результате метанового брожения основная часть фракций органического материала преобразуется в смесь метана и диоксида углерода, которая через трубопровод (8) удаляется на сжигание. Сток аэробного резервуара, смесь обработанной сточной воды и анаэробных микроорганизмов, поступает в отстойник, в котором часть твердых частиц оседает и перекачивается в анаэробный резервуар для повторного цикла очистки. Более легкие частицы вместе с водой поступают в первичный отстойник аэробного ила (бассейн с перемешивающим устройством). После предварительной аэробной очистки вода поступает во вторичный отстойник, где происходит окончательная аэробная очистка. Очищенная вода удаляется через трубопровод. Часть аэробного ила вновь поступает в первичный отстойник для повторной обработки, а избыточный ил перекачивается в анаэробный резервуар и вновь перерабатывается. Стабилизированный ил постепенно удаляется из анаэробного резервуара.

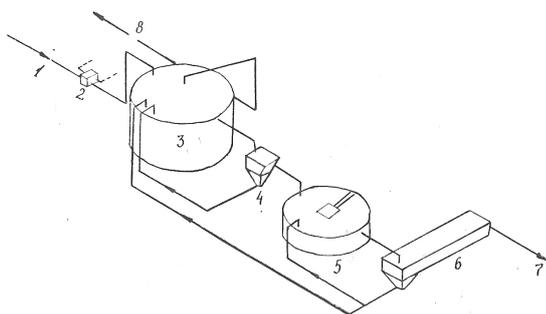


Рис. Схема биологической очистки сточных вод  
1–поступающая сточная вода; 2– теплообменник;  
3 – анаэробный резервуар; 4–отстойник  
анаэробного ила; 5 – первичный отстойник  
аэробного ила, бассейн с перемешивающим  
устройством; 6–вторичный отстойник аэробного  
ила; 7–удаляемая очищенная вода; 8–биогаз  
на сжигание

Баланс биологически разлагающихся углеродистых соединений в процессе:

Анаэробная очистка	
В поступающей сточной воде	100
Метан и диоксид углерода	80–90

В избыточном иле	≤5
Анаэробная очистка	
Диоксид углерода	≥5
В очищенной воде	≤1

Все сточные воды, БПК<sub>7</sub> которых превышает 1000 мг / л, пригодны для обработки воды. По этому методу сконструированы очистные сооружения завода по производству картофельных хлопьев. В качестве биологически разлагающихся углеродистых соединений в его сточных водах содержатся крахмал и картофель.

Сточные воды предприятия характеризуются следующими показателями [3]:  
сток–14 м<sup>3</sup>/ч; БПК<sub>5</sub> – 2300 кг в 1 день;

ХПК – 4140 кг в 1 день; температура – 20 °С.

Эффективность очистки сточных вод производства:

Входная характеристика сточных вод анаэробного 6250 процесса, БПК<sub>5</sub> мг / л.

Выходная характеристика сточных вод анаэробного 938 процесса, БПК<sub>5</sub> мг / л

Характеристика сточных вод вторичного, аэробного, 90 отстойника, БПК<sub>5</sub> мг / л.

Производство газа, м<sup>3</sup> в 1 день 1930

Содержание метана, % 60

Производство избыточного ила, кг ТВ в 1 день 200

Анаэробная очистка уменьшает БПК<sub>5</sub> на 85%, аэробная – на 13%, а общее уменьшение БПК<sub>5</sub> – 98 %.

Экономия электроэнергии по сравнению с аэробным процессом составляет 11 630 кВт / день.

Метод биологической очистки сточных вод целесообразно использовать при разработке и реконструкции очистных сооружений предприятий пищевой промышленности.

Применение установок позволит очищать сточные воды, сбрасываемые в водоемы, до концентрации загрязнений, не превышающих допустимые нормы.

### Литература

1. Петюшев Н.Н., Литвяк В.В., Зайченко Д.А. Технология производства концентрата на основе картофеля // Техника и технология пищевых производств. – Могилев, 2006. – С. 75–79.
2. Хваткин Н.Г., Пономарев А.Ф. Справочник по контролю качества картофеля, плодов и овощей. – М.: Колос, 1972. – 360 с.
3. Маханов Р.М., Мазур А.М., Ковганко Р.Л. Производство картофелепродуктов. Справочник. – М., 1987. – 274 с.

УДК 502.6:796.5

## Геоэкологические проблемы рекреации в Кыргызской Республике

---

Э.Т. ТОКТОРАЛИЕВ, Институт водных проблем,  
гидроэнергетики НАН КР

М.Т. БЕРДИЕВА, Кыргызский государственный университет,  
строительства, транспорта и архитектуры

---

Geoeological conditions of recreation objects are given. Conditions and problems of the industry development in Kyrgyz Republic are considered.

Как известно, наша страна претерпевает переходный период – от президентского к парламентскому правлению. При этом актуальным является развитие отраслей народного хозяйства, в том числе и туризма, который определен одним из приоритетных направлений.

Республика обладает уникальными природными ресурсами, создающими благоприятные условия для развития рекреации и туризма. Нерешенным остается правильная организация и управление этой отраслью. Недостаточно развита информационная служба, тормозящим фактором является нестабильность в нашей стране.

Ситуация усугубляется недостаточной развитостью материальной базы и инфраструктуры для обслуживания приезжающих.

На основе анализа множества признанных туристских зарубежных стран (таких, как Швейцария, Германия, Китай, Египет и др.), определивших туризм своей главной ведущей отраслью, выявлена значимость развитости социально-духовной нравственности народа как один из определяющих аспектов туристской деятельности. Определенное место отводится искусству и культуре, которые стимулируют туристский поток. Организация различных выставок, проведение концертов и фестивалей являются мощным сти-

мулом для развития туризма и проведения культурного отдыха. Для этого следует развивать строительство театров, концертных залов, домов культуры, чтобы отдыхающие имели возможность посещать их.

Изучение субъективных мнений отдыхающих позволило выявить объективные стороны отдыха в КР. Для отдыхающих немаловажное значение имеет обслуживание. Так, социологические исследования указывают на низкий уровень обслуживающего персонала, что, как правило, в какой-то степени отражается на продолжительности пребывания отдыхающих.

По данным Статкома Кыргызстана, количество иностранных туристов, прибывших в Кыргызстан за последний год, составляло 2146,7 тысячи человек, из них почти половина (1036,3 тысячи) приехали из Казахстана. На втором месте – туристы из Узбекистана (474,8 тысячи), на третьем – прибывшие из России (157 тысяч человек).

По данным Ассоциации гостиничного и ресторанного бизнеса в Кыргызстане, доходы от посещений иностранными туристами Кыргызстана в 2010 году составили \$271.

В настоящее время отдых в нашей стране является непродолжительным – от 10 до 15 дней (около 53 %). При анкетировании 33 % опрошен-

ных указывают на необходимость улучшения культурно-бытового и медицинского обслуживания. Далеко не всем отдыхающим известно наиболее благоприятное время для “загара”, и среди них часто встречаются люди, получившие ожоги кожи.

Для улучшения питания отдыхающих предполагается расширить строительство на побережье столовых, кафе, ресторанов и организовать снабжение свежими продуктами питания, в том числе прохладительных напитков и газированной воды. Предложения отдыхающих (в 67 %) – это демонстрация развлекательных программ, проведение экскурсий на пароходах, регулярное обеспечение газетами, журналами, настольными играми, лодками и катерами, а также организация регулярной демонстрации кинофильмов, телепередач, телефонизации, библиотечного обслуживания.

Совместно с материально-технической базой благоприятные возможности для посещения зон отдыха создают культурно-исторические условия. В качестве этих условий выступают памятники культуры, истории, архитектуры, археологии, искусства, религии, объекты и явления современности и, как указано выше, культура и быт народа. Всего, если взять в качестве примера Иссык-Кульскую область, учтено несколько тысяч памятников истории и культуры. Из них под государственной охраной находится 320 объектов: 197 – археологических, 24 – исторических, 35 – архитектурных и 64 – монумента. Такое большое количество культурно-исторических объектов вместе с шестью музеями благоприятствует развитию рекреации и туризма. Большой популярностью пользуются скалы Джеты-Огуз и водопад Барскаун.

По мнению ряда ученых [4, 8, 15, 20], для улучшения уровня обслуживания необходима подготовка туристских кадров. При обучении специалистов в учебных планах целесообразно иметь такие предметы, как «Изучение родного края», «История памятников культуры» и т. д.

В природном отношении Кыргызстан не представляет собой единое целое, наоборот, ему присущи глубокие региональные различия. Контрастность ландшафтов обусловлена большой абсолютной высотой горного края, его сложным геологическим и орографическим строением.

При определении места отдыха и туризма рекреантами учитываются красота и неповторимое разнообразие, экзотичность и уникальность

местности, наличие бальнеологических ресурсов и благоприятных климатических условий, богатство и разнообразие растительного и животного мира.

Экологические интересные объекты можно встретить в окрестностях г. Майлы-Сай. По таким техногенным участкам можно организовать интересные экологические маршруты не только среди туристов, но и среди местного населения и школьников, такой подход способствует углублению экологических знаний. Самые интересные туристические маршруты в пределах орехо-плодового леса. Особенно в зонах реликтового орехового леса и леса хвойных пород. Туристические маршруты можно организовать в пределах субальпийских, альпийских и нивально-гляциальных зонах, также по городам и селам, по архитектурно-историческим памятникам.

Исследуемый объект богат уникальными, историческими, культурными рекреационными ресурсами, что позволяет развитию разных типов рекреации. Несмотря на разнообразия рекреационных ресурсов, основным направлением Джалал-Абадского региона является лечебно-оздоровительная. Она развивается на основе минеральных источников, лечебной грязи и климатотерапии. В пределах долины встречаются минеральные источники, отличающиеся по химическому составу и физическим свойствам от других минеральных источников Кыргызстана. Это минеральные источники Джалал-Абад, Кочкор-Ата, Майлы-Сай, Чангыр-Таш. На основе Кочкор-Атинских и Майлы-Сайских минеральных источников работают оздоровительные центры местного значения. В данное время используется только 5% воды. В регионе встречаются джалал-абадские и арсланбабские лечебные грязи. Из них широко используется джалал-абадские лечебные грязи. Арсланбабская лечебная грязь пока еще не применяется, на ее базе можно построить курорт местного значения. И первый из них – в орехово-плодовых лесах, создающих на склонах Ферганского хребта красивейшие и величественные горные ландшафты мира, простираясь более чем на 70 тыс. гектаров, расположенных на высоте от 1200 – 2000м над уровнем моря.

Основной ландшафт южного региона состоит из 30 видов древесных пород, 80 видов кустарников, из травянистых растений 900 видов, многие из них относятся к реликтам Тургайской флоры. Животный мир включает более 40 видов млекопитающих, 150 видов птиц, много видов

пресмыкающихся и насекомых. Основные обитатели этих ландшафтов – дикобраз, красный сурок, медведь, лиса, волк, рысь, заяц, косуля, горный барс. Из птиц – улар, куропатка, голубь, грифы и орлы. Орехово-плодовые леса в основном используются в народно-хозяйственных и рекреационных целях.

Приоритетным в этом случае считается отдых в горах, что дает возможность создания горных курортов с круглогодичной эксплуатацией [1, 2, 4, 6, 8]. К недостаткам этого варианта относится дороговизна строительства учреждений отдыха и их эксплуатация. По сравнению с морским рекреационным районом горный является более капиталоемким, и организация его сложнее. Удорожание рекреационного строительства, связанное с трудностями, обусловленная особенностями горных ландшафтов, компенсируется не только за счет более высокого качества природной среды горных пространств и благотворного их влияния на здоровье рекреантов, но и благодаря такому особому ресурсу, присущему горному ландшафту, как “третье измерение” – вертикаль.

С целью сохранения экологического равновесия и управления туристскими потоками в современном мире используется “визитный менеджмент”, который контролирует время поездок (максимальную деятельность пребывания, время посещения), виды посещений, интенсивность использования района. Ограничительные меры воздействия на окружающую среду зависят не только от стоимости путешествий, но и от государственных указов, информационного обеспечения рекреантов “о соблюдении правил природопользования”.

Таким образом геоэкологическая обстановка рекреационных ресурсов в нашей стране нельзя сказать, что не отвечает требованиям. Хотя есть факторы, тормозящие развитию этой отрасли. Важным является организация и регулирование этой деятельности, к которой можно отнести слабое развитие материальной базы, инфраструктуры туризма, хотя природные ресурсы обладают необходимыми условиями для его развития.

#### Литература:

1. Воздействие человека на экологические системы // Сб. / Ред. Н. Филипповский. – М.: Знание, 1980. – 95 с.
2. Вопросы развития туризма // Сб. ст. / Отв. ред. В.П. Пачулина. – Сухуми: Алашара, 1973. – 131 с.
3. Гуляев В.Г. Организация туристской деятельности. – М.: Номидж, 1996. – 312 с.
4. Жыргалбеков Т.Ж., Лунькин Ю.М. Туризм в Кыргызстане. – Бишкек: Кыргызстан, 1993. – 208 с.
5. Кривошеев В.М. Экономика туризма // Вопросы экономики. – 1965. – № 4.
6. Криницкая Р.Р. Структурно-функциональные особенности некоторых компонентов лесных экосистем Прииссыккуля // Сб. ст. – Фрунзе: Илим, 1984. – 160 с.
7. Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов. – М.: Мысль, 1972. – 303 с.
8. Мироненко Н.С., Твердохлебов И.Т. Рекреационная география. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 207 с.
9. Полетаев П.И., Швецов М.М. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды. – М.: Знание, 1982. – 64 с.
10. Проблемы геоэкологии и природопользования горных территорий // Доклады [Отв. ред. С. У. Умурзаков]. – Фрунзе: Илим, 1990. – 289 с.
11. Проблемы развития индустрии туризма. // Сб. ст. [Под ред. П. Г. Олдака]. – Новосибирск, 1970.
12. Проблемы туризма и охраны природы. // Сб. ст. [Ред. Н. Филипповский]. – М.: Знание, 1978. – 95 с.
13. Проект сохранения биоразнообразия КР. – Бишкек, 1998. – 80 с.
14. Рекреационное использование лесов // С.А. Генсирук, М.С. Нижник, Р.Р. Возняк. – Киев: Урожай, 1987. – 245 с.
15. Рекреация и охрана территорий / Отв. ред. В.В. Воробьев, С.В. Рященко. – Иркутск, 1988. – 128 с.
16. Ремизов Л.П. Отдых на горных лыжах. – М.: Профиздат, 1989. – 295 с.
17. Ретиас Э. Устойчивость почв насаждений к рекреационному воздействию // Экологическая оптимизация агроландшафта. – М., 1987. – С. 79–81.
18. Туризм в Кыргызстане: проблемы, пути решения // Сб. ст. – Бишкек, 2001. – Ч. 1. – 203 с.
19. Туризм в Кыргызстане: проблемы, пути решения // Сб. ст. – Бишкек, 2001. – Ч. 2. – 184 с.
20. Уонг П.Х.М. Оценка рекреационных ресурсов Кубы: Дис. ... канд. географ. наук. – Харьков, 1982. – 22 с.
21. Физическая география Прииссыккуля // Сб. ст. / Работы Тянь-Шаньской физико-географической станции [Ред. Р. Д. Забиров]. – Фрунзе: Илим, 1970. – 151 с.
22. Филипповский Н.Н. Рекреация и природа // Сб. ст. – М.: Знание, 1987. – 93 с.
23. Харрис Г.К., Кеннет М. Стимулирование международного туризма в XXI в. / Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 238 с.

24. *Хромов Ю.Б.* Организация систем отдыха, туризма и охрана природной среды на Севере. – Л.: Стройиздат, 1987. – 200 с.
25. *Царфис П.Г.* Рекреационная география СССР: Курортологические аспекты. – М.: Мысль, 1979. – 311 с.

УДК: 621.039.52(04)

## Топливная напряженность на ТЭЦ Бишкека

А.И. СУЛЕЕВ, к. т. н.

Power value of fuel types of various heating capacity are quantitatively estimated. The technological decision on coal gasification was offered. Due to the heating growth per 1 kg of the kara keche's coal to 64% by burning of the producer gas, it's possible to make with the help just by the gasification model tyl-98, 0-3,0. The heating substitutes more than 45% of black oil of an annual consumption, due to this \$13, 0 mln save annually.

Ежегодно ТЭЦ закупает около 600,0 тыс. тонн угля: 500,0 тыс. тонн шебаркульского; 100,0 тыс. тонн с разреза Кара-Кече и для доведения температуры в котлах до проектной приобретает ещё 43,6 тыс. тонн мазута[1] – на растопку котлов, на подсветку угольного факела и компенсацию недостающего количества температуры при сжигании местного угля.

Совместное сжигание угля с мазутом приводит[2] к возрастанию мехнедожога топлива (повышается в 2–3 раза), снижению КПД – брутто (отношение полезно выработанной энергии ко всей затраченной), повышению выбросов оксидов азота в 1,5 раза, оксидов серы на 20 – 30% и других химических вредных выбросов. Далее, совместное сжигание твердого и жидкого топлива приводит к ускорению высокотемпературной коррозии поверхностей нагрева и сокращению срока службы стационарного оборудования. Поэтому решения поставленных задач, кроме улучшения режима работы котлов и оборудования, позволят достигнуть значительного экономического эффекта на ТЭЦ.

В сложившейся ситуации задача увеличения доли использования местного угля и повышения его отдачи, сокращения затрат на за-

возного энергоносителя приобретает значение стратегической, и в этом направлении самым перспективным считается не прямое сжигание, а газификация углей. Газификация местного угля позволит извлечь и утилизировать из него генераторный газ и использовать уже в качестве топлива на ТЭЦ.

При проведении энергетического обследования (энергоаудита) производится оценка эффективности использования всех видов топлива и каждого в отдельности. Для сопоставления энергетических ценностей шебаркульского с углями Кара-Кече, а также самих углей с мазутом (в дальнейшем и с газом), суммарного учета их наличия на складе (запасов), оценки эффективности их использования все виды топлива приводятся к одному количественному измерению – условное топливо, теплота сгорания которого  $Q_{у.т.} = 29,31$  мдж / кг. По своей энергетической ценности тонна у. т. равна тонне угля с низшей теплотой сгорания (теплотворная способность) 7,0 тыс. ккал / кг. Последняя величина теплоты сгорания – базовая или константа. В условные все виды топлива пересчитываются по их фактически калорийным эквивалентам, определенным как отношение низшей теплотворной способности рабочего топлива

Таблица 1

## Перевод метрических тонн топлива на т. у. т.

N пп	Виды топлива на ТЭЦ	Теплотворная способность, ккал / кг	Калорийный эквивалент, К	Количество приобретаемого топлива		
				Тонн (метри- чес. )	Т. у. т	%
1	Т. у. т.	7000,0	1,0	-	-	-
2	Шебаркульский уголь	5500,0	0,786	500000,0	393000,0	75,4
3	Уголь Кара-Кече	4900,0 <sup>1</sup>	0,7	100000,0	70000,0	13,4
4	Мазут	9400-9600	1,343	43600,0	58555,0	11,2
Всего					521555,0	100,0

<sup>1</sup> в [3] на стр. 195 концерн “Кыргызкомур” приводит норму низшей теплоты сгорания в 4890–4900 ккал / кг.

к теплотворной способности 1 кг условного топлива, или калорийный эквивалент ( $K$ ) определяется по формуле

$$K = Q_{рт} / 7000,$$

где  $Q_{рт}$  – средняя теплотворная способность рабочего топлива.

Полученные количества условного топлива (столбец 6 табл. 1) отражает данные о расходе (учет и нормирование) уже не в натуральных единицах рабочего топлива различной теплотворной способности, а в тепловом эквиваленте; в столбце 7 табл. 1 приведены доли, фактически по калорийности приходящиеся на каждый вид топлива в обобщенном балансе энергоресурсов. Переведенное в условное каждый вид топлива приобретает количественный эквивалент, и становится возможным проводить адекватные сопоставления по сумме отдаваемого тепла; решать поставленные задачи по сокращению затрат на приобретение отдельного вида энергоносителя.

Следовательно, для ТЭЦ Бишкека ежегодно поставляемого угля Кара-Кече требуется 521,6 тыс. тонн у. т., из которых каждый вид топлива вносит свою долю по теплу, например, только 13,4% может отдать местный энергоноситель в общий баланс. Отсюда вся вырабатываемая тепловая и электрическая энергия на ТЭЦ будет исходить из обобщенного показателя потребляемого т. у. т. энергоресурсов, при котором удается сохранить калорийный баланс составляющих по видам топлива. Причем отметим, изменение количества теплоты сгорания любого из составляющих приведет к нарушению калорийного баланса по теплу и вынуждено будет за счет дополнения или сокращения тонны у. т. остальных составляющих восстанавливать баланс. Отсюда увеличение доли местного твердого топлива (13,4%) потребует

адекватного дополнения по теплу более дорогого в цене мазута. При таком подходе возможности снижения топливного потенциала или увеличения доли местного угля ограничены в ближайшие годы или не предвидится на обозримую перспективу!

Для снижения количества завозимого топлива и потенциала в энергосбережении, улучшения режима работы котлов и снижения вредных выбросов предлагается новое технологическое решение – единственный путь эффективного и с наращиванием доли использования местного угля – это газификация местного бурого угля с целью получения генераторного газа для замещения энергетической ценности по теплу дорогостоящего мазута. Рассмотрим, что может дать ТЭЦ Бишкека по теплу, если провести газификацию всего количества поставляемого угля Кара-Кече (100 тыс. тонн) и использовать весь объем полученного генераторного газа в качестве топлива.

По данным Министерства энергетики США, ряда энергетических компаний Японии и Китая, отдача с тонны угля увеличивается на 60 %, если сжигать генераторный газ полученного от его газификации вместо прямого сжигания угля в котлах-утилизаторах [4]. Объяснение простое – КПД действующих ТЭЦ на углях не превышает 24 – 25%, остальные 75% – потери (ТЭЦ Бишкека не исключение), а использование генераторного газа в газопоршневых двигателях для выработки электричества и тепла – КПД такой ТЭЦ (когенерация) превышает 85 – 92% (разница более 60%), потери всего = 10%.

От завода YIFA (КНР) по газификации твердого топлива имеем следующие нормы (выходные параметры газогенератора TYL-98,0 – 3,0): при газификации угля (любого твердого топлива) с теплотворной способностью 5500 ккал / кг и выше с каждого кг угля утилизируется 3,2 и более

Таблица 2

Сравнения выходных показателей

N пп	Виды закупаемого топлива	Количество до газификации		Результат после газификации		Эффект отдачи с кг угля %
		Т. у. т	%	Т. у. т.	%	
1	Шебаркульский	393000,0	75,4	393000,0	67,0	
2	Уголь Кара-Кече	70000,0	13,4	193104,0	33,0	$(193104-70000) \times 100\% / 193104 = 63,75\%$
3	Мазут	58555,0	11,2	-	-	
4	Итого	521555,0	100,0	586104,0	100,0	

м<sup>3</sup> генераторного газа; при угле 4500– 5000 ккал / кг норма выхода около 3,0 м<sup>3</sup>, а для угля Кара-Кече с 4900 ккал / кг принимаем минимально допустимую норму выхода генераторного газа 2,7 м<sup>3</sup> (из-за отсутствия данных) [6] на кг угля.

Имея ряд данных выхода газа по теплу угля, пользуясь экстраполяцией, можно вычислить норму выхода генераторного газа (по нижней теплоте сгорания), близкую к паспортным нормативным показателям газогенератора ТУЛ-98,0-3,0. На рис. 1 видно (синяя линия), что при фактической теплоте сгорания 4890 – 4900 ккал / кг (ось ккал / кг) на 1 кг такого угля газогенератор может обеспечивать около 2,7~2,8 м<sup>3</sup> газа (ось м<sup>3</sup> / кг). Тогда газификация 100 тыс. тонн угля по реальной теплоте сгорания обеспечит 270 млн. м<sup>3</sup> генераторного газа.

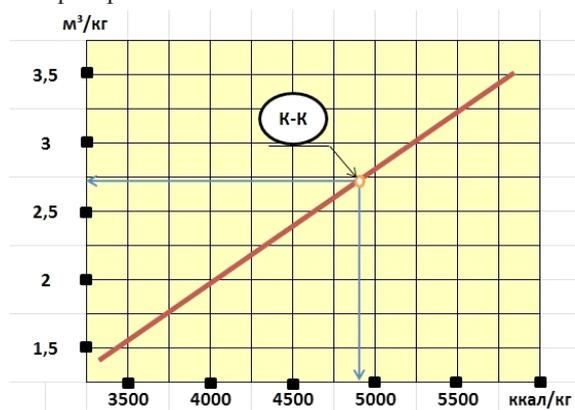


Рис. 1. Графическая зависимость выхода генераторного газа с кг угля в зависимости от его теплотворной способности

Переведем этот объём генераторного газа в условное топливо через коэффициент калорийного эквивалента по известному соотношению 1(т. у. т.):1,2-1,4(природный газ) [6] и далее –

генераторный газ по теплотворной способности к природному находится в отношении 5127 ккал/м<sup>3</sup>:8598 ккал / м<sup>3</sup>=0,596. Тогда единица у. т. = 1,2x0,596 = 0,7152 единицы генераторного газа – по нижнему пределу и 0,834 – по верхнему. Отсюда из поставляемого количества угля Кара-Кече на газификацию получается 270,0 млн. м<sup>3</sup> генераторного газа, или после перевода это составит ~ 193104,0 т. у. т. (обсуждение в дальнейшем проводится по худшему сценарию).

Отметим, что завозимые 100 тыс. тонн угля Кара-Кече до газификации по теплотворной способности оценивалась в 70000,0 тонны у. т. (см. табл. 1, п. 3); после газификации и перевода в т. у. т. полученный объём генераторного газа с того же количества угля уже выражается в 193104 т. у. т., или  $(193104 - 70000) \times 100\% / 193104 = 63,75\%$ , т. е. эффект отдачи кг угля повышается на 63,75% (табл. 2).

Заметим, что газификация 100 тыс. тонн местного угля и перевод всего объема газа на т. у. т. привели к превышению доли (процент) энергетической ценности газа над процентом тепла от мазута и угля  $[33\% \gg 24,6\% = 13,4+11,2]$  в совокупности, и это позволяет в тепловом эквиваленте полностью провести замещение мазута и местного угля как топливо для прямого сжигания и плюс ещё остаток  $193104-(70000+58555)=64549$  0 т. у. т. Для замены, например, на 82123,0 (64549:0 786 = 82123 0) тонны угля. Далее, из-за повышения доли тепла от сжигания генераторного газа процент участия шебаркульского угля (его роль) в общем тепловом балансе снизился на 8,5%, не меняя его метрические тонны. Другими словами, уменьшили топливную напряженность (независимость) по отношению к казахстанскому угля.

Отсюда с разреза Кара-Кече поставляется 100,0 тыс. тонн угля, как и прежде, не для пря-

мого сжигания, но для получения чистого генераторного газа и в полном объеме как топливо по энергетической ценности используется вместо ежегодно приобретаемого количества мазута и 82123,0 (и более) тонны шебаркульского угля. Итак, результат предварительного обсуждения по использованию генераторного газа от газификации 100 тыс. тонн угля Кара-Кече следующий:

- по энергетической ценности отдача тепла с 1 кг угля выросла на 63,75%;
- тепло от генераторного газа превышает суммарное тепло от прямого сжигания мазута и угля Кара-Кече, и это дает основание утверждать о возможности замещения в тепловом эквиваленте генераторного газа на мазут и местный уголь;
- повышение отдачи тепла от генераторного газа привело к снижению доли (важности) энергетической ценности угля Шебаркуля в общем тепловом балансе на 8%, и это можно констатировать как об ослаблении топливной напряженности в отношении поставки угля из Казахстана.

Из табл. 2 (п. 4, столбец 5) видно, что обобщенный показатель энергоресурсов возрос на 11%<sup>1</sup>), т. е. и суммарное отдаваемое тепло при сохранении энергетических затрат до и после газификации неизменно. Такое увеличение количества т. у. т. тепла может отразиться на понижении удельного расхода топлива, на снижении себестоимости электрической и тепловой энергии и на другие основные технико-экономические показатели, например, тарифы на электрическую и тепловую энергию. Всё это дает основание для проведения ряда оценок экономической эффективности проведения газификации местного угля вообще и угля Кара-Кече для ТЭЦ в частности. Определения упомянутых показателей, как и их оценка, являются предметами специальных исследований, но в данном случае присутствует момент для проведения сопоставительной оценки. Сказанное наглядно проиллюстрируем следующим образом: выразим себестоимость 1 Гкал отпускаемого тепла в относительных единицах с помощью перевода в т. у. т. Так как 1 Гкал = 1000 Ккал, а 1 т. у. т. имеет теплотворную способность 7000 Ккал, то 1 Гкал эквивалентна  $1000:7000 = 0,143$  т. у. т., или прежде ТЭЦ отпускал  $521555 \times$

<sup>1</sup> Прирост за счет увеличения количества т. у. т. (тепла) в результате превышения отдачи генераторного газа на 63,75% против прямого сжигания угля; тепло от угля Шебаркуля осталось прежним.

$0,143 = 74582$  Гкал, в новых условиях может отпустить  $586104 \times 0,143 = 83813$  Гкал ежегодно, на 9231 Гкал стало больше или всё равно, что на  $9231:0,143 = 64552$  т. у. т. топлива можно тратить меньше.

Важно здесь проиллюстрировать зависимость:

- количественного (долевого) участия угля Кара-Кече в газификации;
- влияние участия генераторного газа на т. у. т. мазута;
- изменения т. у. т. от совместного сжигания мазута и угля под воздействием тепла генераторного газа.

Такое исследование проведем расчетно-аналитическим методом. Для этой цели величину т. у. т. (тепла), которая идет на газификацию, будем считать переменной, а остальная от 100 тыс. тонн идет, как прежде, на прямое сжигание для сохранения общего теплового баланса. Например, только 14,0 тыс. тонн (годовая норма газогенератора ТУЛ-98,0-3,0) из 100 тыс. направляется на газификацию для получения генераторного газа, а другие 86,0 тыс. – на прямое сжигание совместно с другими топливами. Таким образом, увеличивая количество угля, направляемого на газификацию, одновременно на эту разницу от 100 тыс. тонн (исходное условие) сокращаем долю угля на прямое сжигание. Полученный объем генераторного газа переводится на т. у. т. по соответствующему эквивалентному коэффициенту, а остаток (разница) переводится также в т. у. т. как уголь, но во всех вариантах расчета обобщенный показатель энергоресурсов должен оставаться неизменным. Следовательно, в расчетах варьировалось количество угля в процентах от 14% (14%, или исходная 14 тыс. тонн угля – расчетная годовая производительность газогенератора модели ТУЛ-98,0-3,0) с шагом через 20% до 100%; физический смысл последней точки – нынешняя годовая норма отгрузки – 100 тыс. тонн полностью отправляется на газификацию, и используется весь объем генераторного газа.

Для каждой фиксированной точки (проценты) вычислялись: какое количество т. у. т. выделяется оставшимися мазутом и углем при их совместном сжигании (вначале рассмотрим их суммарный график) и при этом какое количество тепла в этих фиксированных точках отдает генераторный газ.

На рис. 2 показаны: линия Аму – суммарное тепло от мазута и угля в зависимости от доли участия тепла генераторного газа: на практике это





Рис. 3. Газогенераторы модели TYL-98, 0-3, 0 в работе



Рис. 4. Камерные печи для закаливания чугунных заготовок

4-камерных печах, или это объём часовой выработки газа составляет около 15,7 тонны у. т. (!).

Надо отметить, что вместо кокса, природного газа или мазута, применяемых в мировой практике на таких производствах, на этом китайском заводе топливом служит генераторный газ. При этом весь процесс закаливания в камерной печи должен поддерживаться при температуре 1400–1600 С°, и такая температура обеспечивается при сжигании генераторного газа.

Приведенный выше пример эффективного применения генераторного газа на производстве показывает: любой стандартный генераторный газ [5], как и газ от местного угля при сжигании в котлах на ТЭЦ, может поддерживать устойчивое горение и температуру 1400–1600 С°. В отличие от прямого сжигания мазута и угля тепловое напряжение топок и поверхности нагрева в процессе сжигания генераторного газа можно повышать в 2 и более раза, т. е. расширяются пределы регулиро-

вания температурного режима и присутствуют возможности поддерживать устойчивое горение.

Газификация угля радикально решает задачи и по проблеме очистки газа от вредных выбросов в окружающую атмосферу. Поскольку выходящий из газогенератора смешанный газ подвергается высокой очистке на стадии подготовки топлива – получение генераторного газа до подачи в цилиндры газопоршневых двигателей, то в выхлопных газах отсутствуют вредные выбросы сернистых и других соединений.

Такая очистка несопоставимо дешевле и проще, чем требуется денежных средств на очистку дымовых газов от вредных сернистых соединений. Причем современные устройства по очистке дымовых газов от сернистого ангидрида настолько сложны и дороги, что их применение не оправдывает себя ни с практической, ни с экономической точек зрения.

В данном случае цель газификации местного угля – получение генераторного газа как заменяющего топлива для ТЭЦ Бишкека; известны примеры использования генераторного газа как сырья (синтетический газ, Sings, SNG) для производства химической продукции, аммиака и аммиачной селитры, технического спирта, различных видов ГСМ и др. Другими словами, газификация станет ключевой технологией для повышения эффективности использования местного низкосортного угля и увеличения доли его участия в народном хозяйстве республики.

В качестве реализации вышеизложенного по учету топлива различной теплотворной способности организации производства газификации и получения реальной выгоды разработан бизнес-проект с основными экономическими показателями для практической реализации.

#### **Заключение.**

1. На основе условного топлива проведена количественная оценка расхода топлива разной теплотворной способности, обеспечивающего плановые выработки тепловой и электрической энергии ТЭЦ Бишкека.

2. Предлагается новая технология газификации низкосортного угля Кара-Кече для выработки газа в качестве заменяющего топлива на ТЭЦ. Технология газификации промышленно освоена компанией YIFA (КНР) и специально предназначена для применения её в «малой энергетике» как «независимый» источник переработки угля в генераторный газ. Оборудование этой компании (газогенераторы, газопоршневые двигатели

внутреннего сгорания, генераторы переменного тока, приборы и датчики управления) успешно работает в ряде провинций территориального Китая, в странах Юго-Восточной Азии – Филиппины, Тайланд, Макао и др. Проект технологии по газификации бурого угля из отдельных модулей блочного исполнения для малой энергетики на постсоветском пространстве предлагается впервые и является новым, нетрадиционным, экономически востребованным и актуальным.

3. Благодаря повышению отдачи тепла с кг угля на 64% (при худшем сценарии) за счет газификации местного угля и применения генераторного газа от одного газогенератора модели TYL-98,0–3,0 мощностью в 4 мВт становится возможным отказаться от годовых объёмов закупок мазута на 45,7%, и таким образом частично снимается ежегодная топливная напряженность, а реальная экономия денежных средств на закупки мазута на ТЭЦ составит более \$13,0 млн. ежегодно.

4. При расчетах по худшему сценарию получены следующие экономические показатели газификации угля Кара-Кече:

- себестоимость генераторного газа равна не более 45 \$/тыс. м<sup>3</sup>;
- рентабельность производства газификации угля Кара-Кече составила не менее 686 %, т.е. на 1\$ вложений реализуется 6,86\$ эффекта.

#### **Литература**

1. *Темир Эльвира*. Миллиард сомов до конца света. Большая кочегарка // Вечерний Бишкек. – 2012. – 13 января.
2. Разработка технологии безмазутной плазменной растопки и подсветки на основе пылеугольного топлива ультратонкого помола.
3. *Бурдуков А.П., Чернова Г.В., Коновалов В.В., Чурашев В.Н.* – Институт теплофизики СО РАН ОАО «Алтайэнерго» – Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН. <http://www.lib.tpu.ru/19.pdf>
4. Минерально-сырьевая база Кыргызской Республики на рубеже перехода к рыночной экономике. – Бишкек, 1998.
5. Газ как конкурентное преимущество. Текст в электронном сборнике [red.ru>upload/redmn/articles](http://red.ru/upload/redmn/articles).
6. *Мюллер Г. и Гнук Г.* Газ высокой чистоты / Пер. с немец. – М.: Мир, 1968. – 236 с.
7. *Бурханова Наталья.* Теплотехника; глава 3. Теплота сгорания топлива. Условное топливо; текст в электронном сборнике [e-reading.org.ua / bookreader.php](http://e-reading.org.ua/bookreader.php).

**ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

УДК 681.5

**Метод синтеза автоматических регуляторов для нестационарных линейных многомерных систем**

---

Т.Т. ОМОРОВ, член-корр. НАН КР, д. т. н.  
Г.А. КОЖЕКОВА, к. т. н., зав. каф. ЦНОП НАН КР  
Т. ЖОЛДОШОВ, инженер ИФТПиМ НАН КР

---

The problem of control is considered by multidimensional linear non-stationary objects. The method of synthesis of systems of automatic control with variable structure on the basis of the admissibility concept is offered.

Многие технические объекты и технологические процессы представляют собой нестационарные многомерные системы, параметры которых во времени изменяются в существенных пределах. Проектирование систем автоматического управления (САУ) такими объектами является сложной проблемой, несмотря на то что для расчета соответствующих управляющих подсистем (регуляторов) в рамках классической и современной теории управления разработан целый ряд методов и алгоритмов [1-8]. Среди них наиболее известными являются:

- метод «замороженной» передаточной функции («замороженных» коэффициентов) [1, 2];
- аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР) [3, 4];
- теория систем управления с переменной структурой (СПС) [5];
- спектральный метод [6];
- метод переходных функций [1, 7, 8].

Метод «замороженных» коэффициентов является одним из первых способов построения САУ нестационарными объектами, основанных на принципах и методах проектирования систем

управления с постоянными параметрами. В отдельных случаях, в целях синтеза регуляторов системы управления нестационарными объектами, рассматриваются как многорежимные системы [2], состоящие из набора систем с постоянными параметрами, что усложняет расчеты по синтезу проектируемой САУ. Кроме этого, «замороженная» передаточная функция представляет собой только первое приближение действительной передаточной функции управляемой системы и плохо описывает ее движение при значительных изменениях параметров объекта. В силу этого такой подход к синтезу управляющих подсистем не всегда приводит к желаемым результатам, особенно в случае, когда параметры управляемого объекта изменяются в широких пределах. При этом у проектировщиков автоматических систем могут возникнуть проблемы, связанные с обеспечением устойчивости замкнутой САУ [1].

Как известно, применение АКОР для синтеза САУ нестационарными объектами приводит к решению матричных уравнений Риккати [3], которые в общем случае решаются только с использованием численных алгоритмов. Поэтому техни-

ческая реализация закона управления для многомерной нестационарной системы, полученного на основе АКОР, сопряжена с большими трудностями, так как при этом необходимо запоминать большой объем информации о значениях элементов матрицы обратной связи по состоянию.

В теории СПС [5] используется идея организации искусственных движений управляемого объекта, обеспечивающих выполнение цели управления с заданными показателями качества (быстродействие и точности). Как известно, при этом используются режим переключений; режим работы с движением по вырожденным траекториям; скользящий режим. Первые два режима эффективно применяются при построении автоматических систем для стационарных объектов, а последний – при проектировании САУ с переменными параметрами. При этом для реализации скользящего режима необходимо, чтобы одновременно обеспечивались условия существования гиперплоскости скольжения и устойчивости движения по ней. В случае нестационарных управляемых систем достижение этих условий представляет определенные трудности.

Как известно [6], спектральный метод базируется на разложении сигналов и динамических характеристик САУ в ряд Фурье по выбранной системе ортогональных функций (Лягерра, Чебышева и др.). При этом, несмотря на алгебраизацию задачи синтеза регулятора, построение соответствующих спектральных характеристик представляет собой сложную вычислительную проблему, связанную с «проклятием размерности» и необходимостью применения алгоритмов быстрого преобразования Фурье. Для многомерных автоматических систем, параметры и процессы в которых изменяются достаточно быстро, использование такого подхода усложняет процедуру синтеза САУ и техническую реализацию проектируемого регулятора.

Проектирование многомерных нестационарных САУ на основе метода переходных функций связано с определением желаемой матрицы импульсных переходных функций (ИПФ) замкнутой САУ и матрицы ИПФ разомкнутой системы. Далее синтезируется матрица ИПФ регулятора. При этом решается система интегральных уравнений, часть из которых является уравнениями первого рода. При этом возникают вычислительные сложности, связанные с тем, что задачи подобного рода относятся к классу некорректных задач [9], что усложняет процедуру синтеза многомерной

САУ. Другая проблема связана с трудностями технической реализации ИПФ регулятора, так как переход от ИПФ к операторным соотношениям (дифференциальным уравнениям, передаточным функциям) представляет собой определенные сложности [7, 8].

В работе разрабатывается метод синтеза многомерных систем автоматического управления линейными нестационарными объектами, основанный на концепции допустимости управляемых процессов [10, 11] и направленный на преодоление указанных выше трудностей.

Рассматривается нестационарный линейный многомерный управляемый объект, математическая модель которого задана в отклонениях в пространстве состояний:

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t), \quad (1)$$

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

где  $x(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]^T$  –  $n$ -мерный вектор состояния объекта в отклонениях;  $u(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$  –  $m$ -мерный вектор управляющих воздействий; вещественные матрицы  $A(t) = \{a_{ij}(t)\}_{n \times n}$ ,  $B(t) = \{b_{ij}(t)\}_{m \times n}$ ;  $x^0$  – вектор начального состояния объекта в начальный момент времени  $t_0$ ;  $T$  – знак транспонирования.

Предполагается, что объект обладает свойством управляемости [3, 4], а компоненты вектора состояния  $x(t)$  измеряются.

Проблема состоит в синтезе автоматического регулятора, обеспечивающего проектируемой системе управления заданные динамические свойства, т. е. устойчивость замкнутой САУ и требуемые показатели качества системы по точности и быстродействию.

Для решения сформулированной задачи синтеза будем использовать следующую теорему, полученную в [10, 11].

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

$$\int_{t_0}^t x_i(\tau) \dot{x}_i(\tau) d\tau \cdot i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

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

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

В целях использования соотношений (2) для синтеза искомого регулятора введем следующие критериальные функции

$$J_i(t) = \int_{t_0}^t x_i(\tau) \dot{x}_i(\tau) d\tau, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Далее предположим, что синтезируемый регулятор строится в виде линейной обратной связи по вектору состояния  $x(t)$ , т. е. его структуру зададим в виде

$$u(t) = K(t)x(t), \quad (4)$$

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

С учетом закона управления (4) векторное уравнение объекта (1), замкнутого обратной связью, имеет вид

$$\dot{x}(t) = S(t)x(t), \quad (5)$$

где матрица замкнутой системы  $S(t) = \{s_{ij}\}_{n \times n}$  определяется по формуле:

$$S(t) = A(t) + B(t)K(t). \quad (6)$$

Теперь запишем векторное уравнение (5) в координатной форме:

$$\dot{x}_i(t) = \sum_{j=1}^n s_{ij}(t)x_j(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Тогда с учетом (7) критериальные функции  $J_i(t)$  запишутся в виде

$$J_i(t) = \sum_{j=1}^n s_{ij}(\tau)x_i(\tau)x_j(\tau)d\tau, \quad i = \overline{1, n}. \quad (8)$$

Тогда производная по времени

$$\dot{J}_i(t) = \sum_{j=1}^n s_{ij}(t)x_i(t)x_j(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (9)$$

Теперь не трудно заметить, что для всех  $t > t_0$  критериальные условия (2) выполняются, если

$$\dot{J}_i(t) < 0, \quad i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

так как в начальный момент времени  $t=t_0$

$$J_i(t)|_{t=t_0} = 0, \quad i = \overline{1, n}.$$

Предположим, что элементы  $s_{ij}(t)$  матрицы  $S(t)$  замкнутой САУ выбраны в следующем виде:

$$s_{ij}(t) = s_{ij}^* \text{sign}[x_i(t)x_j(t)], \quad i, j = \overline{1, n}, \quad (11)$$

где  $s_{ij}^*$  – вещественные параметры.

Тогда с учетом (11) выражения (9) для производных  $\dot{J}_i(t)$  принимают следующий вид:

$$\dot{J}_i(t) = \sum_{j=1}^n s_{ij}^* |x_i(t)x_j(t)|, \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Отсюда видно, что неравенства (10) удовлетворяются, если параметры  $s_{ij}^*$  выбрать отрицательными:

$$s_{ij}^* < 0, \quad i, j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

При выполнении соотношений (10) функции  $J_i(t)$  убывают с течением времени и остаются отрицательными для всех  $t > t_0$ , что приводит к гарантированному выполнению критериальных условий (2).

Таким образом, по найденной матрице  $S(t)$  искомую матрицу  $K(t)$  регулятора можно определить из соотношения (6):

$$B(t)K(t) = S(t) - A(t). \quad (14)$$

Полученный результат можно сформулировать в виде следующей теоремы.

**Теорема 2.** Пусть управляемый объект и алгоритм управления описываются соответственно соотношениями (1) и (4). Тогда для выполнения критериальных условий (2) параметры замкнутой САУ должны определяться по формуле (11), а матрица регулятора должна удовлетворять соотношению (14).

В результате проблема синтеза регулятора для многомерной линейной нестационарной системы (1) сводится к решению матричного уравнения (14) относительно матрицы линейной обратной связи  $K(t)$ .

В случае, когда  $m=n$ , а  $B(t)$  имеет обратную матрицу  $B^{-1}(t)$ , матрица регулятора  $K(t)$  определяется в явной форме:

$$K(t) = B^{-1}(t)[S(t) - A(t)]. \quad (15)$$

В противном случае, а также когда  $B(t)$  не является квадратной, нахождение решения уравнения (14) можно осуществить на основе обобщенного обращения матрицы  $B$ , которая определяется как матрица  $B^+$ , удовлетворяющая следующим условиям [7]:

$$\begin{aligned} BB^+B &= B, & B^+BB^+ &= B^+, \\ (BB^+)^2 &= BB^+, & (B^+B)^2 &= B^+B. \end{aligned}$$

В частности, когда матрица  $B$  имеет ранг  $r=m$ , обобщенное обращение  $B^+$  определяется по формуле:

$$B^+ = [B^T B]^{-1} B^T,$$

а для матрицы  $B$ , имеющей  $r = n$ :

$$B^+ = [B^T B]^{-1} B^T.$$

В случае, когда матрица  $B^+$  определена, то наилучшее приближенное решение, т. е. квазирешение матричного уравнения (14) дается формулой:

$$K(t) = B^+(t)[S(t) - A(t)]. \quad (16)$$

Предложенный подход к синтезу линейных нестационарных САУ, по существу, является новым методом динамического проектирования автоматических регуляторов с переменной структурой (СПС). В отличие от подходов теории СПС [5] разработанный метод не предполагает организацию в системе режима скольжения. При этом

достижение цели управления обеспечивается за определенное количество переключений структуры регулятора, а условия устойчивости замкнутой САУ определяются теоремой 1, т. е. критериальными соотношениями (2). Техническая реализация матрицы регулятора, определяемая выражением (15) или (16), не вызывает особых трудностей. Предложенный метод можно использовать не только для синтеза многомерных САУ с переменными параметрами, но и для решения задач идентификации состояний многомерных линейных нестационарных систем.

#### *Литература*

1. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования // Под ред. В. В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1968. – Кн. 3. – Часть 1.
2. Системы автоматического управления объектами с переменными параметрами: Инженерные методы анализа и синтеза / Петров Б. Н., Соколов, А. В. Липатов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
3. *Квакернаак Х., Сиван Р.* Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир, 1977. – 650 с.
4. *Справочник по теории автоматического управления* / Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. – 712 с.
5. *Емельянов, С.И., Уткин В.И., Таран В.А.* Теория систем с переменной структурой. – М.: Наука, 1970. – 592 с.
6. *Солодовников В.В., Дмитриев А.Н., Егунов Н.Д.* Спектральные методы расчета и проектирования систем управления. – М.: Машиностроение, 1986. – 440 с.
7. *Анжело Г.Д.* Линейные системы с переменными параметрами. – М.: Машиностроение, 1974. – 288 с.
8. Современная теория систем управления / Под ред. К.Т. Леондеса. – М.: Наука, 1970. – 512 с.
9. *Тихонов А.Н., Арсенин В.Я.* Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1979. – 288 с.
10. *Оморов Т.Т., Кожекова Г.А.* Синтез систем управления многомерными объектами по критериальным ограничениям // Известия НАН КР. – 2009. – №1.
11. *Оморов Т.Т., Кожекова Г.А.* Синтез системы управления синхронным генератором // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – М., – 2011. – №1.

УДК 681.513-685

## **Многокритериальное дуальное управление экстремальными объектами**

В.П. ЖИВОГЛЯДОВ, академик НАН КР,  
директор Центра электронного менеджмента знаний КРСУ

Proposed a new formalized model and methodology of dual control 2. 0, which applied for the synthesis of control algorithms for extremal objects with the active accumulation of information. For the first time in the theory of dual control a procedure of synthesis resulted in a randomized optimal control strategy.

#### **Введение**

Предложенная в 1960 году А. А. Фельдбаумом [1] теория дуального управления, основы ко-

торой систематически изложены в книге [2], явилась крупным вкладом в развитие современной теории автоматического управления. Предмет

рассмотрения теории – методы синтеза алгоритмов управления в условиях неопределенности с использованием байесова подхода, методов теории статистических решений и динамического программирования. Выделен класс систем оптимального управления с активным накоплением информации, не приводимых к разомкнутым. При этом управляющие воздействия носят двойственный дуальный характер: приведение объекта в требуемое состояние в текущий момент времени и обеспечение лучшего управления в будущем за счет активного изучения характеристик объекта. Хотя теория дуального управления с активным изучением объекта возникла в технической литературе, идея оптимального компромисса между текущими интересами и зондированием оказалась привлекательной для специалистов в области математики, экономики и организационного управления, информационных систем [3-7]. В обзоре литературы [6] отмечается большой перечень исследований численных задач, причем лишь немногие простые примеры были решены. Несмотря на привлекательность идей дуального управления, широкого практического применения данная теория еще не получила, хотя известен ряд положительных примеров [3-7]. Главное препятствие – чрезвычайные аналитические и вычислительные трудности даже в случае использования простых моделей объектов. Поэтому многие авторы фокусируют внимание на методах приближенного решения и разработке эвристических алгоритмов. В данной работе предпринята попытка заложить основы новой версии теории дуального управления, которую назовем «дуальное управление 2. 0». За счет использования иных формализованных моделей она позволяет находить решения задач, не поддающихся решению в классической теории дуального управления. Постараемся также выяснить, всегда ли оптимальная стратегия дуального управления регулярная неслучайная, как принято считать в классической теории дуального управления, или оптимальной может быть рандомизированная стратегия. Чтобы более ясно преподнести предлагаемые идею и методологию, изложение проведем для объектов без памяти и с дискретным временем.

#### Постановка задачи

Рассмотрим задачу терминального экстремального управления объектами со случайными параметрами и вероятностными ограничениями.

Введем следующие обозначения.

Пусть модели объекта и наблюдений имеют вид:

$$q[s] = f(u[s], \mu), x[s] = H(q[s], h[s]), s = 1, 2, \dots, n. (1)$$

где  $s$  – дискретное время,  $n$  задано,

$q[s]$  – выход объекта,  $x[s]$  – наблюдаемые значения выхода,

$u[s]$  – вектор управляющих воздействий,  $\mu$  – вектор неизвестных случайных параметров разности  $v$ .

$\{h[s]\}$  – последовательность независимых случайных величин – помех измерения. Объект обладает экстремальной относительно  $u[s]$  уни-модальной характеристикой с одним экстремумом (максимумом) и линейной относительно параметров  $\mu$ . Максимум  $f(u, \mu)$  достигается в точке

$$u^0 = \arg \max q = \arg \max f(u, \mu) = f_u(\mu). (2)$$

Стратегию управления  $\Gamma_s$  предполагаем для общности случайной рандомизированной

$$\Gamma_s = P(u[s] | I_s), (3)$$

заданной в виде условной плотности вероятности  $P(\cdot)$ , зависящей от информации  $I_s$  накопленной к  $s$ -му моменту времени и содержащейся в множестве измерений входа и выхода объекта ( $u^\rightarrow[s-1]$ ,  $x^\rightarrow[s-1]$ ), где  $u^\rightarrow[s-1] = (u[1], \dots, u[s-1])^T$ ,  $x^\rightarrow[s-1] = (x[1], \dots, x[s-1])^T$ . (4)

Стрелками сверху отмечены временные векторы. Применяется байесов подход. Плотности вероятности случайных факторов  $P(\mu)$  и  $P(h[s])$  известны.  $P_s(\mu) = P(\mu | I_s)$  – апостериорная плотность вероятности параметров  $\mu$  в  $s$ -й момент времени.  $\Gamma_s^*$  – локально оптимальная стратегия управления по локальному критерию  $J[s]$  в  $s$ -й момент. Если стратегия регулярная, то  $\Gamma_s$  превращается в дельта-функцию, имеем локально оптимальное управление  $u^*[s]$ , зависящее от  $I_s$ .

$M[s]$  – среднее значение текущего критерия  $J[s]$ :

$$M[s] = E \{ J[s] \} = \int_{\Omega(u^\rightarrow[s-1], x^\rightarrow[s-1])} J[s] P(u^\rightarrow[s-1], x^\rightarrow[s-1]) d\Omega (5)$$

$E\{ \cdot \}$  – знак математического ожидания,

$\Omega$  – область изменения аргументов,  $d\Omega$  – ее бесконечно малый элемент.

Требуется найти такую последовательность стратегий – вектор

$\Gamma = (\Gamma[1], \dots, \Gamma[s], \dots, \Gamma[n])^T$ , чтобы обеспечить максимум критерия  $J[n]$  и соответственно  $M[n]$  в последний момент времени при некоторых ограничениях  $G$  на область изменения управлений  $u[s]$  в предыдущие моменты (1, ...,  $n-1$ ). Рассмотрим ограничения  $G$  двух типов (6) и (7):

$$u[s] \in \Omega_u[s]: u^*[s] - \Delta[s] \leq u[s] \leq u^*[s] + \Delta[s], (6)$$

$$E\{u[s]\} = \int_{\Omega_u} u[s] P(u[s] | I_s) du[s] = \int_{\Omega_u} u[s] \Gamma_s du[s] = u^*[s]. \tag{7}$$

Ограничение (6) определяет допустимую область  $\Omega_u[s]$  изменения  $u[s]$  в окрестности локально оптимального управления  $u^*[s]$ . Стохастическое ограничение (7) означает, что управления  $u[s]$  в моменты (1, ..., s, ..., n-1) должны быть в среднем равны локально оптимальным значениям  $u^*[s]$ .

**Общая методология синтеза**

Задача (1)-(7) не полностью определена. Способ ее доопределения зависит от принятой методологии. В классической теории дуального управления оптимальными считаются стратегии управления, обеспечивающие минимум полного риска – математического ожидания суммы заданных удельных для s-х моментов функций потерь. В отличие от этого принятая в данной работе методология, которую назовем «дуальное управление 2.0», базируется на следующих положениях синтеза алгоритмов.

1. Введение векторного критерия  $M$  с последующим выбором алгоритма многокритериальной оптимизации

$$M = (M[1], \dots, M[s], \dots, M[n])^T \sim \max, \tag{8}$$

где  $M[s]$  – локальный критерий успеха для момента времени s.

2. Максимизация значений мод функций  $J[s]$ , которые формируются путем интеграции специальным образом апостериорных плотностей вероятности неизвестных параметров  $P_s(\mu) = P(\mu | I_s)$  и условий оптимальности управления (2) при полной информации о характеристиках объекта.

Условия оптимальности формулируются в виде равенства:  $\Phi(u[s], \mu) = 0$ .

Для объектов с экстремальной характеристикой предполагаем, что в точке максимума  $q[s] \rightarrow \max$  градиент  $\nabla_u q$  функции  $q$  по  $u$  существует и равен 0. Это значит

$$\Phi(u[s], \mu) = \nabla_u q = \text{grad}_u q = 0. \tag{9}$$

Из условия (9) получаем

$$\mu^* = f_\mu(u[s]=u^*[s]), \tag{10}$$

где  $\mu^*$  – истинное значение параметра  $\mu$  и соответствующее ему значение управления  $u^*[s]$ . Решение задачи синтеза оптимального управления будем искать в классе рандомизированных стратегий управления. Регулярная стратегия является частным случаем.

Выберем целевую функцию в виде дельта-функции

$$F[s] = F(\text{grad}_u q) = \delta(\mu - \mu^*) = \delta(\mu - f_\mu(u^*[s])). \tag{11}$$

Если  $\mu$  – вектор размерности  $v$ , целевая функция имеет вид

$$F[s] = \delta(\mu - \mu^*) = \prod_{i=1}^v \delta(\mu_i - \mu_i^*) \tag{12}$$

Введем локальный индекс успешности управления  $J[s]$  в s-й момент:

$$J[s] = \int_{\Omega(u[s], \mu)} F[s] P(u[s], \mu | I[s]) d\Omega \tag{13}$$

Учитывая, что стратегии  $\Gamma[s]$  при заданных  $I[s]$  не зависят от  $\mu$ , получим:

$$\Gamma[s] = P(u[s] | I[s], \mu) = P(u[s] | I[s]). \tag{14}$$

Преобразовав (13), получим:

$$J[s] = \int_{\Omega(u[s], \mu)} F[s] P(u[s] | I[s]) (\mu | I[s]) d\Omega \tag{15}$$

$$J[s] = \int_{\Omega(u[s])} \alpha[s] \Gamma[s] d\Omega \tag{16}$$

где

$$\alpha[s] = \int_{\Omega(\mu)} \delta(\mu - \mu^*) P(\mu | I[s]) d\Omega \rightarrow \max. \tag{17}$$

Индекс успешности управления  $J[s]$  объединяет требования оптимальности управления (9) при наличии полной информации и процессы накопления информации, описываемые с помощью апостериорных плотностей вероятности неизвестных параметров  $P_s(\mu) = P(\mu | I[s])$ .

Локально оптимальную стратегию  $\Gamma^*[s]$  определяем из условия максимума  $J[s]$ , начиная с последнего такта  $n$ . Можно показать, используя (16) – (17) и теорему о среднем значении, что локально оптимальная стратегия  $\Gamma^*[s]$  регулярная:  $\Gamma^*[s] = \delta(u[s] - u^*[s])$ .

**Конкретизация для нормального закона распределения вероятностей.**

Пусть случайный параметр  $\mu$  и помехи измерений  $h$  подчиняются нормальному закону:  $P(\mu) = N(\mu_0, Q^{-1})$ ,  $P(h[s]) = N(0, \sigma^2)$ , где  $Q^{-1}_0$  – ковариационная матрица,  $\sigma^2$  – дисперсия помехи  $h[s]$ .

Для модели объекта, линейной по параметрам апостериорная плотность вероятности также гауссовская  $P_s(\mu) = N(m[s], Q^{-1}_s)$ :

$$P_s(\mu) = \sqrt{\frac{|Q_s|}{(2\pi)^{-v}}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(\mu - m[s])^T Q_s (\mu - m[s])\right\} \tag{18}$$

где  $m[s]$  – математическое ожидание параметра  $\mu$  на основе информации  $I_s$ .

$Q_s$  – ковариационная матрица апостериорного распределения.

Подставив (18) в (17), после интегрирования получим:

$$\begin{aligned} J[s] &= \sqrt{Q[s]/(2\pi)^{-v}} \exp\{-(\mu^* - m[s])^T, \\ Q_s(\mu^* - m[s])/2\} = \\ &= \sqrt{Q[s]/(2\pi)^{-v}} \exp\left\{-\left(f_\mu(u^*[s]) - m[s]\right)^T, \right. \\ &\left. Q_s(f_\mu(u^*[s]) - m[s])/2\right\}. \end{aligned} \quad (19)$$

Из (19) видно, что максимумы по  $u[s]$  показателей  $J[s]$  и соответственно  $\alpha[s]$  достигаются при выполнении условия

$$f_\mu(u^*[s]) - m[s] = 0. \quad (20)$$

$$\text{Из (20) находится } u[s] = u^*[s] = f_\mu^{-1}(m[s]). \quad (21)$$

При этом  $\max J[s] = J^*[s]$  равны:

$$J^*[s] = \sqrt{Q[s]/(2\pi)^{-v}}, \quad (22)$$

где  $u^*[s]$  и  $J^*[s]$  – локально оптимальные значения управления и критерия,

$|Q[s]|$  – определитель матрицы  $Q[s] = Q_s$ .

Для последнего момента времени окончательно находим:

$$\begin{aligned} \alpha^*[n] &= J^*[n] = \sqrt{Q[n]/(2\pi)^{-v}}, \\ u^*[n] &= f_\mu^{-1}(m[n]). \end{aligned} \quad (23)$$

#### Многокритериальная оптимизация управления

От управления  $u[n]$  зависит только критерий  $J[n]$ . Поэтому оптимальное управление  $u^*[n]$  в последний момент времени  $n$  совпадает с локально оптимальным управлением  $u^*[n]$ . Перейдем к моменту времени  $(n-1)$ .

Значения локально оптимального управления и критерия получаем из (21), (22) при  $s = n-1$ .

Оптимальное по двум критериям управление  $u^*[n-1]$  находим из условия:

$$(J[n-1], J^*[n|n-1])^T \sim \max_{u[n-1]} \quad (24)$$

Видно, что  $J^*[n]$  не зависит от  $x[n-1]$ . Поэтому  $J^*[n|n-1] = J^*[n]$ . Аналогично

$J^*[n|s] = J^*[n]$ . В системе возможно активное накопление информации, если  $J^*[n|s]$  зависит от управлений  $u[s]$ . Пусть  $|Q[n]|$  – монотонно возрастающая функция  $u[s]$ ,  $s = 1, \dots, n-1$ . Тогда все оптимальные по векторным критериям типа

(24) управления  $u[s]$ ,  $s = 1, \dots, n-1$ , лежат на границах допустимых областей (6).

#### Частная задача дуального управления

Покажем применение методологии для одномерного экстремального объекта с моделью:

$$q[s] = \mu u[s] - c(u[s])^2, \quad x[s] = q[s] + h[s].$$

Параметр  $c$  известен. Коэффициент  $\mu$  не известен.

$$P(\mu) = N(\mu, D_\mu), \quad P(h[s]) = N(0, \sigma^2).$$

Цель управления состоит в обеспечении максимума функции  $q[n]$  при ограничениях типа (6) и (7). В рамках классической теории дуального управления задача не имеет точного аналитического решения. В рамках предложенной в данной работе методики решение находится легко.

Условие оптимальности получаем из равенства нулю производной  $q$  по  $u$

$dq/du = \mu - 2cu[s] = 0$ . Целевая функция имеет вид:

$$F[s] = \delta(\mu - 2cu[s]) = \delta(\mu - \mu^*).$$

Вычислим локальные показатели  $\alpha[s]$  и  $J[s]$  в соответствии с (16), (17):

$$\alpha[s] = \int_{\Omega(\mu)} \delta(\mu - 2cu[s]) P_s(\mu) d\Omega \rightarrow \max, \quad (25)$$

Поскольку параметр  $\mu$  входит в модель объекта линейно, апостериорная плотность вероятности также гауссовская:  $P_s(\mu) = N(m[s], D_s)$ .

$P_s(\mu) = \sqrt{(2\pi D_s)^{-1}} \exp\{-(\mu - m[s])^2 / 2D_s\}$ , (26) где  $m[s]$  – математическое ожидание,  $D_s = D[s]$  – дисперсия апостериорного распределения. Подставив (26) в (25), после интегрирования получим:

$$\alpha[s] = \sqrt{(2\pi D_s)^{-1}} \exp\{-(2cu[s] - m[s])^2 / 2D_s\} \sim \max, \quad (27)$$

Из (27) видно, что максимумы по  $u[s]$  показателей  $\alpha[s]$  и соответственно  $J[s]$  достигаются при выполнении условия

$$2cu^*[s] - m[s] = 0. \quad (28)$$

Из этого условия находится локально оптимальное управление  $u^*[s]$  при регулярной стратегии:

$$u^*[s] = m[s] / 2c. \quad (29)$$

При этом максимальные значения  $\alpha[s]$  и  $J[s]$  равны:

$$\max J[s] = J^*[s] = \alpha^*[s] = \sqrt{(2\pi D_s)^{-1}}. \quad (30)$$

Заметим, что они не зависят от  $m[s]$  и соответственно от  $(x[1], \dots, x[s-1])^T$ .

Для последнего момента времени окончательно находим:

$$\alpha^*[n] = J^*[n] = \sqrt{(2l D_n)^{-1}}, u^*[n] = m[n]/2a \quad (31)$$

Введем обозначение:  $y[s] = x[s] - c(u[s])^2$  (32)

Статистики  $m[s]$  и  $D_s = D[s]$  вычисляются по формулам:

$$m[s] = (m[s-1] + r_{s-1} u[s-1] y[s-1]) (1 + r_{s-1} (u[s-1])^2)^{-1}, \quad (33)$$

$$D[s] = D[s-1] (1 + r_{s-1} (u[s-1])^2)^{-1} \quad (34)$$

или

$$\begin{aligned} (D[s])^{-1} &= (D[s-1])^{-1} + \sigma^{-2} (u[s-1])^2 = \\ &= (D_0)^{-1} + \sigma^{-2} \sum_{i=1}^{s-1} (u[i])^2 \end{aligned} \quad (35)$$

где  $r_{s-1} = D[s-1] / \sigma^2$

По структуре алгоритм (29) эквивалентен алгоритму управления в условиях полной определенности.

От управления  $u[n]$  зависит только критерий  $J[n]$ . Поэтому оптимальное управление  $u^*[n]$  в последний момент времени  $n$  совпадает с локально оптимальным управлением  $u^*[n]$ . При этом

$$(D[n])^{-1} = (D_0)^{-1} + \sigma^{-2} \sum_{i=1}^{n-1} (u[i])^2.$$

Перейдем к моменту времени  $(n-1)$ . Из (31) получаем локально оптимальное управление

$$u^*[n-1] = m[n-1] / 2c. \quad (36)$$

При этом значение локального критерия равно:  $\max J[n-1] =$

$$= J^*[n-1] = \sqrt{(2l D_{n-1})^{-1}}. \quad (37)$$

Оптимальное по двум критериям управление  $u^*[n-1]$  находим из условия (24). Вычислим оценку  $J^*[n|n-1]$  критерия  $J^*[n]$  на основе информации, накопленной к  $(n-1)$ -му такту:

$$J^*[n|n-1] = \int_{\Omega(y[n-1])} J^*[n] P(y[n-1] | I[n-1], u[n-1]) d\Omega$$

Заметим, что  $J^*[n]$  не зависит от  $y[n-1]$ . Поэтому  $J^*[n|n-1] = J^*[n]$ .

Функция зависимости  $J^*[n]$  от  $u[n-1]$  выпуклая вниз монотонно и неограниченно возрастающая с ростом  $(u[n-1])^2$ .

Для решения оптимизационной задачи (24) применим метод уступок по отношению к локально оптимальному значению управления

$$u^*[n-1] - \Delta[n-1] \leq u[n-1] \leq u^*[n-1] + \Delta[n-1]$$

и выберем  $\Delta[n-1]$  в зависимости от уровня текущей неопределенности:

$$\Delta[n-1] = K \sqrt{D[n-1]}, K - \text{коэффициент пропорциональности.}$$

Оптимальное дуальное управление в  $(n-1)$ -й момент лежит на границе допустимой области и равно:

$$u^*[n-1] = (\text{sign } u^*[n-1]) (|u^*[n-1]| + \Delta[n-1]). \quad (38)$$

Заметим, что  $J[n]$  зависит от всего вектора  $(u[1], \dots, u[n])^T$ , причем чем больше значения каждого  $(u[i])^2$ , тем выше индекс успешности управления в  $n$ -й момент времени. От выбора величины управления  $u[s]$  зависят значения всех критериев от  $J[s]$  до  $J[n]$ , то есть значения вектора  $J_s = (J[s], \dots, J[n])^T$ . Характер зависимости для любого  $s$  однотипный.  $J^*[n]$  не зависит от  $y[s]$ .

$$\begin{aligned} J[n|s] &= \int_{\Omega(y[s], \dots, y[n-1])} J^*[n] P(y[s], \dots, y[n-1] | I[s]) d\Omega = \\ &= J^*[n] = \sqrt{(2l D_n)^{-1}} \end{aligned}$$

Дуальное управление  $s$ -й момент принимаем в виде:

$$u^*[s] = (\text{sign } u^*[s]) (|u^*[s]| + \Delta[s]), u^*[s] = m[s]/2a. \quad (39)$$

Естественно выбирать величины  $\Delta[s]$  уступок в зависимости от уровня текущей неопределенности:  $\Delta[s] = K \sqrt{D[s]}$ .

Степень достижения цели в последний момент времени  $n$  оценим отклонением  $\varepsilon[n]$  ожидаемого выхода  $q^*[n]$  от максимально возможного при известном параметре  $\mu$  и отклонением  $e[n]$  полученного оптимального управления  $u^*[n]$  от управления в условиях полной определенности:

$$\begin{aligned} \varepsilon[n] &= q(\mu) - q^*[n] = (\mu - m[n])^2 / 4c, E\{\varepsilon[n]\} = \\ &= D[n] / 4c, \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} e[n] &= u(\mu) - u^*[n] = (\mu - m[n]) / 2c, E\{e[n]\} = \\ &= 0, E\{e^2[n]\} = D[n] / 4c. \end{aligned} \quad (41)$$

Эти соотношения имеют ясный физический смысл. Качество управления напрямую зависит от дисперсии оценки неизвестного параметра, а оптимальное управление  $u^*[n]$  является несмещенной оценкой управления в условиях полной определенности.

### Синтез алгоритмов дуального управления при наличии вероятностных ограничений

Стохастическое ограничение (7)  $E\{u[s]\} = u^*[s], s = 1, 2, \dots, n$  предполагает возможность применения рандомизированной стратегии. Решение будем искать в классе случайных стратегий  $\Gamma[s]$ .

Как показано выше, от  $u[s]$  зависит не только критерий  $J[s]$ , но и все  $J^*[i]$  для последующих моментов времени  $i = s+1, s+2, \dots, n$ .

$$(J[s], J[s+1|s], \dots, J[n|s])^T \sim \max_{u[s]}$$

Применим метод уступок для любого  $s$ .

$$u^*[s] - \Delta[s] \leq u[s] \leq u^*[s] + \Delta[s].$$

В полученной таким образом задаче стохастической оптимизации все критерии  $J^*[s]$ ,  $s = 1, 2, \dots, n$ , – это выпуклые вниз функции управлений

$(u[1], \dots, u[s-1])^T$ . Поэтому оптимальная стратегия  $\Gamma^\circ[s]$  смешанная (рандомизированная):

$\Gamma^\circ[s] = \delta(u[s] - (u^*[s] + \Delta[s]))$  с вероятностью 0,5, (42)

$\Gamma^\circ[s] = \delta(u[s] - (u^*[s] - \Delta[s]))$  с вероятностью 0,5.

Перепишем (42) в более простом виде:

$$u[s] = u^*[s] + \Delta[s] \text{ с вероятностью } 0,5,$$

$$u[s] = u^*[s] - \Delta[s] \text{ с вероятностью } 0,5.$$

Такой же вид  $\Gamma^\circ[s]$  имеет и для многих других моделей объектов, для которых условие выпуклости соблюдается. В противном случае оптимальная стратегия  $\Gamma^\circ[s]$  регулярная. Таким образом, существует класс задач дуального управления, в которых смешанные (рандомизированные) стратегии лучше регулярных.

#### Заключение

Методология, принятая в данной работе, существенно отличается от принятой в классической теории дуального управления. Предложенная формализованная модель и методология дуального управления 2.0 обладает рядом суще-

ственных достоинств. Она позволяет решать не решаемые ранее задачи оптимального управления с активным накоплением информации. Впервые в теории дуального управления формализованная процедура синтеза привела к неочевидному результату – получению оптимальной рандомизированной стратегии управления. Фактически речь идет о построении основ новой генерации теории дуального управления.

#### Литература и источники в Интернет

1. Фельдбаум А.А. Теория дуального управления. I, II, III, IV // Автоматика и телемеханика. – 1960. – 21(9), 21(11). – 1961. – 22(1), 22(2).
2. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. – М.; Л.: Физматгиз, 1963. – 552 с.
3. Живоглядов В.П. Автоматические системы с накоплением информации. – Фрунзе: Илим, 1966.
4. Живоглядов В.П. Адаптация в автоматизированных системах управления технологическими процессами. – Фрунзе: Илим, 1974.
5. Filatov, N.M. and Unbehauen H. Adaptive Dual Control: Theory and Applications, vol. 302 of Lecture Notes in Control and Information Sciences. – New York: Springer-Verlag, 2004.
6. Morozov C. Bayesian Dual Control: Review of the Literature. – [www.wavelet3000.org / images / litreview.pdf](http://www.wavelet3000.org/images/litreview.pdf) 24. 04. 2008.
7. Алексеева Е. Ю., Беседин А. А., Дуальное управление экстремальными объектами в условиях неопределенности // Вестн. ЮурГУ. – 2010. – №2, <http://elibrary.ru/item.asp?id=13089194>.

УДК 624.073.02

## Сравнительный анализ двух методов ввода исходных данных условий примыканий при расчете конструкций методом конечных элементов

А. Т. МАРУФИЙ, Ч. А. КАПАРОВ,  
Ошский технологический университет им. М. М. Адышева

The article presents two examples of calculation of load-bearing elements of the same structures by different methods of data input source junction conditions: the traditional method with the introduction of rigid inserts and a new method – the insertion of short rods with normal stiffness. The analysis of the results.

**Введение.** Развитие строительной отрасли в современном мире вызвало необходимость создания компьютерных приложений для точных расчетов несущих конструкций зданий и сооружений. Компьютерные программы необходимы не только для расчетов сложных объектов (небоскребов, большепролетных мостов, зданий атомных электростанций и пр. сооружений), но и для простых одно-, двухэтажных индивидуальных жилых зданий. Как показала практика, применение ЭВМ при расчетах немало сэкономило материальные средства непосредственно при строительстве объектов.

Как уже было отмечено в предыдущих статьях [2-4], в нашем регионе используются в основном два программно-вычислительных комплекса (ПВК), основанных на методе конечных элементов: Лира и SCAD [1]. В настоящей статье приведены расчеты с использованием ПВК SCAD.

**Цель исследования.** На стадии ввода данных при расчете методом конечных элементов самая сложная задача – это перенести реальное сооружение в расчетную модель так, чтобы расчеты наиболее точно соответствовали самому объекту строительства.

В предыдущей статье [4] подробно описана проблема при описании шарнирного примыкания в традиционных методах ввода абсолютно жесткой вставки (АЖВ), которые приводят к определенным ошибкам как во время вычисления, так и в конечных результатах. Новая методика, предлагаемая нами, предполагает введение вместо АЖВ простые стержневые вставки, размеры и жесткость которых равны жесткостям соединяемых конечных элементов.

Целью исследования является сравнительный анализ результатов расчета двух методик ввода исходных данных.

**Метод исследования.** Для чистоты эксперимента производится расчет одного и того же здания. А для подготовки вводных данных используем систему AutoCAD и нашу программу, преобразующую трехмерную расчетную схему AutoCAD в текстовый файл исходных данных, который затем экспортируется в ПВК SAD для дальнейшего расчета и получения результатов.

Возьмем простую расчетную схему: одноэтажное железобетонное каркасное здание с размерами в плане 6х6 м, высота железобетонных колонн 3м, сечение 400х400мм, по верху колонны объединяются железобетонным ригелем, сечени-

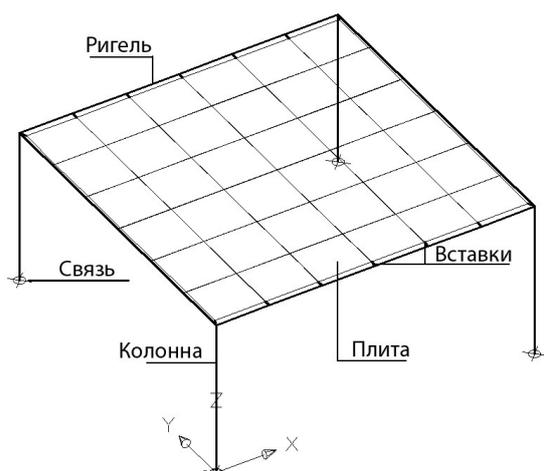


Рис. 1. Расчетная схема здания

ем 400x400мм. На два ригеля, расположенных параллельно оси «X», опираются железобетонные плиты высотой 220мм. Так как плиты перекрытия опираются сверху без защемления, то в расчетной схеме это будет шарнирное опирание с освобождением связи вокруг оси «X» (цилиндрический шарнир). Расчетная схема приведена на рис. 1. На нижней отметке колонн введем жесткие связи.

Кроме собственного веса конструкций, расчетную схему нагрузим: эксплуатационной нагрузкой = 150 кг/м<sup>2</sup> и снеговой нагрузкой = 70 кг/м<sup>2</sup>. Также введем в расчет сейсмику по осям «X» и «Y» 9 баллов.

Преобразовав при помощи нашего модуля подготовки исходных данных [2] расчетную схему в текстовый файл, открываем ее в системе SCAD. На рис. 2 приведена схема с нумерацией конечных элементов в ПК SCAD.

В узле вставок со стороны примыкания к ригелю введем цилиндрические шарниры по оси, параллельной ригелю.

В первом варианте расчета жесткость вставок принимаем равной жесткости плиты перекрытия. То есть модуль упругости примем равным  $E=2,35 \times 10^6$  т / м<sup>2</sup>, размеры сечения 500x220мм. Во втором варианте введем абсолютно жесткую вставку с модулем упругости  $E=2,35 \times 10^8$  т / м<sup>2</sup>.

Далее вводим характеристики бетона и арматуры для каждого из конструктивных элементов. Класс бетона примем В20. Класс продольной арматуры АIII, поперечной – АI.

Для стержневых элементов разница в результатах в пределах 1%. А в плитах перекрытия разница между соответствующими напряжениями

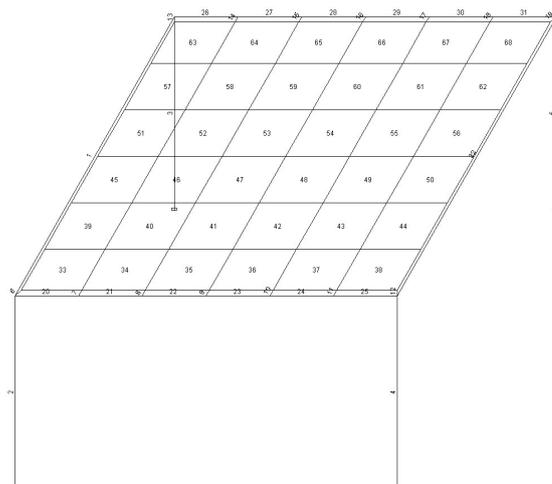


Рис. 2. Расчетная схема здания в ПК SCAD

в опорных участках двух вариантов вычислений достигает 100%, то есть в два раза.

На рисунке 3 слева приведен графический анализ полей напряжений в плитах перекрытия по продольным, поперечным усилиям и моментам для первого варианта ввода исходных данных (предлагаемого нами), а справа приведены соответствующие напряжения для второго (существующего) варианта.

**Выводы.** Расчеты выявили большую разницу в результатах расчета именно в конечных элементах плит перекрытий, так как вводимые нами вставки жестко соединяются именно с ним, а на ригель разница жесткости вставок не повлияла потому, что вставки примыкают к ней посредством цилиндрического шарнира, который гасит передачу изгибающего момента на несущую конструкцию.

То, что в существующей методике ввода исходных данных существуют определенные просчеты, говорит и тот факт, что в опорных участках плит перекрытий изгибающие моменты оказываются завышенными, хотя при шарнирном опирании изгибаемых элементов изгибающие моменты должны быть равны или приближены к нулю.

Таким образом, наше исследование показывает, что данная методика замены АЖВ на стержневые вставки обычной жесткости с введением шарниров точнее передает реальные условия опирания. Это отражается на результатах армирования, на выбор сечения несущих конструкций и на класс бетона, что непосредственно влияет на все стадии строительства здания: от проектирования до сдачи объекта, на качество строительства,

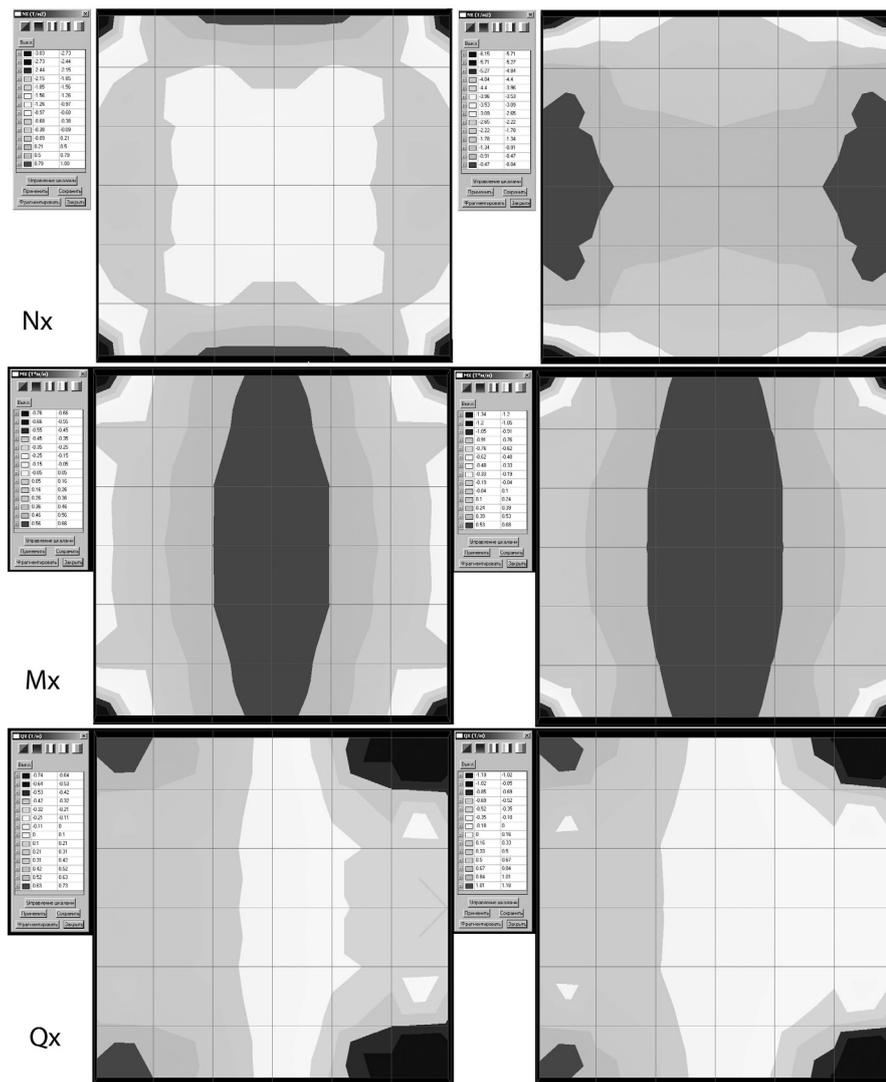


Рис. 3. Поля напряжений в плитах перекрытий. Сверху вниз: для  $N_x$ ,  $M_x$ ,  $Q_x$ . Слева – результаты новой методики, справа – для существующей методики.

безопасность сооружений и экономию в строительстве.

**Литература**

1. Карпиловский В.С., Крискунов Э З., Маляренко А.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. Вычислительный комплекс SCAD. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 592 с.
2. Маруфий А Т., Капаров Ч А. Эргономичная методика и программный комплекс по подготовке исходных данных для расчетов строительных конструкций с применением метода конечных

элементов, нормативных форм и процедур // Известия ОшТУ. – №1. –2010. – С. 34–37.

3. Капаров Ч.А. Ввод исходных данных при расчете двухэтажного коттеджа методом конечных элементов с использованием новых методик // Известия ОшТУ. – №1. – 2010. – С. 26–29.
4. Маруфий А Т., Капаров Ч А. Моделирование условий примыкания при вводе исходных данных при расчете строительных конструкций методом конечных элементов. Н.Т.Ж. Ферганского политехнического института Республики Узбекистан (в печати).

УДК 515.12

## О некоторых классах равномерных пространств

А.А. БОРУБАЕВ, Б.Э. КАНЕТОВ

In this paper B-compact of uniform spaces we are introduced and studied.

В работе вводится и изучается класс В-компактных равномерных пространств, а также рассматриваются их важные подклассы.

Пусть  $(X, U)$  и  $(Y, V)$  – равномерные пространства.

Пусть В – свойство равномерных покрытий равномерных пространств, удовлетворяющее следующим условиям:

1) Пусть  $f : (X, U) \rightarrow (Y, V)$  – равномерно непрерывное отображение «в». Если покрытие  $\beta \in V$  обладает свойством В, то покрытие  $f^{-1}\beta \in U$  также обладает свойством В.

2) Если покрытия  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n \in U$  обладают свойством В, то покрытие  $\bigwedge_{i=1}^n \alpha_i \in U$  также обладает свойством В.

Свойством В могут быть:

1. Конечное равномерное покрытие.
2. Точечно конечное равномерное покрытие.
3. Звездно конечное равномерное покрытие.
4.  $\tau$ -звездное равномерное покрытие, где  $\tau \geq \aleph_0$ .
5. Сильно  $\tau$ -звездное равномерное покрытие.

При этом равномерное покрытие  $\alpha$  равномерного пространства  $(X, U)$  называется  $\tau$ -звездным (сильно  $\tau$ -звездным) равномерным покрытием, если  $|St(\alpha, x)| \leq \tau$  для любого  $x \in X$  ( $|St(\alpha, A)| \leq \tau$  для любого  $A \in \alpha$ ), где  $St(\alpha, x) = \{A \in \alpha : A \ni x\}$  ( $St(\alpha, A) = \{A' \in \alpha : A \cap A' \neq \emptyset\}$ ).

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1.** Равномерное пространство  $(X, U)$  называется В-компактным, если равномерность  $U$  имеет базу, состоящую из покрытий со свойством В.

Рассмотрим некоторые важные подклассы В-компактных равномерных пространств. Равномерное пространство  $(X, U)$  называется  $\tau$ -звездным пространством, если в каждое его равномерное покрытие можно вписать  $\tau$ -звездное равномерное покрытие; равномерное пространство  $(X, U)$  называется сильно  $\tau$ -звездным, если в каждое его равномерное покрытие можно вписать сильно  $\tau$ -звездное равномерное покрытие.

Пусть  $X$  – дискретное пространство мощности  $\geq \tau$ . Тогда ясно, что пространство  $X$ , наделенное дискретной равномерностью, базой которой служит семейство  $B = \{\alpha\}$ , где  $\alpha = \{\{x\} : x \in X\}$ , очевидно является  $\tau$ -звездным равномерным пространством, но не является  $\tau$ -ограниченным равномерным пространством.

Отметим некоторые свойства В-компактных пространств и их некоторых подклассов.

1. Всякое подпространство В-компактного равномерного пространства В-компактно. В самом деле, пусть  $(M, U_M)$  – подпространство В-компактного равномерного пространства  $(X, U)$  и  $\alpha_M \in U_M$  – произвольное равномерное покрытие. Пусть  $\alpha \in U$  – такое равномерное покрытие пространства  $(X, U)$ , что  $\alpha \wedge \{M\} = \alpha_M$ . В покрытие  $\alpha$ , согласно условиям предложения, можно вписать равномерное покрытие  $\beta \in U$ , обладающее свойством В. Так как отображение  $i_M : (M, U_M) \rightarrow (X, U)$  является равномерным вложением подпространства  $(M, U_M)$  в пространство  $(X, U)$ , то по условию 1) равномерное покрытие  $f^{-1}|_M \beta = \beta_M \in U_M$  обладает свойством В. Ясно, что  $\beta_M \succ \alpha_M$ . Следовательно,  $(M, U_M)$  – В-компактно.

2. Сумма любого числа В-компактных равномерных пространств является В-компактным равномерным пространством. Действительно, пусть  $\{(X_a, U_a) : a \in M\}$  – произвольное семейство В-компактных равномерных пространств и  $\alpha$  – произвольное равномерное покрытие пространства  $\left(\prod_{a \in M} X_a, \prod_{a \in M} U_a\right)$ . Тогда  $i_a^{-1}\alpha \wedge \{X_a\} = \alpha_a \in U_a$  для каждого  $a \in M$ , где  $i_a : X_a \rightarrow \prod_{a \in M} X_a$ . Так как равномерное пространство  $(X_a, U_a)$  при каждом  $a \in M$  является В-компактным, то для равномерного покрытия  $\alpha_a \in U_a$  можно вписать равномерное покрытие  $\beta_a \in U_a$  со свойством В,  $a \in M$ . Рассмотрим теперь семейство  $\beta$ , представляющее собой объединение всех семейств  $\alpha_a$ , когда  $a$  пробегает все множество  $M$ . Тогда, согласно определению суммы равномерных пространств, семейство  $\beta$  образует равномерное покрытие пространства  $\left(\prod_{a \in M} X_a, \prod_{a \in M} U_a\right)$ . Докажем, что  $\beta \succ \alpha$ .

Каждый элемент семейства  $\beta$ , как один из элементов семейства  $\beta_a$  при некотором  $a \in M$ , будет содержаться в некотором элементе покрытия  $\alpha_a$ , т. е. в некотором множестве  $i_a^{-1}A \cap X_a$  и, стало быть, в  $A \in \alpha$ . Итак, каждый элемент покрытия  $\beta$  содержится в некотором элементе покрытия  $\alpha$ , т. е.  $\beta \succ \alpha$ . Теперь докажем, что покрытие  $\beta$  обладает свойством В. Доказательство проведем только для случая  $\tau$ -звездного покрытия, а остальные случаи доказываются аналогично. Пусть  $x \in X$  – произвольная точка, и пусть  $x \in X_a$ . Так как покрытие  $\beta_a$  –  $\tau$ -звездное, то  $|St(x, \beta_a)| \leq \tau$ . Далее в силу дизъюнктивности пространств  $X_a$  заключаем, что  $|St(x, \beta)| \leq \tau$ . Следовательно,  $\beta$  –  $\tau$ -звездное покрытие. Итак, равномерное пространство  $\left(\prod_{a \in M} X_a, \prod_{a \in M} U_a\right)$  – В-компактно.

3. Пополнение  $(\tilde{X}, \tilde{U})$   $\tau$ -звездного равномерного пространства  $(X, U)$  является  $\tau$ -звездным равномерным пространством.

В самом деле, пусть  $(\tilde{X}, \tilde{U})$  – пополнение  $\tau$ -звездного равномерного пространства  $(X, U)$  и  $\alpha \in \tilde{U}$  – произвольное равномерное покрытие. Положим  $\alpha = \{\tilde{A} \cap X : \tilde{A} \in \tilde{\alpha}\}$ . Тогда  $\alpha \in U$  и для него существует такое  $\tau$ -звездное равномерное покрытие  $\beta \in U$ , что  $\beta \succ \alpha$ . Ясно, что  $\beta \succ \alpha$ . Покажем, что  $\beta$  –  $\tau$ -звездное равномерное покрытие пространства  $(\tilde{X}, \tilde{U})$ . Пусть  $x \in \tilde{X}$  – произвольная точка. Тогда  $i^{-1}\tilde{x} = x \in X$ , где  $i : X \rightarrow \tilde{X}$  – равномерный изоморфизм. Достаточно показать, что семейство  $St(\tilde{x}, \tilde{\beta})$  имеет мощность  $\geq \tau$ .

Согласно конструкции пополнения для каждого  $\tilde{B} \in \tilde{\beta}$   $i^{-1}\tilde{B} = B$ , т. е. каждый элемент  $B$  равномерного покрытия  $\beta$  распространяется до элемента  $\tilde{B} = \tilde{X} \setminus [X \setminus B]_{\tilde{x}}$  равномерного покрытия  $\tilde{\beta}$ . Так как  $\beta$  –  $\tau$ -звездное равномерное покрытие пространства  $(X, U)$ , то  $|St(x, \beta)| \leq \tau$ , где  $x = i^{-1}\tilde{x}$ . Тогда  $|St(\tilde{x}, \tilde{\beta})| \leq \tau$ . Значит, пополнение  $(\tilde{X}, \tilde{U})$  –  $\tau$ -звездное пространство.

**ТЕОРЕМА 1.** Произведение любого числа В-компактных равномерных пространств является В-компактным равномерным пространством.

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** Пусть  $\{(X_a, U_a) : a \in M\}$  – произвольное семейство В-компактных равномерных пространств и  $B_a$  – база равномерности  $U_a$ , обладающее свойством В. Через  $B$  обозначим семейство всех покрытий вида  $\bigwedge_{i=1}^n \pi_{a_i}^{-1} \alpha_{a_i}$ , где  $\alpha_{a_i} \in B_{a_i}$ ,  $\{a_i : i = 1, 2, \dots, n\}$  – произвольное конечное подмножество множества  $M$ , а  $\pi_a : X \rightarrow X_a$  – проекция на  $a$ -й сомножитель,  $a \in M$ . Тогда по определению произведения равномерных пространств, система  $B$  является базой произведения  $U = \prod_{a \in M} U_a$  равномерностей  $U_a$ . Так как проекция  $\pi_a : X \rightarrow X_a$  – равномерно непрерывно при каждом  $a \in M$ , то по условию 1) при каждом  $a \in M$  равномерное покрытие  $\pi_{a_i}^{-1} \alpha_{a_i}$  обладает свойством В, а по условию 2) равномерное покрытие  $\bigwedge_{i=1}^n \pi_{a_i}^{-1} \alpha_{a_i}$  также обладает свойством В. Следовательно, равномерное пространство  $\left(\prod_{a \in M} X_a, \prod_{a \in M} U_a\right)$  В-компактно.

Пусть  $R^r$  – произведение  $\tau$  – штук  $R$  пространств. Так как  $R$  – паракомпактно, то в любое его открытое покрытие можно вписать локально конечное открытое покрытие. Отсюда следует, что семейство всех открытых покрытий образует базу универсальной равномерности. Из теоремы 1 следует, что пространство  $R^r$  с универсальной равномерности будет  $\tau$ -звездным пространством, как произведение  $\tau$ -звездных пространств, но, как известно,  $R^r$  не обязано быть паракомпактным.

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1.** Предел обратного спектра, составленного из В-компактных равномерных пространств, является В-компактным.

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО** следует из теоремы 1, условия 2) и свойства 1.

**ТЕОРЕМА 2.** Равномерно совершенный прообраз В-компактного равномерного пространства В-компактен.

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** Пусть  $f : (X, U) \rightarrow (Y, V)$  – равномерно совершенное отображение и равно-

мерное пространство  $(Y, V)$  обладает свойством В. Пусть  $\alpha \in U$  – произвольное равномерное покрытие. Тогда в силу равномерной совершенности отображения  $f$  существуют равномерное покрытие  $\beta \in V$ , обладающее свойством В, и конечное равномерное покрытие  $\gamma \in U$ , что  $f^{-1}\beta \wedge \gamma \succ \alpha$ . Легко видеть, что  $f^{-1}\beta \wedge \gamma$  – равномерное покрытие и оно обладает свойством В. Итак,  $(X, U)$  – В-равномерное пространство.

Напомним некоторые понятия из [1]. Равномерное пространство  $(X, U)$  называется нульмерным, если оно имеет базу, состоящую из дизъюнктивных покрытий. Система  $\Sigma$  покрытий множества  $X$  называется направленной, если для любых двух покрытий  $\alpha, \beta \in \Sigma$  существует такое покрытие  $\gamma \in \Sigma$ , что покрытие  $\gamma$  вписано в покрытие  $\alpha \wedge \beta$ . Направленная система  $\Sigma$  покрытий множества  $X$  называется квазибазой равномерного пространства  $(X, U)$  или равномерности  $U$ , если выполняется условие: нормальная последовательность  $\{\alpha_n\}$  покрытий множества  $X$  содержится в равномерности  $U$  тогда и только тогда, когда существует последовательность  $\{\sigma_n\}$  покрытий из системы  $\Sigma$  такая, что покрытие  $\sigma_n$  вписано в покрытие  $\alpha_n$  для каждого  $n \in \mathbb{N}$ ; отображение  $f$  равномерного пространства  $(X, U)$ , а равномерное пространство  $(Y, V)$  называется равномерно факторным, если  $V$  – сильнейшая равномерность среди всех равномерностей на  $Y$ , при которых отображение  $f$  равномерно непрерывно; отображение  $f$  равномерного пространства  $(X, U)$  на равномерное пространство  $(Y, V)$  называется равномерно открытым, если отображение  $f$  переводит каждое открытое равномерное покрытие  $\alpha \in U$  в открытое равномерное покрытие  $f\alpha \in V$ .

Пусть  $(X, U)$  –  $\tau$ -звездное равномерное пространство. Тогда имеет место следующая

**ТЕОРЕМА 3.** Для равномерного пространства  $(X, U)$  следующие условия равносильны:

1. Равномерное пространство  $(X, U)$  является  $\tau$ -звездным пространством.

2. Равномерное пространство  $(X, U)$  является образом некоторого нульмерного равномерного пространства  $(Y, V)$  при равномерно открытом отображении  $f$  таком, что подпространство  $(f^{-1}x, V_{f^{-1}x})$  равномерного пространства  $(Y, V)$   $\tau$ -ограниченно для каждого  $x \in X$ .

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** Пусть  $(X, U)$  –  $\tau$ -звездное равномерное пространство. Тогда равномерность  $U$  имеет базу  $A$ , состоящую из  $\tau$ -звездных равномерных покрытий. Ясно, что внутреннее пересечение любого конечного числа элементов из  $A$  снова является элементом  $A$ . Те-

перь пусть  $\alpha \in A$  – произвольное покрытие. Положим  $X_\alpha = \{A : A \in \alpha\}$ . Таким образом, мы получили множество, точками которого являются все элементы рассматриваемого покрытия. Пусть  $\{\{A\} : A \in X_\alpha\} = \psi_{x_\alpha}$ . Тогда множество всех покрытий  $U_\alpha$ , в каждое из которых можно вписать покрытие  $\psi_{x_\alpha}$ , является так называемой дискретной равномерностью. Далее, каждое покрытие  $\alpha \in A$  наделим этой дискретной равномерностью и рассмотрим произведение  $\prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\}$  равномерных пространств. Как всегда, для  $\xi \in \prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\}$  через  $\xi_\alpha$  мы обозначим  $\alpha$ -ю координату точки  $\xi$ . Назовем точку  $\xi \in \prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\}$  отмеченной, если множество  $\cap \{A_\alpha : \alpha \in A\}$  состоит ровно из одной точки, обозначаемой через  $\{x\}$ . Рассмотрим подмножество  $Y = \{\xi \in \prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\} : \xi \text{ – отмеченная точка пространства } \prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\}\}$ . Положим  $O(A_{\alpha_1}^\circ, A_{\alpha_2}^\circ, \dots, A_{\alpha_n}^\circ) = \{\xi \in Y : \xi = \{A_\alpha : \alpha \in A\}, A_{\alpha_i} = A_{\alpha_i}^\circ, i = 1, 2, \dots, n\}$ . Заметим, что  $\lambda_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n} = \{O(A_{\alpha_1}^\circ, A_{\alpha_2}^\circ, \dots, A_{\alpha_n}^\circ) : A_{\alpha_1} \in \alpha_1, A_{\alpha_2} \in \alpha_2, \dots, A_{\alpha_n} \in \alpha_n\}$  – дизъюнктивное покрытие пространства  $(Y, V)$  и система  $B = \{\lambda_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n} : \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\} \subset A\}$  – база равномерности  $V$  индуцированной равномерности из  $\prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\}$ . Каждой точке  $\xi = \{A_\alpha : \alpha \in A\}$  поставим в соответствие такую единственную точку  $x \in X$ , что  $\{x\} = \cap \{A_\alpha : \alpha \in A\}$ . Таким образом определенное отображение, очевидно, является сюръективным. Отображение  $f$  является равномерно открытым, так как образ  $\bigwedge_{i=1}^n \alpha_i$  каждого открытого равномерного покрытия  $\lambda_{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}$  является равномерным покрытием. Легко показать, что  $(f^{-1}x, V_{f^{-1}x})$   $\tau$ -ограниченно для каждого  $x \in X$ . Обратное, пусть  $f$  – такое равномерно открытое отображение нульмерного равномерного пространства  $(Y, V)$  на равномерное пространство  $(X, U)$ , что подпространство  $(f^{-1}x, V_{f^{-1}x})$   $\tau$ -ограниченно для каждого  $x \in X$ . По определению, пространство  $(Y, V)$  имеет базу, состоящую из дизъюнктивных открытых равномерных покрытий. Тогда ее образ образует базу равномерного пространства  $(X, U)$ . Легко видеть, что она состоит из  $\tau$ -звездных покрытий.

**ТЕОРЕМА 4.** Для равномерного пространства  $(X, U)$  следующие условия равносильны:

1. Равномерное пространство  $(X, U)$  имеет квазибазу  $\Sigma$ , состоящую из  $\tau$ -звездных покрытий.

2. Равномерное пространство  $(X, U)$  является образом некоторого нульмерного равномерно

го пространства  $(Y, V)$  при равномерно факторном отображении  $f$  таком, что подпространство  $(f^{-1}x, V_{f^{-1}x})$  равномерного пространства  $(Y, V)$   $\tau$ -ограниченно для каждого  $x \in X$ .

**ДОКАЗАТЕЛЬСТВО.** 1)  $\Rightarrow$  2). Пусть равномерное пространство  $(X, U)$  имеет квазибазу  $\Sigma$ , состоящую из  $\tau$ -звездных покрытий. Через  $A$  обозначим множество всех внутренних пересечений  $\bigwedge_{i=1}^n \alpha_i$  всевозможных конечных подсемейств  $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\} \subset \Sigma$ . Очевидно,  $A$  также является квазибазой равномерности  $U$ . Каждое покрытие  $\alpha \in A$  наделим дискретной равномерностью и рассмотрим произведение  $\prod \{(X_\alpha, U_\alpha) : \alpha \in A\}$ . Легко видеть, что отображение  $f$  нульмерного равномерного пространства  $(Y, V)$  на равномерное пространство  $(X, U)$  равномерно факторно. Так как квазибаза  $A$  состоит из  $\tau$ -звездных покрытий, то  $St(x, \alpha)$  имеет мощность  $\leq \tau$  для любых  $\alpha \in A$ . Ясно, что  $f^{-1}x = \prod \{St(x, \alpha) : \alpha \in A\}$   $\tau$ -ограниченно

для каждого  $x \in X$ , как произведение дискретных  $\tau$ -ограниченных пространств.

2)  $\Rightarrow$  1). Пусть  $f$  равномерно факторное отображение нульмерного равномерного пространства  $(Y, V)$  на равномерное пространство  $(X, U)$  и прообраз каждого  $x \in X$   $\tau$ -ограниченно. Так как равномерное пространство  $(Y, V)$  нульмерно, поэтому оно имеет базу  $A$ , состоящую из дизъюнктивных покрытий. В силу факторности ее образ является квазибазой равномерного пространства  $(X, U)$ . Так как след каждого дизъюнктивного покрытия  $\alpha \in A$  на  $(f^{-1}x, V_{f^{-1}x})$   $\tau$ -ограниченно, то  $fA$  состоит из  $\tau$ -звездных покрытий.

#### Литература

1. Борубаев А.А. Равномерные пространства и равномерно непрерывные отображения. – Фрунзе: Илим, 1990. – 172 с.

УДК 517.9

## Иргөө кубулушу диссипациялык системалардын биринчи мисалы катарында жана аны компьютерде ишке ашыруу

П. С. ПАНКОВ, КР УИА корр. -мүчөсү,  
Г. М. КЕНЕНБАЕВА, ф. -м. и. к.,  
КР УИА Теориялык жана колдонмо математика институту

This common word was used in Kyrgyz languages centuries ago and is in use now. It means the following. If many steady different balls of same material are put into a round bowl and this bowl is vibrating then after some time the greatest ball will be in the middle of the upper layer of balls. This is the first known example of a dissipative system. As it too difficult to be proven mathematically, computer investigation of a mathematical model substituted the phenomenon.

#### Кириш сөз

Энтропиянын өсүшү байкалган ачык системалар диссипациялык (жайылтылган) системалар болуп эсептелет. Бул системаларда иреттүү кый-

мылдын энергиясы иретсиз кыймылдын (хаос) энергиясына өтөт да ал жылуулукту берет. Эгерде тең салмактуулук абалынан чыккан туюк система энтропиянын максимумуна кайрадан жакындай

баштаса, анда ачык системада энтропия акырындап отуруп системадагы анын өсүшүн теңдей башташы мүмкүн. Бул стационардык абалдын пайда болушунун ыктымалдуулугуна алып келет. Эгерде энтропиянын акырындашы анын ички өсүшүн ылдамдатса, анда ири масштабдагы флуктуациялар пайда болот жана макроскопиялык денгээлге чейин жайылат. Ал эми берилген шарттарда системада иреттелген түзүм жарала баштайт.

Адабиятта диссипациялык системалардын биринчи мисалы болуп Бенардын уячалары (1900) эсептелет. Түбүнөн ысытылган суюктуктун катмары каралат. Температуранын белгилүү градиентинде бүткүл система туура алты грандуу ячейкаларга (уячаларга) бөлүнөт. Суюктук ал уячалардын ар биринин борборунда жогору көздөй, ал эми чет жактарында төмөн карай жылат. Температуранын градиентинин өсүшү системада хаоско алып келет. Бул режимде эки стационардык абал пайда болот. Коңшу ячейкаларда суюктуктун айлануу багыты бардык учурда карама-каршы, ал эми ылдамдык чоңдугу бирдей. Суюктукту дагы ысыта баштасак, суюктук иретсиз кыймылга келет да, мезгилдүү кыймыл туруктуулугун жоготот. Бул учурда бир канча бифуркация болушу мүмкүн. Андан кийин кыймыл ордуна келет дагы хаос иреттелет. Бул экспериментте сырткы тартылуу күчтөрүнүн аракетинен жана алардын суюктуктун температурасынан көз карандылыгынан келип чыккан Марангонинин конвекциясы байкалат [1]. Бенардын бул кубулушу төмөнкү тажрыйбадан да келип чыккан. Терен эмес идишке өсүмдүк майын куюп, түбүнөн бир калыпта ысыта баштайт. Бул учурда дагы динамикалык, иреттүү түзүлүш – диссипациялык түзүлүштүн бир түрү пайда болот.

Бирок бир канча кылым мурда «иргөө» кубулушу белгилүү жана пайдаланып келген. Бул макалада ал кубулуш аныкталат, талданат жана компьютерде моделдештирилет.

### 1. «Иргөө» кубулушу жана аны математикалык жазууну талкуулоо

Кыргыз тилиндеги «иргөө» сөзү «синергетиканын жардамы менен дискреттик оптимизациялоо» дегенди түшүндүрөт, ошондой эле төмөнкү кубулушту карайбыз.

Кыймылдуу иймек идишке көп сандагы бир материалдан жасалган ар кандай өлчөмдөгү (абсолюттук катуу) шарларды жайгаштырсак, анда бир нече убакыттан кийин эң чоң шар идиштин жогору жагынын ортосунда болуп калат.

Ошондуктан «иргөө» кубулушу диссипациялык системалардын эң алгачкы мисалы болуп эсептелет.

Бул баяндоодон иргөөнүн жашоосун математикалык так далилдөөнүн мүмкүн эместиги келип чыгат. Ошондуктан биз анын математикалык моделин тургузабыз жана аны компьютерде изилдейбиз.

Эскертүү. Берилген кубулушка физика-математикалык илимдердин доктору Г. Матиева төмөнкүдөй көңүл бурган:

Эгерде термелүүчү цилиндрге салыштырма салмагы боюнча ар кандай материалдардан жасалган бирдей өлчөмдөгү (абсолюттук катуу) көп сандагы шарларды жука катмар кылып жайгаштырсак, анда бир нече убакыттан кийин шарлар салыштырма салмагы боюнча бөлүнө башташат: оорурактары ортосуна жакындайт. Бул кубулуш майда телолордун салыштырма салмагы боюнча бөлүнүшү кубулушу болуп саналат.

Бул илимий божомолду растоо үчүн, жогоруда айтылгандай, математикалык модель түзүш керек жана сандык эксперимент жүргүзүш керек. Математикалык моделде салыштырма салмагы боюнча ар кандай шарлардын бири-бири менен кагылышкандан кийинки ар кандай ылдамдыгын эсепке алыш керек.

### 2. «Иргөө» кубулушунун математикалык модели жана илимий божомолу

(Чоң)  $n$  натуралдык саны жана оң  $r_1 > r_2 \geq \dots \geq r_n$  (шарлардын радиустары) сандары берилсин. Иймек идиштин ордуна радиусу  $1$ ге барабар болгон цилиндр алабыз.

$\{(x_k, y_k, z_k): k=1..n\} \in R^3$  шарлардын борборлорунун тизмеси болсун.

Аныктама 1. Эгерде 1) бардык  $k$  номуру үчүн  $r_k \leq z_k, x_k^2 + y_k^2 \leq (1 - r_k)^2$ ;

2) бардык  $k, j$  үчүн  $(x_k - x_j)^2 + (y_k - y_j)^2 + (z_k - z_j)^2 \geq (r_j + r_k)^2$  болсо, анда  $\{(x_k, y_k, z_k): k=1..n\} \in R^3$  чекиттеринин жыйындысын мүмкүн болгон чекиттердин жыйындысы деп атайбыз.

Аныктама 2. Эгерде берилген радиустардын жыйындысы үчүн жок дегенде бир мүмкүн болгон чекиттердин жыйындысы жашаса, анда мүмкүн болгон радиустар жыйындысы деп атайбыз.

Аныктама 3. Эгерде  $k$ -чекити  $(x_k + u, y_k + v, z_k + w)$  чекитине алмаштырылгандан кийинки чекиттердин жыйындысы мүмкүн болгон чекиттердин жыйындысы болсо, анда берилген мүмкүн болгон чекиттердин жыйындысы үчүн  $\{u, v, w\}$  ( $w < 0$ ) векторун  $k$ -чекитинде мүмкүн болгон радиус деп атайбыз.

Аныктама 4. Эгерде  $k$ -чекити  $(x_k+u, y_k+v, z_k+w)$  чекитине алмаштырылгандан кийин пайда болгон чекиттер жыйындысын ошол чекиттеги мүмкүн болгон радиусу менен кошо чекиттер жыйындысынын мүмкүн болгон жылышуусу деп атайбыз.

Баштапкы мүмкүн болгон чекиттердин жыйындысы үчүн төмөнкү амалдар кайталанат:

1) аны кандайдыр бир векторго жогору көздөй жылдырабыз;

2) кокустан алынган мүмкүн болгон чекиттердин жыйындысында мүмкүн болушунча мүмкүн болгон жылдырууларды аткарабыз.

Илимий божомол. Ыктымалдуулугу 1 болгон төмөнкүдөй шартты канааттандыруучу  $M$  саны жашайт.

$M$  кадам жасагандан кийин 1-чекит  $(x, y)$   $x_i^2 + y_i^2 \leq r_i^2$  тегерегине келет экен; бул чекиттин үстүндө башка чекиттер болбойт.

### 3. Компьютерде моделдештирүүнүн жыйынтыктары

Бул кубулуштун математикалык негизделиши татаал болгондуктан, сандык эксперимент менен бекемделет.

Илимий божомол текшерүү үчүн *pascal* алгоритмикалык тилинде программа жазылган:  $n=50$  жана радиустары төмөнкүдөй болгон цилиндр үчүн:

$r_k=0.3-0.01k, k=1..19; r_k=0.1, k=20..50.$

Жыйынтыгы: 100 кадамдан кийин радиустары 0.1 ден чоң болгон бардык шарлар жогору көздөй жыла баштайт (эсептөө 5 мүнөттү талап кылат). Илимий божомолдун толук текшерилиши үчүн кошумча түзүлүштөр жана эсептөөлөр талап кылынат.

### 4. «Иргөө» кубулушу үчүн паскалда жазылган программа

```
program IRGOO_1;
uses crt;
var x, y, z, r: array[1.. 100] of real;
alp, rp, xx, yy, zz, up, hxy, hz, vert: real; fark,
shw:boolean;
var j, k, n, um, umc: integer; m, mc: longint;
{ // кыймылды көрсөтүүчү камтылган программа;}
procedure show(nn: integer);
var k1: integer;
begin for k1:=1 to nn do begin
if shw then begin readln end;
writeln('um, k1, x, y, z, r= ', um:7, k1:6,
x[k1]:8:2,
y[k1]:7:2, z[k1]:7:2, r[k1]:9:2);
```

```
end; end;
{камтылган программа-процедура}
procedure allfar(var ffar:boolean;nn,
kk:integer);
var jj:integer;
begin ffar:=true; for jj:=1 to nn do
begin
if (sqr(x[jj]-x[kk])+sqr(y[jj]-y[kk])+
sqr(z[jj]-z[kk])<sqr(r[jj]+r[kk]))
and (jj<>kk) then begin ffar:=false end
end;
end;
begin clrscr; shw:=false; randomize;
{DATA}
n:=50; vert:=20. ; up:=0. 4; hz:=0. 1; hxy:=0. 1;
mc:=100000; umc:=100;
for k:=1 to n do
begin r[k]:=0. 3-0. 01*k; if r[k]<0. 1 then
r[k]:=0. 1 end;
writeln('INIT:');
for k:=1 to n do
begin
repeat
alp:=random*2. *pi;
rp:=random*(1. -r[k]);
x[k]:=rp*cos(alp); y[k]:=rp*sin(alp);
z[k]:=r[k]+vert*random;
if k=1 then fark:=true else allfar(fark, k-1, k);
until fark=true;
end; show(n);
readln; writeln('DOWN, mc= ', mc:10);
for m:=1 to mc do
begin k:=1+random(n); zz:=z[k]; z[k]:=z[k]-hz;
if z[k]<r[k] then z[k]:=r[k]; allfar(fark, n, k);
if (fark=false) then begin z[k]:=zz; end;
end; show(n);
readln; writeln('FALL, mc= ', mc:10);
for m:=1 to mc do
begin k:=1+random(n);
xx:=x[k]; x[k]:=x[k]-hxy+2. *hxy*random;
yy:=y[k]; y[k]:=y[k]-hxy+2*hxy*random;
if sqrt(x[k])+sqrt(y[k])>sqrt(1-r[k]) then begin
x[k]:=xx; y[k]:=yy end;
zz:=z[k]; z[k]:=z[k]-0. 01; if z[k]<r[k] then
z[k]:=r[k];
allfar(fark, n, k);
if fark=false then begin x[k]:=xx; y[k]:=yy;
z[k]:=zz end;
end;
show(n);
readln; writeln('UP and FALL, mc, umc =',
mc:10, umc:6);
```

```

for um:=1 to umc do begin
for k:=1 to n do z[k]:=z[k]+up;
for m:=1 to mc do
begin k:=1+random(n);
xx:=x[k]; x[k]:=x[k]-hxy+2. *hxy*random;
yy:=y[k]; y[k]:=y[k]-hxy+2. *hxy*random;
if sqrt(x[k])+sqrt(y[k])>sqrt(1. -r[k]) then begin
x[k]:=xx; y[k]:=yy end;
zz:=z[k]; z[k]:=z[k]-hz; if z[k]<r[k] then
z[k]:=r[k];
allfar(fark, n, k);
if fark=false then begin x[k]:=xx; y[k]:=yy;
z[k]:=zz end;
end;
show(1);
end;
writeln('FINAL'); shw:=true;
show(n);
readln
end.
Корутунду
Мындан кийинки изилдөөлөр бул кубулуш-
тун бар экендигинин чектерин тактоого жана
аны эффективдүү колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн
көрсөткөнгө жардам берет деп үмүттөнөбүз.

```

### Адабияттар:

1. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. / Общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. – М.: Прогресс, 1986 – 432 с.
2. *Синай Я.Г.* Случайность неслучайного. – М.: Природа, 1981. – № 3.
3. *Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Парадоксы мира нестационарных структур. – М.: Знание, 1985.
4. *Мучник Г.Ф.* Упорядоченный беспорядок, управляемые неустойчивости // Химия и жизнь. – 1985. – № 5.
5. *Смейл С.* Дифференцируемые динамические системы // Успехи математических наук. – 1970. – Т. 25. – Вып. 1. – С. 113–185.
6. *Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.М., Исаева О.Б.* Нелинейность: от колебаний к хаосу (задачи и учебные программы). – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 184 с.

УДК 004:37

## Автономная модель динамической системы дистанционного обучения

---

Д.Г. СУНДЕЕВ, аспирант, ведущий инженер-программист  
Институт коммуникаций и информационных технологий  
Кыргызского-Российского Славянского университета

---

The mathematical model of e-learning system was created; Using the mathematical model the influence of variation of system parameters upon the system dynamics was studied.

Становится ясно, что овладение суммой знаний, накопленных человечеством, по старой технологии обучения с учителем становится невозможным. Компьютеризация обучения, внедрение

новых информационных технологий обучения делает возможным непрерывное индивидуальное обучение в течение всей активной фазы жизни [1]. На наших глазах возникают нетрадиционные

информационные системы, связанные с обучением; такие системы естественно называть информационно-обучающими.

В настоящее время широко развивается такая ветвь информационных технологий, как обучающие системы, позволяющие пользователю получать знания с помощью персонального компьютера. Основная цель таких систем – дистанционное обучение пользователя, предоставление знаний именно в тот момент, когда они нужны, и именно тогда, когда обучающийся имеет возможность эти знания усвоить. Подобные системы применяются сейчас и в учебных заведениях для предоставления учебного материала по различным факультативным курсам [2, 3], и в крупных корпорациях для быстрого и качественного обучения персонала, и как средство самостоятельного получения знаний, если нет возможности посещать курсы. В англоязычной литературе всё, что касается дистанционного обучения, получило название e-Learning.

Большинство обучающих систем строится по общему принципу: студент платит за знания, получая не только доступ к учебным материалам, но и возможность заниматься с преподавателем, которого нанимают специально для помощи студентам. То есть для нормального функционирования подобной системы и для получения прибыли нужно заниматься постоянной поддержкой этой системы, причём при увеличении числа студентов потребуется нанимать новых преподавателей. Но можно предложить другую концепцию построения обучающей системы, которая позволит значительно снизить затраты на поддержку системы, предоставляя возможность преподавать студентам, уже изучившим учебный материал. Таким образом, система оказывается замкнутой относительно передаваемых знаний и требует минимальных затрат в процессе своей работы.

Такая схема построения обучающей системы до сих пор не нашла применения в среде e-Learning, но её преимущество для решения определённого круга задач очевидно, поэтому исследование подобной системы должно принести важные и полезные для её реализации результаты.

Изучение подобной системы дистанционного обучения следует начать с построения её математической модели. Эта модель поможет установить взаимосвязь между динамикой численности обучающихся и динамикой равновесной цены на репетиторские услуги, возникающей при взаимодействии спроса, формируемого студентами, и предложения, формируемого преподавателями, а

также исследовать возможность увеличения прибыли владельцев подобной системы.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Требуется построить математическую модель автономной и многоуровневой обучающей системы, с помощью которой провести сравнительный аналитический и экспериментальный анализ динамики числа обучающихся, динамики цен и совокупного объёма доходов участников системы, а также исследовать влияние изменения внешних факторов и предварительно заданных параметров модели.

Основные требования к математической модели:

- весь учебный курс разделён на несколько уровней;
- студент успешно заканчивает уровень и переходит на следующий после накопления заданного объёма знаний;
- студенты могут получать репетиторские услуги от студентов, находящихся уровнем выше;
- самостоятельное обучение бесплатно, уроки с преподавателем оплачиваются в соответствии с равновесной ценой, формирующейся под влиянием спроса и предложения.

На основе построенной модели изучить инструменты влияния на динамику системы и описать методы её регулирования.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ

#### 1. Математическая модель динамики количества обучающихся

В основе математической модели обучающей системы лежит система обыкновенных дифференциальных уравнений, решением которой является  $n$ -мерный вектор  $\overrightarrow{\text{уровень}(t)}$ . Компоненты этого вектора – функции, выражающие зависимость численности уровней системы от времени, т. е. отражающие динамику числа обучающихся. В общем случае система имеет вид

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \text{уровень}_1 = \text{вход}(t) - \min(\text{вход}(t - \tau_1(t)), \text{уровень}_1(t)); \\ \frac{d}{dt} \text{уровень}_2 = \min(\text{вход}(t - \tau_1(t)), \text{уровень}_1(t)) - \\ \quad - \min(\text{вход}(t - \tau_1(t) - \tau_2(t)), \text{уровень}_2(t)); \\ \dots \\ \frac{d}{dt} \text{уровень}_n = \min(\text{вход}(t - \tau_1(t) - \dots - \tau_{n-1}(t)), \text{уровень}_1(t)) - \\ \quad - \min(\text{вход}(t - \tau_1(t) - \dots - \tau_n(t)), \text{уровень}_n(t)) . \end{cases}$$

Эта система описывает следующую модель:

1. Количество новичков, приходящих в единицу времени, определяется функцией  $\text{вход}(t)$ , все новички попадают на первый уровень.

2. Каждый студент распределяет своё учебное время на три части: самостоятельное обучение, работа с репетитором и предоставление репетиторских услуг другим студентам, если он уже получил какие-нибудь знания. Эти доли могут меняться во времени, поэтому обозначим их функциями от времени *самообучение(t)*, *работа с репетитором(t)* и *преподавание(t)* соответственно.

3. На основе потребностей студентов в репетиторских услугах и возможностей доступных в данный момент преподавателей формируются равновесная цена и объём передаваемых знаний, который обозначается как *передаваемые\_знания(t)*. Модель рыночного равновесия рассмотрим более подробно далее.

4. Все студенты уникальны и по-разному усваивают материал как при самостоятельной работе, так и при занятиях с репетитором. Но рассмотрение каждого студента в отдельности привело бы к большому усложнению модели, в связи с этим введены относительные коэффициенты *усвоение\_материала* и *полезность\_репетиторства*, которые изменяются от 1 до 5. Таким образом, все студенты разделились на 25 групп, различающихся своими способностями к обучению.

5. Объём изученного материала представляет собой интеграл от функции скорости обучения по всему временному интервалу обучения:

$$\int_{t_{\text{нач}}}^{t_{\text{кон}}} \text{скорость\_обучения}(t) dt,$$

где

*скорость\_обучения(t)* = *усвоение\_материала* × *самообучение(t)* + *полезность\_репетиторства* × *передаваемые\_знания(t)*.

6. Студент заканчивает учёбу на уровне и переходит на следующий после того, как объём полученных им знаний достигает заданной величины, характеризующей количество учебного материала на этом уровне *сложность\_уровня<sub>i</sub>*. Из уравнения, в котором неизвестен верхний предел интеграла, находится время обучения на уровне  $\tau_i(t)$ , где  $i$  – номер уровня.

7. Уровень не может покинуть большее количество студентов, чем количество проходящих обучение в данный момент.

Математическая реализация этой системы вызвала следующее условие предоставления репетиторских услуг: репетиторы могут обучать только тому материалу, который они изучили на предыдущем уровне, то есть знания передаются между двумя соседними уровнями. Таким обра-

зом, цены на репетиторские услуги формируются независимо от других уровней.

Итак, модель системы зависит от следующих входных параметров:

- функции входного потока новичков *вход(t)*;
- доли учебного времени *самообучение(t)*, *работа с репетитором(t)* и *преподавание(t)*;
- параметров модели равномерного ценообразования, которые будут рассмотрены далее;
- количества учебного материала на каждом из уровней *сложность\_уровня<sub>i</sub>*.

Воспользовавшись данными с интернет-сайта [www.worldwidelearn.com](http://www.worldwidelearn.com) [4], где проведён анализ рынка дистанционных обучающих систем и представлена исчерпывающая статистика сферы дистанционного обучения, получим динамику, характерную для большинства существующих аналогов. Возникшие различия были вызваны спецификой рассмотренной модели, а точнее, возможностью предоставления репетиторских услуг студентами более высоких уровней.

## 2. Математическая модель равновесного ценообразования

Рассмотрим подробнее модель равновесного ценообразования, используемую для моделирования динамики цены на репетиторские услуги.

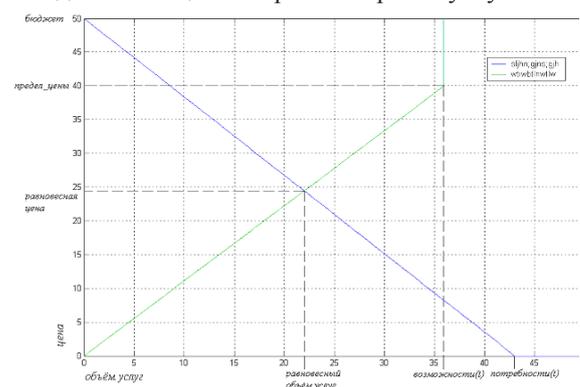


Рис. 1. Спрос и предложение на репетиторские услуги

Прямая спроса характеризуется параметром *бюджет*, который задаётся заранее. Это максимальная цена, которую ученик готов заплатить за час работы с преподавателем. *Потребности(t)* есть сумма всех запросов на получение репетиторских услуг. Эта величина зависит от времени, а вследствие этого прямая спроса также изменяется во времени.

Предложение зависит от параметра *предел\_цены*. Это та цена, по которой преподаватель готов работать максимально доступное количество

времени. Этот параметр тоже задаётся заранее. В данной модели он учитывает загруженность преподавателя собственным образованием. Чем больше он имеет свободного времени, тем охотнее готов тратить его на предоставление репетиторских услуг и тем ниже его *предел цены*. *Возможности (t)* соответственно есть количество свободного времени у преподавателей. Прямая предложения, как и прямая спроса, зависит от времени.

Эти зависимости порождают постоянное колебание цены. В реальных условиях, конечно же, невозможно резкое изменение цены за короткий промежуток времени, поэтому вводится ограничение на изменение цены в единицу времени: шаг цены. Этот параметр также входит в число начальных параметров модели и характеризует инертность рынка.

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ, ЗАДАЮЩИХ ДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ МОДЕЛИ**

Полученная система дифференциальных уравнений слишком сложна для того, чтобы решить её аналитически. Тем не менее если добавить некоторые упрощающие допущения, то становится возможным получить аналитическое решение.

Итак, рассмотрим следующую систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \text{уровень}_1 = \text{вход}(t) - \min(\text{вход}(t - \tau_1(t)), \text{уровень}_1(t)); \\ \frac{d}{dt} \text{уровень}_2 = \min(\text{вход}(t - \tau_1(t)), \text{уровень}_1(t)) - 0.9 \min(\text{вход}(t - 2\tau), \text{уровень}_2(t)); \\ \frac{d}{dt} \text{уровень}_3 = 0.9 \min(\text{вход}(t - 2\tau), \text{уровень}_2(t)) - 0.9 \times 0.9 \min(\text{вход}(t - 3\tau), \text{уровень}_3(t)). \end{cases}$$

В этой системе время обучения считается фиксированным и одинаковым для всех. Доля учеников, не покидающих уровень, составляет 10%. При таких допущениях можно решать эту систему последовательно: сначала найти функцию численности первого уровня, потом – второго и в конце – третьего.

Рассмотрим периодическую функцию входного потока студентов:

$$\text{вход}(t) = \begin{cases} 0, & t < 0; \\ 1 + \sin(t), & t \geq 0. \end{cases}$$

Решив систему уравнений при этой функции входа и при начальных условиях  $\text{уровень}_1=0, \text{уровень}_2=0, \text{уровень}_3=0$  при  $t = 0$ , получим следующий результат:

$0 < t < \tau$ :

$\text{уровень}_1 = t - \cos(t) + 1;$

$\text{уровень}_2 = 0;$

$\text{уровень}_3 = 0;$

$\tau < t < 2\tau$ :

$\text{уровень}_1 = \tau - \cos(t) + \cos(t - \tau);$

$\text{уровень}_2 = 1 - \tau + t - \cos(t - \tau);$

$\text{уровень}_3 = 0;$

$2\tau < t < 3\tau$ :

$\text{уровень}_1 = \tau - \cos(t) + \cos(t - \tau);$

$\text{уровень}_2 = 0, 1t + 0, 1 - 0, 8\tau - \cos(t - \tau) + 0, 9 \cos(t - 2\tau);$

$\text{уровень}_3 = 0, 9 - 1, 8\tau + 0, 9t - 0, 9 \cos(t - 2\tau);$

$t < 3\tau$ :

$\text{уровень}_1 = \tau - \cos(t) + \cos(t - \tau);$

$\text{уровень}_2 = 0, 1t + 0, 1 - 0, 8\tau - \cos(t - \tau) + 0, 9 \cos(t - 2\tau);$

$\text{уровень}_3 = 0, 09 + 0, 63 \tau + 0, 09t - 0, 9 \cos(t - 2\tau) + 0, 9 \cos(t - 3\tau).$

Для наглядности изобразим решение на графике (рис. 2).

Все три функции количества студентов на уровнях на любом временном отрезке можно представить в виде суммы двух функций: периодической, в которую входят косинусы с разной амплитудой и фазой, и неперiodической, задающей прямую (на рис. 2 она изображена пунктиром для первого и второго уровней).

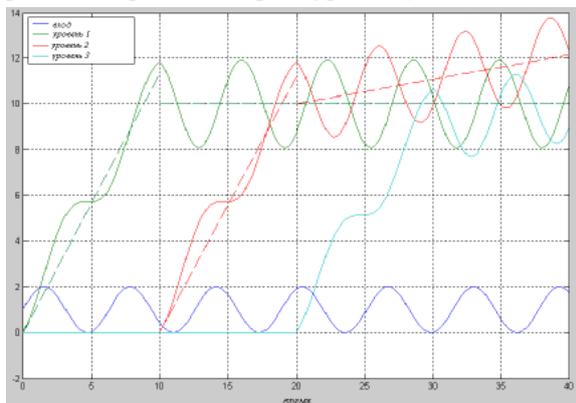


Рис. 2. График решения СДУ для случая периодической функции входа

Непериодическая часть указывает на тенденцию развития динамики уровня, а периодическая формирует колебания численности относительно прямой развития. Из графика видно, что пока первый уровень не покидают студенты, его численность без учёта периодической составляющей растёт. После того как появляются студенты, переходящие на следующий уровень, численность уровня

начинает колебаться относительно некоторого постоянного значения. Поведение численностей второго и третьего уровней такое же, с тем отличием, что после начала оттока студентов с уровней всё равно остаётся тенденция к росту, но уже с меньшей скоростью. Это связано с желанием части студентов прекратить обучение и постоянно преподавать.

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ НА ДИНАМИКУ СИСТЕМЫ 1. Модель при стандартных параметрах

Рассмотрим модель при стандартных параметрах:

- Функция входного потока новичков  $вход(t)$  представляет собой синусоиду, то есть количество новых студентов подвержено сезонным колебаниям.
- Доли учебного времени  $самообучение(t)$ ,  $работа\_с\_репетитором(t)$  и  $преподавание(t)$  тоже синусоидальны. Они моделируют учебный процесс, при котором больше всего времени студент уделяет учёбе в середине недели, отдыхая во время выходных. Учебное время делится между различными типами учебной активности в пропорции 2:1:1 соответственно.
- Количество учебного материала на каждом из уровней  $сложность\_уровня$  равно количеству материала, усваиваемого за 30 дней студентами со средними показателями усвоения знаний. Другими словами, уровень построен таким образом, чтобы средний студент тратил на его изучение 1 месяц.
- В начальный момент времени в системе студентов нет.
- 5% учащихся принимают решение не переходить на следующий уровень, а оставаться на текущем и зарабатывать деньги репетиторством.

На рис. 3 показаны итоговые графики, первый из них отражает динамику численности уровней, а второй – динамику цен. В легенде второго графика *цена 1* означает цену на репетиторские услуги, которые студенты второго уровня оказывают студентам первого, *цена 2* – цена на услуги, предоставляемые третьим уровнем второму, и *цена 3* – услуги четвёртого третьему соответственно.

Ясно видно, что результаты компьютерного моделирования с помощью пакета математических программ MatLab находятся в соответствии с результатами, полученными аналитическим решением системы дифференциальных уравнений. На графиках динамики численности уровней яв-

но виден синусоидальный характер решения системы дифференциальных уравнений, а также запаздывание уровня относительно предыдущего, равное времени обучения на предыдущем уровне. Различные значения этого времени в разные моменты наблюдения вызывают дрожание графиков относительно стандартной синусоиды.

Численности всех уровней, кроме первого, имеют тенденцию к росту. Это связано с тем, что 5% студентов не переходят на следующий уровень, а предпочитают оставаться на текущем для преподавательской деятельности. Сама собой на первом уровне такая ситуация возникнуть не может.

Тенденции изменения цен тоже очевидны. Поскольку количество преподавателей на втором уровне постоянно растёт, а число студентов на первом колеблется относительно постоянной величины, иными словами, спрос не меняется, а предложение растёт, то равновесная цена стремится к уменьшению. Для цены между вторым и третьим уровнем ситуация обратная: здесь спрос растёт быстрее предложения, поскольку первый уровень в отличие от второго покидают все студенты, завершившие обучение. Это влечёт за собой смещение равновесной цены в сторону увеличения. Цена на услуги между третьим и четвёртым уровнями не меняется настолько сильно, но тоже уменьшается из-за того, что преподавателей на четвёртом уровне больше, чем студентов на третьем.

### 2. Влияние характера функции потока новых студентов

Изменим функцию мощности входного потока новичков таким образом, чтобы уменьшилась амплитуда сезонных колебаний. Согласно теоретическим расчётам, это должно привести к уменьшению колебаний периодической части решения, при этом непериодическая часть не изменится.

Теоретические предположения подтверждаются результатами моделирования, которые можно видеть на рис. 4. В случае б) амплитуда сезонных колебаний уменьшена по сравнению со стандартными параметрами в пять раз.

Значит, чем стабильнее будет поток новых студентов обучающей системы, тем стабильнее будет развиваться её динамика и, как следствие, тем легче будет предсказать её поведение.

### 3. Влияние объема знаний, необходимого для перехода на следующий уровень

Ещё один важный параметр системы – сложность уровня, объём знаний, необходимый для перехода на следующий уровень. Согласно аналитическому решению, увеличение этого объёма

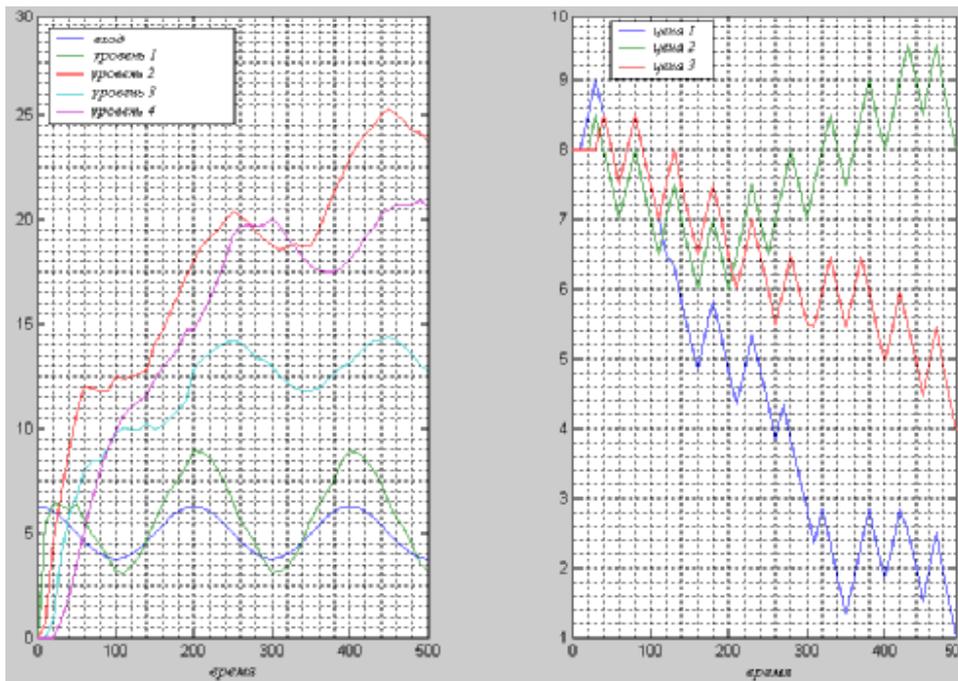


Рис. 3. Динамика численности уровней системы и цен на репетиторские услуги при стандартных параметрах

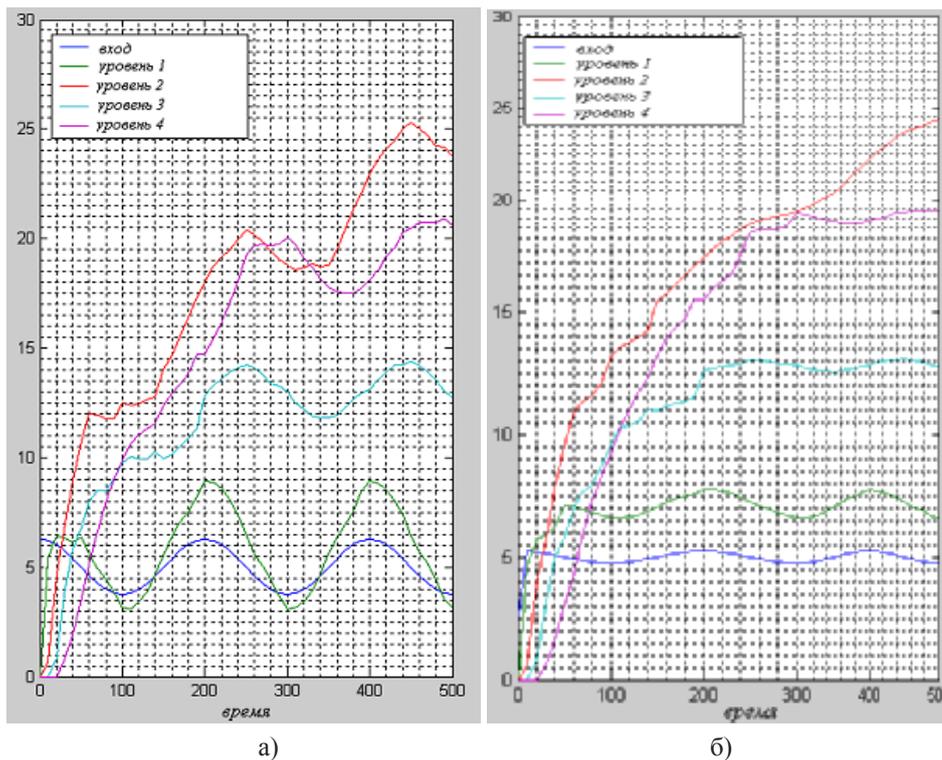


Рис. 4. Динамика численности уровней а) – амплитуда функции входного потока 1,25; б) – 0,25

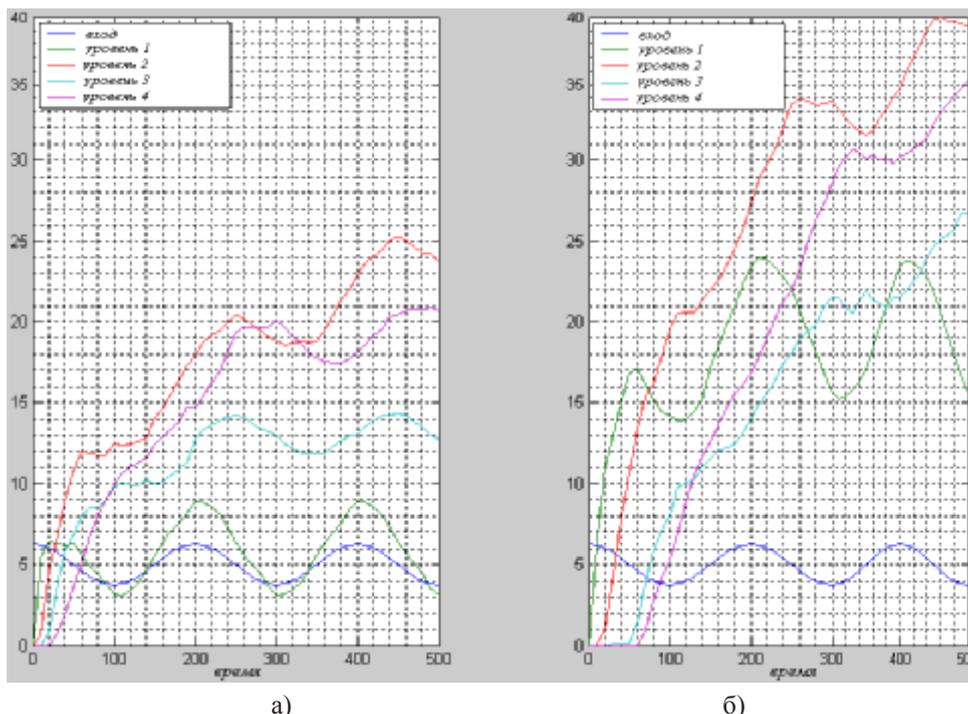


Рис. 5. Динамика численности уровней для сложности уровней : а) – студенты со средними способностями затрачивают на изучение уровня 30 дней, б) – 60 дней

знаний выгодно для системы, потому что увеличивается время обучения  $\tau$ , позднее наступает равновесие между входящим и исходящим потоками на уровне, и, следовательно, на уровень приходит большее количество студентов.

Экспериментальные результаты в сравнении со стандартной сложностью уровня можно видеть на рис. 5.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе заданных требований к автономной и многоуровневой системе индивидуального обучения построена математическая модель, отражающая динамику численности студентов.

Проведены аналитический и экспериментальный анализы построенной модели, результаты которых совпадают в пределах сделанных допущений.

Изучено влияние изменений начальных параметров модели на динамику, на основе полученных результатов выделим следующие свойства системы:

1. Стабильность потока новых студентов обеспечивает предсказуемость динамики системы.
2. Для повышения количества студентов нужно повышать объём знаний, который нужно

изучить на уровне, объединять разделы в более крупные.

3. Оптимальная начальная цена – цена, максимально приближённая к равновесной цене на начальном этапе работы системы.

#### Литература

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 2003. – 616 с.
2. Чекалов А.П., Шаповалов С.П. Организация автоматизированного контроля знаний на основе четырехуровневой модели / Информационные технологии в высших учебных заведениях: [Сборник материалов / Кол. авторов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2001. – С. 107–111.
3. Лебединский И.Л., Ноздренков В.С., Романовский В.И. Информационная модель оценки знаний обучаемого, учитывающая время, затраченное на выполнение конкретного задания // Вестник СумДУ. – 2005. – №9(81). – С. 76–82.
4. The World's Premier Online Directory of Education. – [www.worldwidelearn.com](http://www.worldwidelearn.com).

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 579.846.2.017 (575. 2)(04)

**Влияние минеральной среды на биоокисление сульфидного концентрата мезофильным штаммом *Acidithiobacillus ferrooxidans***

Е.Л. ШПОТА, м. н. с.,  
Институт химии и химической технологии НАН КР

Mineral media influence on sulphidic concentrate iron oxidation by mesophilic strain of *Acidithiobacillus ferrooxidans* were studying. The data on oxidation of sulphidic iron by bacterial culture under different conditions is represented in this study.

Для биоокисления/биовыщелачивания сульфидного концентрата необходимо поддержание окисляющей микрофлоры в активном состоянии на протяжении всего биотехнологического процесса.

Концентрация минеральных солей оказывает значительное влияние на развитие микрофлоры и, как результат – биоокисление сульфидного концентрата. Наиболее заметно влияют соли, содержащие азот и фосфор. Они входят в состав среды 9К, разработанной еще в 50- годах XX века для культивирования *Acidithiobacillus ferrooxidans* (1). Во всех экологических нишах нехватка азота и фосфора ограничивает рост бактерий. В условиях биотехнологического процесса своевременная подача минерального питания может продлить процесс окисления и, соответственно – более полного использования сырья. Поэтому изучение биоокисления железа в зависимости от минерального питания микроорганизмов необходимо проводить во всех биотехнологических процессах и видах сульфидных концентратов, используемых для выщелачивания.

**Методы исследования**

Окисление проходило в колбах на 250 мл при температуре 22° С, рН среды поддерживал-

ся доведением серной кислотой до 2,5. В колбы вносился концентрат в количестве 10 г, добавлялась 0,15 н серная кислота – 50 мл и микрофлора, содержащая разбавленную в 5 раз, частично использованную в предыдущем процессе среду 9К – 50 мл. В опытные варианты, кроме этого, вносились в сухом виде минеральные соли: 1 – сульфат аммония (СА) – 300 мг; 2 – дигидроортофосфат калия (ДГОФ) – 50 мг; 3 – сульфат аммония – 300 мг и 50 мг дигидроортофосфат калия (СА + ДГОФ). Содержимое колб периодически перемешивалось в течение 28 суток, затем проводились анализы на содержание окисленного и восстановленного железа, а также общего выщелоченного железа в жидкой фазе и осадке. Общее выщелоченное железо определялось по методике (1). Это сумма железа в жидкой фазе и осадке.

Восстановленное и окисленное железо определялось по модифицированным методикам (2, 3).

**Результаты и обсуждение**

В результате наблюдений было отмечено образование рыхлого осадка в колбе, содержащей СА – 1, и очень плотного осадка, в колбе, содержащей ДГОФ – 2. В колбе, содержащей оба этих

Таблица 1. Содержание восстановленного и окисленного железа (мг) в контроле и опытных вариантах

Опыты	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Сумма
Контроль			
Жидкая фаза	97	30	127
Осадок	42	1	43
Сумма	139	31	170
Опыт 1 (СА)			
Жидкая фаза	77	38	115
Осадок	41	18	59
Сумма	118	56	174
Опыт 2 (ДГОФ)			
Жидкая фаза	77	33	110
Осадок	46	51	97
Сумма	123	84	207
Опыт 3 (ДГОФ+СА)			
Жидкая фаза	67	82	149
Осадок	46	29	75
Сумма	113	111	224

вещества –3, осадок был обычным, таким же, как в контроле – К.

Определение общего выщелоченного железа в жидкой фазе и осадке показало, что наибольшее количество находится в колбе 3, содержащей и азот и фосфор. На втором месте – в колбе, содержащей фосфор.

Железо в жидкой фазе в наибольшем количестве содержится также в колбе 3, а наименьшее в колбе 2, содержащей фосфат, который способствует формированию осадка. Соответственно, окисленное железо в осадке больше всего обнаруживалось в колбе 2 с добавлением фосфата.

При вычислении отношения общего восстановленного железа к общему окисленному – Fe<sup>2+</sup> / Fe<sup>3+</sup>, обнаружилась закономерность, представленная на рисунке 1.

Как видно из гистограммы рисунка 1, наименьшее окисление произошло в контроле, где

концентрация солей меньше среды 9К в 5 раз. На втором месте – опытный вариант с внесением сульфатом аммония (СА), на третьем – дигидроортофосфата калия (ДГОФ).

Наиболее окисленным оказался опытный вариант с внесением обеих солей.

Расчет процентного отношения окисленного железа к общему выщелоченному, представленному на гистограмме рисунка 2, показал также наибольшее окисление в колбе с внесением обеих солей.

Влияние магния и калия в работе не оценивалось, но эти элементы, также входящие в среду 9К, общепринятую для культивирования биоокислителей железа и серы, несомненно, оказывают влияние на развитие микрофлоры в биотехнологическом процессе.

Таким образом, очевидна необходимость дополнительного внесения минеральных солей



Рис. 1. Отношение восстановленного железа к окисленному – Fe<sup>2+</sup> / Fe<sup>3+</sup> в контроле и опытных вариантах

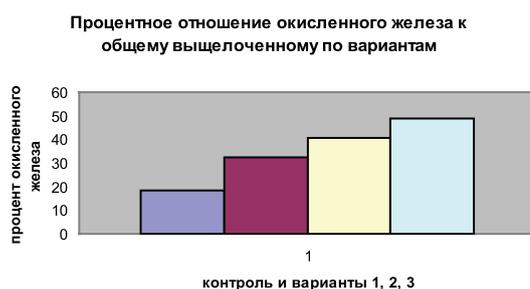


Рис. 2. Процентное отношение общего окисленного железа Fe<sup>3+</sup> к общему выщелоченному железу

в процессе биоокисления, в результате которого происходит не только химическая работа, но и строительство самих клеток бактерий, получающих энергию от окислительных реакций.

Количество железа в осадке или в жидкой фазе зависит от рН среды. Чем выше рН, тем больше железа находится в осадке.

#### *Литература*

1. Биогеотехнология металлов. Под ред. Каравайко Г. И. – М., 1985.
2. Файнберг С. Ю., Филиппова Н. А. Анализ руд цветных металлов. – М., 1963. – С. 430.
3. Гиллебранд В. Ф. и др. Практическое руководство по неорганическому анализу. – М., 1970. – С. 727.

УДК 577.16 + 541.128

## **Трансальдимирование энантиомеров аланина под действием пиридоксала**

---

Ф.В. ПИЩУГИН, член-корр. НАН КР, зав. лабораторией  
ИХиХТ НАН КР

И.Т. ТУЛЕБЕРДИЕВ, н. с. к. х. н., ИХиХТ

А. СУЛТАНКУЛОВА, с. н. с., к. х. н., КРСУ

Б.Б. ТОКТОСУНОВА, доцент, к. х. н., Горно-геологический  
институт

В.В. БУРАКОВ, м. н. с., ИХиХТ

---

This Article is devoted studying of influence of the sterical factors pyridoxyliden-L- $\alpha$ -alanine with D- $\alpha$ -alanine and pyridoxyliden-D- $\alpha$ -alanine with L- $\alpha$ -alanine in various conditions.

Аминокислоты, за исключением глицина, оптически активные соединения, т. е. соединения, имеющие хиральные центры. Подавляющее количество аминокислот имеют один хиральный центр, за исключением изолейцина, треонина и 4-гидроксипролина, имеющих два хиральных центра. Количество стереоизомеров определяется по формуле  $2^n$ , где  $n$  – количество хиральных центров. Для построения пространственной структуры белков  $\alpha$ -аминокислоты человека и животных используются исключительно L-стереоизомерной формы. С этим связана стереоспецифичность действия ферментов с теми субстратами, которые имеют определенную конфигурацию.

$\alpha$ -аминокислоты D-ряда не используются для построения белков человеческого организма.

D- $\alpha$ -аминокислоты встречаются во многих пептидах, продуцируемых микроорганизмами, входят в состав биополимеров их клеточной ткани.

Введение в структуру белков и ферментов D- $\alpha$ -аминокислот вызывает негативные биохимические процессы, которые в конечном счете могут привести к фатальному исходу.

Одним из возможных путей включения D- $\alpha$ -аминокислот в структуру белков человеческого организма является процесс трансальдимирования белков, содержащих лизин, под действием кофермента-пиридоксала, или пиридоксаль-5'-фосфата.

Изучение процесса трансальдимирования аминокислот в ферментативных системах представляет огромные трудности из-за очень быстро-

го и часто неоднозначного биохимического процесса. Поэтому в настоящее время для решения этой важной проблемы используют модельные соединения – продукты конденсации коферментов с L- $\alpha$ -аминокислотами и D- $\alpha$ -аминокислоты.

Работа посвящена изучению стереохимических факторов взаимодействия пиридоксалиден-L- $\alpha$ -аланина с D- $\alpha$ -аланином и пиридоксалиден-D- $\alpha$ -аланина с L- $\alpha$ -аланином в различных условиях.

Изучение кинетики и механизма трансальдемиривания L- $\alpha$ -аланина и D- $\alpha$ -аланина под действием пиридоксалида УФ-спектрофотометрическим методом показало, что реакция протекает через две кинетически различимые стадии: 1 – стадия присоединения аминокислот к основанию Шиффа с образованием промежуточного продукта – аминаля, 2 – стадия отщепления одного из энантиомеров аминокислот с образованием нового основания Шиффа. Это доказывается кинетическими кривыми в зависимости изменения оптической плотности смеси реагирующих растворов во времени. На первой стадии – стадии присоединения – происходит в обоих случаях резкое уменьшение оптической плотности смеси растворов, а затем, на второй стадии, увеличение оптической плотности за счет образования нового основания Шиффа (рис. 1).

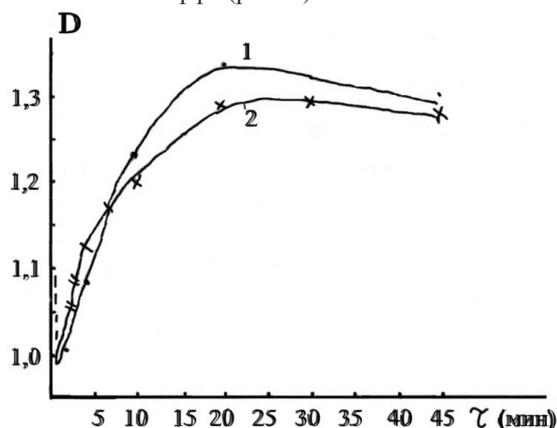


Рис. 1. Изменение оптической плотности смеси 0,01 М растворов пиридоксалиден-L- $\alpha$ -аланина с D- $\alpha$ -аланином (1) и пиридоксалиден-D- $\alpha$ -аланина с L- $\alpha$ -аланином (2) во времени (90% -ый спиртово-водный буферный раствор; pH 6,65; T 20°C)

При таком предполагаемом механизме трансальдемиривания на стадии присоединения аминокислоты к основанию Шиффа должен возникнуть хиральный центр. Изучение кинетики

и механизма трансальдемиривания энантиомеров аланина поляриметрическим методом показало, что при сливании растворов в начальный момент времени наблюдается резкое понижение положительного удельного угла вращения при взаимодействии пиридоксалиден-L- $\alpha$ -аланина с D- $\alpha$ -аланином (стадия присоединения), а затем медленно положительный удельный угол вращения уменьшается, переходя в отрицательный, на стадии отщепления L- $\alpha$ -аланина и образования пиридоксалиден-D- $\alpha$ -аланина. Обратная картина наблюдается при взаимодействии пиридоксалиден-D- $\alpha$ -аланина с L- $\alpha$ -аланином. На первой стадии наблюдается вначале резкое уменьшение отрицательного удельного угла вращения, а затем медленно удельный угол вращения переходит от отрицательного значения в положительное на стадии дезаминирования и образования нового основания Шиффа (рис. 2).

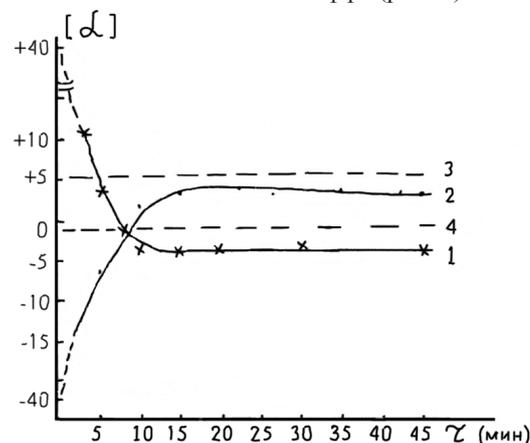
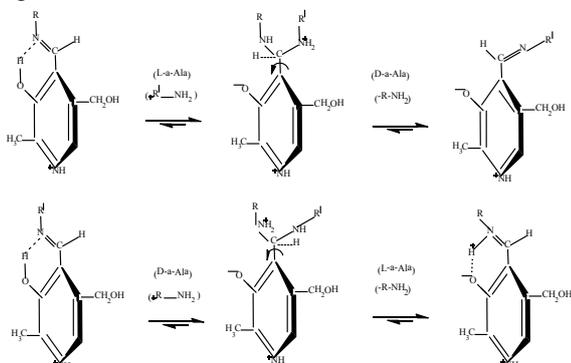


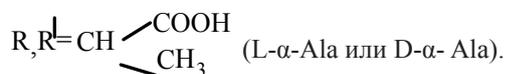
Рис. 2. Изменение удельных углов вращения при взаимодействии пиридоксалиден-L- $\alpha$ -аланина с D- $\alpha$ -аланином (1) и пиридоксалиден-D- $\alpha$ -аланина с L- $\alpha$ -аланином (2), 3 –  $[\alpha]$  – L- $\alpha$ -аланин, 4 –  $[\alpha]$  – D- $\alpha$ -аланин (90%-ный буферный раствор; pH 6,65; T 20°C)

Изучение кинетики и механизма взаимодействия пиридоксалида с L- $\alpha$ - и D- $\alpha$ -аланинами с использованием программы Nupreg Chem показало, что в результате присоединения этих аминокислот к карбонильной группе кофермента образуются в качестве промежуточных продуктов – аминали с различным расположением и аминных фрагментов в них и в основаниях Шиффа относительно плоскости пиридинового цикла. Эти соединения, по всей вероятности, имеют различные знаки и величины удельных углов вращения. Аналогичные зависимости структур промежуточных про-

дуктов – аминалей и новых оснований Шиффа наблюдаются в реакциях трансальдимирования с L-α-аланина и D-α-аланина под действием пиридоксала. Механизм трансальдимирования можно представить:



где:



Таким образом, результаты кинетических и структурных исследований позволили сделать ряд важных для биохимии и ферментативных проблем выводы.

1. В продуктах взаимодействия пиридоксала с L-α- и D-α- аминокислотами аминные фрагменты в основаниях Шиффа развернуты относительно плоскости пиридинового фрагмента на ~90°.

2. При трансальдимировании оснований Шиффа с аминокислотами реагент атакует  $\text{C}=\text{N}^+$ -связь вдоль ее плоскости расположения.

3. Структура образующихся промежуточных продуктов, их оптические свойства (величины и

знак удельных углов вращения) определяются различным расположением аминных фрагментов относительно плоскости пиридинового кольца.

4. По всей вероятности, включения аминокислотных фрагментов в белки, пептиды и ферменты происходят путем трансальдимирования пиридоксалиден-ε-лизина с аминокислотами.

#### Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования использовались L-α- и D-α- аланины производства фирмы Reanal, Венгрия, пиридаксаль гидрохлорид марки “ХЧ” фирмы Ferak, Berlin. Основания Шиффа синтезировались и идентифицировались по методикам, приведенным в работе [1–4].

Кинетику трансальдимирования измеряли в термостатированных кюветах и поляриметрических трубках. Термостатирование проводилось при помощи термостата U-4 с точностью до ±0, 1°С. За начало реакции принимался момент сливания растворов. Идентификацию продуктов реакции проводили методами элементного анализа, УФ-, ИК- спектроскопии, поляриметрии.

#### Литература

1. Пицугин Ф.В., Тулебердиев И.Т. ЖОХ, 2005. – Т. 75. – Вып. 9. – С. 1538.
2. Пицугин Ф.В., Тулебердиев И.Т. ЖОХ, 2008. – Т. 78. – Вып. 6. – С. 997.
3. Пицугин Ф.В., Тулебердиев И.Т. ЖОХ, 2009. – Т. 79. – Вып. 1. – С. 120.
4. Пицугин Ф.В., Тулебердиев И.Т. ЖОХ, 2010. – Т. 80. – Вып. 9. – С. 1518.
5. Мецлер Д. Биохимия. – М.: Мир, 1980, –Т. 2. – С. 224.
6. Браунштейн А.Е., Шемякин М.М. Биохимия. – 1953. – Т. 18. – № 4. – С. 393.

УДК 547.466.123.541, 4(04)

## **ИК-спектроскопическое исследование комплексных соединений галогенидов металлов с ароматическими и гетероциклическими аминокислотами**

---

Ч.К. ШАПАКОВА, к. х. н.,  
И.А. ДЖУМАЕВ, к. х. н.,  
Д.С. КАСЫМОВА, к. х. н., Институт химии и химической  
технологии НАН КР, г. Бишкек

---

On research results IR-spectroscopy analysis phenylalanine, tyrosine, tryptophan to be coordinated through nitrogen of amine groups and oxygen of carboxylic groups was established.

Рамки доступных аминокислот с другими функциональными группами в боковой цепи были чрезвычайно расширены химиками-органиками, которые разработали различные методы энантио-селективного синтеза, например, ароматические группы [1], сахара [2] или органические кофакторы, такие, как, пиридоксамин [3] и флаavin [4]. Последние два примера иллюстрируют потенциал неприродных аминокислот в качестве каталитически активных компонентов для дизайна новых материалов. Комплексные соединения аминокислот, ковалентно связанные с синтетическими полиден-тантными хелатными лигандами, являются интересными строительными блоками в качестве полифункциональных катализаторов. Эти комплексы разработали для фармацевтического применения, например, конъюгаты лизина с ЭДТА или ЭДТА-родственные лиганды [5–7], а также бипиридин, модифицированный аланин [8–9].

В настоящей статье приводятся данные по ИК-спектроскопическому исследованию структуры комплексных соединений ароматических аминокислот с галогенидами металлов.

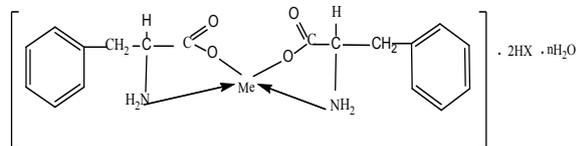
В нашем исследовании изучены комплексные соединения галогенидов металлов с аро-

матическими (фенилаланин, тирозин) и гетероциклическими аминокислотами (триптофан). Теоретически возможны три типа комплексных соединений: а) донорно-акцепторные комплексы металлов через атом азота; б) в случае тирозина в комплексообразовании могут участвовать атом кислорода гидроксильной группы, а в случае триптофана – азот индольной группы; в) комплексные соединения хелатного типа, образующиеся в результате координации металла через атом азота и кислорода карбоксильной группы. С целью выяснения наличия связи металл – лиганд и того, за счет каких функциональных групп она осуществляется, нами были сняты ИК-спектры поглощения исходных веществ и полученных комплексных соединений в области 400–4000 см<sup>-1</sup> на спектрометре Nicolet Impact 420 в таблетках KBr.

При интерпретации ИК-спектров вновь полученных соединений учитывался тот факт, что в образовании связи металл – лиганд могут принимать участие атомы кислорода и азота, гидроксильная группа тирозина и гетероатом триптофана, поэтому достаточно было проследить изменение частот валентных и деформацион-

ных колебаний  $\text{NH}_3^+$  группы, а также изменение частот ионизированной карбоксильной группы, особенно частот асимметричных колебаний, т. к. колебания этой группы наиболее чувствительны к влиянию координации и межмолекулярного взаимодействия, а также частот гидроксильной и индольной групп [10]. В спектрах аминокислот отсутствуют полосы валентных колебаний в области  $3300 - 3500 \text{ см}^{-1}$ , а наблюдается интенсивная уширенная полоса поглощения при  $3100 - 2600 \text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к  $\text{NH}_3^+$  группе, частично перекрываемую валентными колебаниями С-Н-связи ароматического и гетероароматического кольца. Множественные комбинации и обертоны полос продолжают до  $2000 \text{ см}^{-1}$ . Слабые асимметричные полосы поглощения деформационных колебаний  $\text{NH}_3^+$  находятся в области  $1660 - 1610 \text{ см}^{-1}$ , а довольно сильные симметричные деформационные полосы колебаний этой группы располагаются ближе, в области  $1550 - 1485 \text{ см}^{-1}$ . Интерпретация ионизированной карбоксильной группы в аминокислотах не вызывает особой трудности в первую очередь из-за характерной уширенной формы пика и его высокой интенсивности, связанной с наличием связи С-О-М, имеющей большую полярность. Так, в спектре аминокислот отсутствуют полосы поглощения в области  $1700 \text{ см}^{-1}$ , соответствующие колебаниям неионизированной карбоксильной группы, появляются сильные полосы поглощения в области  $1600 - 1500 \text{ см}^{-1}$  и слабые полосы поглощения в области около  $1400 \text{ см}^{-1}$ , типичные для ионизированной карбоксильной группы. Эти полосы являются результатом асимметричных и симметричных валентных колебаний  $(\text{COO}^-)$ - группы [10–12]. В нашем случае для фенилаланина  $\nu_{\text{ас}}(\text{COO}^-) = 1619, 3 \text{ см}^{-1}$  и  $\nu_{\text{с}}(\text{COO}^-) = 1341 \text{ см}^{-1}$ , тирозина  $1609 \text{ см}^{-1}$  и  $1416 \text{ см}^{-1}$ , триптофана  $1667, 4$  и  $1415 - 1456 \text{ см}^{-1}$  соответственно. В ИК-спектре фенилаланина (рис. 1) широкая полоса в области  $3067 - 2957 \text{ см}^{-1}$  может быть отнесена к валентным колебаниям  $\text{NH}_3^+$  группы. Наблюдаемая полоса поглощения средней интенсивности находится в области  $1588, 7 - 1506 \text{ см}^{-1}$  и принадлежит к асимметричным деформационным колебаниям  $\text{NH}_3^+$  группы. В ИК-спектрах всех комплексов металлов с фенилаланином имеются полосы в области  $3150 - 3407 \text{ см}^{-1}$ , обусловленные валентными колебаниями аминогруппы. Наблюдаемый сдвиг валентных колебаний аминогруппы в сторону низких значений по сравнению с ее положением для свободной аминогруппы ( $3300 - 3500 \text{ см}^{-1}$ ), по-видимому,

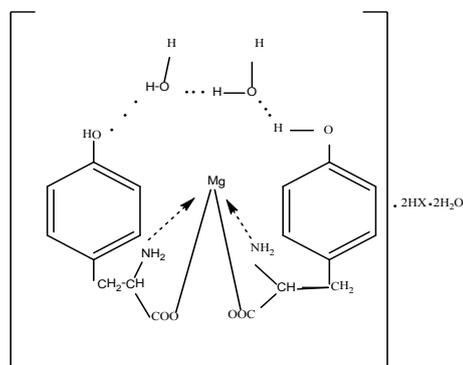
свидетельствует о комплексообразовании и позволяет предположить координацию аминокислотного лиганда с металлами через атом азота. Полосы, обусловленные валентными колебаниями депротонированной карбоксильной группы, обычно находятся в диапазоне  $1600 \text{ см}^{-1} \nu_{\text{ас}}(\text{COO}^-)$  и  $1410 \text{ см}^{-1} \nu_{\text{с}}(\text{COO}^-)$ . В ИК-спектрах комплексных соединений (рис. 2) полосы поглощения асимметричных колебаний карбоксильной группы лежат в области  $1623 - 1648 \text{ см}^{-1}$ , а симметричных колебаний – в области  $1341 - 1312 \text{ см}^{-1}$ . Это подтверждает возможность комплексообразования через атом кислорода карбоксильной группы, связанной с атомом  $\alpha$ -углерода. Таким образом, на основании вышеуказанных данных ИК-спектров можно сделать вывод, что комплексообразование происходит через атом кислорода карбоксильной группы и атом азота аминной группы. Комплекс имеет следующий вид:



Интерпретацию ИК-спектров комплексных соединений с тирозином проводили с учетом литературных данных [13, 14]. Как все аминокислоты, тирозин существует в цвиттер-ионной форме. Кроме карбоксильной и аминной группы, у тирозина имеется и гидроксильная группа, находящаяся в *п*-положении. Свободная, неассоциированная гидроксильная группа фенолов имеет узкую полосу поглощения в области  $3670 - 3500 \text{ см}^{-1}$ . Участие гидроксильной группы в образовании межмолекулярных связей проявляется в смещении полосы поглощения в сторону меньших частот и в значительном увеличении ее интенсивности. Образование внутримолекулярной водородной связи приводит к появлению узкой полосы поглощения в области  $3590 - 3420 \text{ см}^{-1}$ . Водородная связь хелатного типа проявляется в виде очень широкой размытой полосы поглощения в области  $3200 - 2500 \text{ см}^{-1}$ . В ИК-спектре тирозина полоса поглощения в области  $3200 - 3125 \text{ см}^{-1}$  относится к валентным колебаниям ОН-фенольной группы (рис. 3). Полоса поглощения низкой интенсивности в диапазоне  $3039 - 2961 \text{ см}^{-1}$  отвечает колебанию аммонийной группы ( $\text{NH}_3^+$ ), которая частично перекрывается полосой колебания С-Н ароматического кольца. Деформационные колебания  $\text{NH}_3^+$  группы лежат в области  $1589 \text{ см}^{-1}$ . Полосы поглощения в области  $1609 \text{ см}^{-1}$  и  $1435 \text{ см}^{-1}$

отвечают асимметричным и симметричным колебаниям ионизированной карбоксильной группы. В ИК-спектре тирозина с хлоридом кобальта (рис. 4) в длинноволновой области 3500 – 3000  $\text{см}^{-1}$  наблюдается уширенная полоса поглощения взаимно перекрывающихся OH- и  $\text{NH}_2$ -групп, связанных межмолекулярной водородной связью с комбинацией пиков  $-\text{CH}_2$   $\text{CH}$ - групп и обертонов, находящихся в указанном интервале вплоть до 2000  $\text{см}^{-1}$ , характерной для замещенных бензольных колец.

В области 1512  $\text{см}^{-1}$  находится деформационная полоса поглощения свободной аминогруппы, к которой примыкает пик (1612  $\text{см}^{-1}$ ), ответственный за асимметричное колебание ионизированной карбоксильной группы, и которая в принципе может принимать участие в комплексообразовании хелатного типа. Пик, лежащий в области 1410  $\text{см}^{-1}$ , обусловлен симметричным колебанием  $\nu_s$  ( $\text{COO}^-$ ) – группы. Так, в случае тирозина с хлоридом кобальта можно сделать вывод, что комплексообразование происходит через атом кислорода карбоксильной группы и атом азота. В ИК-спектре комплекса  $2\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3 \cdot \text{MgBr}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  присутствует уширенная полоса в области 3414–3570  $\text{см}^{-1}$ , которую можно с большой достоверностью отнести к гидроксильной группе молекулы тирозина, связанной межмолекулярной водородной связью с двумя молекулами кристаллизационной воды



Наличие характерного дублета в комплексе  $2\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3 \cdot \text{MgBr}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  3234–2930  $\text{см}^{-1}$  позволяет предположить, что аминогруппа находится в неионизированной форме. В комплексном соединении тирозина с бромидом магния, по данным ИК-спектроскопии, координация металла происходит по карбоксильной и аминогруппе, о чем свидетельствуют положение частот  $\text{COO}^-$  и  $\text{NH}_2$  группы, и их изменение. В комплексе эти полосы

поглощения лежат в области 1630  $\text{см}^{-1}$  и 1578  $\text{см}^{-1}$ , тогда как в свободной аминокислоте они находятся в районе 1609  $\text{см}^{-1}$  – 1589  $\text{см}^{-1}$  соответственно.

Следует отметить, что деформационной полосе поглощения  $\text{NH}_2$ -группы соответствует частота 1578–1512  $\text{см}^{-1}$ . Другие группы полос поглощения не участвуют в образовании комплекса, поэтому мы их исключили из обсуждения, тем более что положение их в ИК-спектрах практически не претерпело изменений.

Однако наличие уширенной полосы поглощения средней интенсивности, лежащей в области 1393  $\text{см}^{-1}$ , свидетельствует об образовании комплекса хелатного типа. При интерпретации ИК-спектров триптофана и полученных комплексных соединений:  $2\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2 \cdot \text{MgBr}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2 \cdot \text{CoBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2 \cdot \text{ZnI}_2$  учитывали тот факт, что в образовании связи металл – лиганд могут принимать участие атом кислорода карбоксильной группы, атом азота аминной группы и молекулы индола [15]. В спектре триптофана (рис. 5) присутствуют характерные интенсивные полосы поглощения ионизированной карбоксильной группы в области 1667, 41  $\text{см}^{-1}$ , отнесенные нами к асимметричному колебанию  $\text{COO}^-$ -группы, которые перекрываются частично деформационными колебаниями  $\text{NH}_2$ - группы. Подтверждением правильности отнесения полосы поглощения карбоксильной группы может служить присутствие полос поглощения средней интенсивности в области 1415 – 1456  $\text{см}^{-1}$ , обусловленное симметричным колебанием  $\text{COO}^-$  группы [15]. Наблюдаемая в интервале 3074 – 2554  $\text{см}^{-1}$  полоса поглощения низкой интенсивности относится к колебаниям аммонийной группы ( $\text{NH}_3^+$ ), которая частично перекрывается C-H-колебаниями ароматического кольца. Кроме того, в ИК-спектре наблюдается интенсивная полоса поглощения вторичной аминной группы в области 3405  $\text{см}^{-1}$ , принадлежащая атому азота гетероароматической системы. В ИК-спектрах комплексов (рис. 6) в области 1609–1467  $\text{см}^{-1}$  проявляется деформационная полоса поглощения свободной аминогруппы, а полоса поглощения в области 1653–1646  $\text{см}^{-1}$  соответствует асимметричному колебанию ионизированной карбоксильной группы, которая в принципе может принимать участие в комплексообразовании хелатного типа. Пик, лежащий в области 1415–1338  $\text{см}^{-1}$ , обусловлен симметричными колебаниями  $\nu_s$  ( $\text{COO}^-$ )-группы. Поглощение гетерокольца в комплексах и лиганде не изменяется. Это свидетельствует о том, что

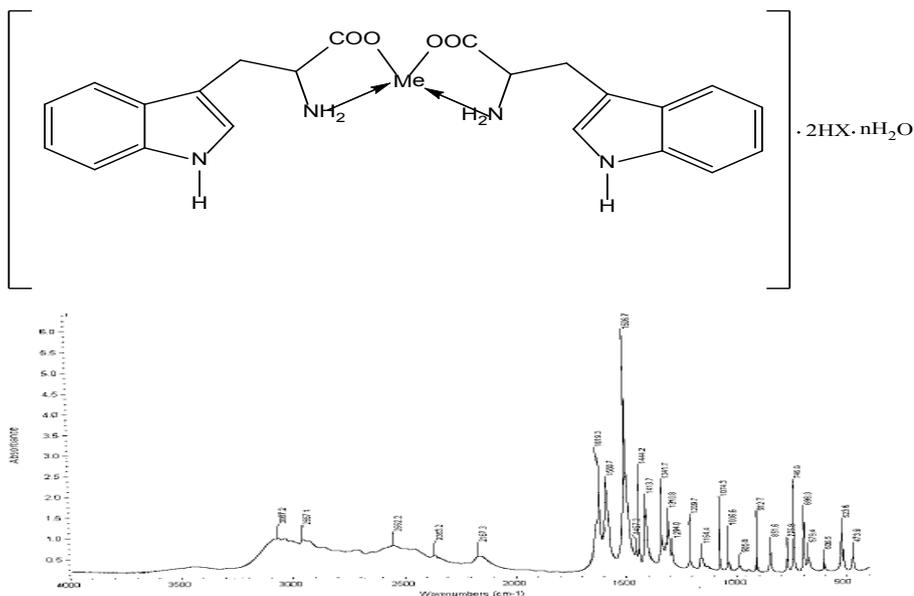


Рис. 1. ИК- спектр фенилаланина

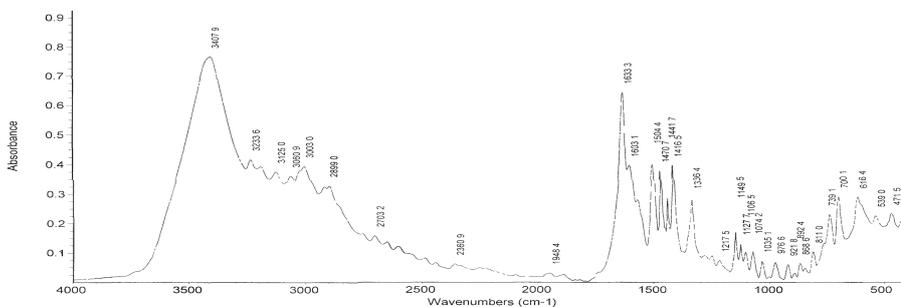


Рис. 2. ИК-спектр  $2C_9H_{11}NO_2 \cdot MgBr_2 \cdot 3H_2O$

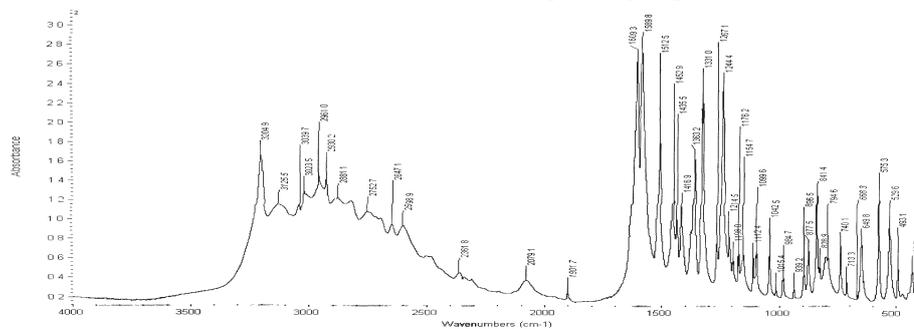


Рис. 3. ИК-спектр тирозина

в комплексообразовании не принимает участие вторичная аминогруппа, хотя такая возможность теоретически существует. На основе полученных данных можно предположить, что триптофан координируется бидентатно, т. е. через кислород карбоксильной и азот аминной группы.

Таким образом, по результатам изучения ИК-спектров комплексных соединений галогенидов металлов с фенилаланином, тирозином и триптофаном можно сделать заключение об образовании комплексов донорно-акцепторного типа, образующихся в результате координации металла через

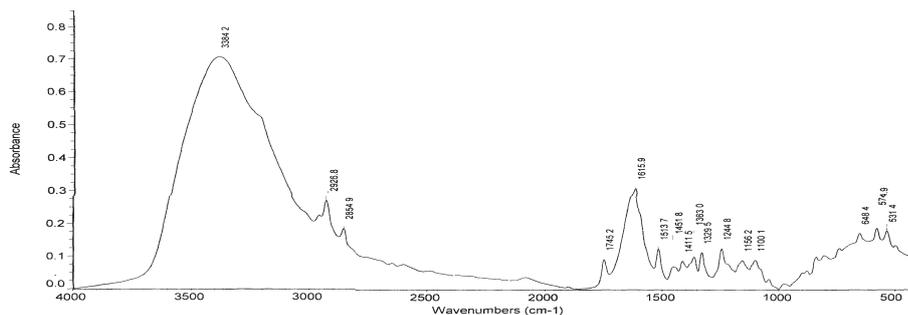
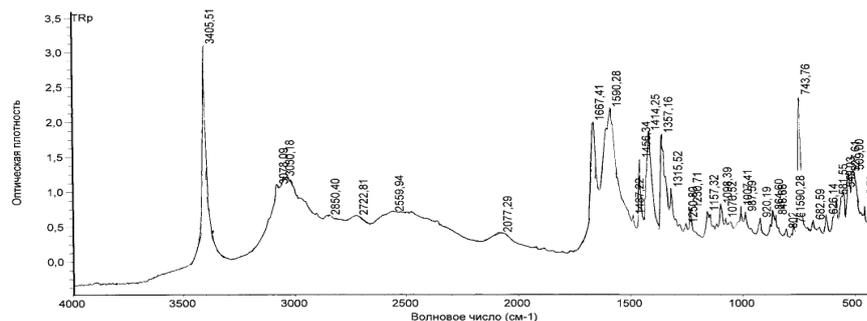
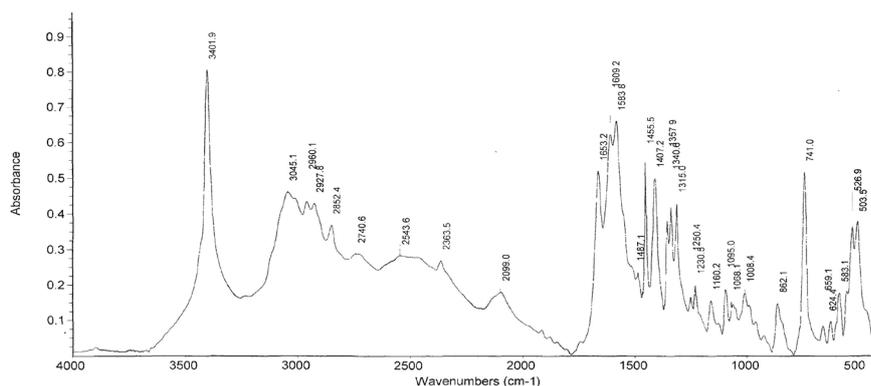
Рис. 4. ИК-спектр  $C_9H_{11}NO_3 \cdot CoCl_2 \cdot 2H_2O$ 

Рис. 5. ИК-спектр триптофана

Рис. 6. ИК-спектр  $2C_{11}H_{12}N_2O_2 \cdot MgBr_2 \cdot 3H_2O$ 

атом азота аминогруппы и кислорода карбоксильной группы.

#### Литература

1. Hohsaka T., Kajira D., Ashizuka Y., Muracami H., Sisido M // J. Amer. Chem. Soc. –1999. –V. 121. – P. 34 – 40.
2. Graf von Roedern E., Lohof E., Hessler G, Hoffman M., Kessler H. // J. Amer. Chem. Soc. –1996. – V. 118. – P. 10156 – 10167.
3. Imperiali B., Roy R.S. // J. Amer. Chem. Soc. –1994. –V. 116. – P. 12083–12084.
4. Carell, Butenandt J, // Angew. Chem. –1990. – B. 110. – P. 1256–1257.
5. Ruan F., Chen Y., Hopkins P.B. // J. Amer. Chem. Soc. –1990. –V. 112. – P. 9403.
6. Ruan F., Chen Y., Ytoh K., Sasaki T., Hopkins P. B, // J. Org. Chem. –1991. –V. 56. – P. 4347.
7. Shah K., Rana T. M. // Synthetic Commun. – 1996. – V. 26. – P. 2695 – 2702.
8. Guenod B., Schepartz A. // Tetrahedron Lett. – 1991. – V. 33. – P. 3325.
9. Guenod B., Schepartz A. // Science. – 1993. – V. 259. – P. 510.

10. Infrared Characteristic Group Frequences Tables and Charts George Socrates, second Edition, John Willey & Sons, 1979. – P. 91.
11. Гидратация нейтральных аминокислот в разных ионных формах / А.Н. Зяблов, Т.В. Елисеева, В.Ф. Селеменев, Н.Н. Самойлова // Журнал физической химии. – 2001. – Т. 75. – №3. – С. 545–548.
12. Инфракрасные спектры некоторых аминокислот / М.А. Салимов, В.А. Пчелин, А.В. Керимбеков // Журнал физической химии. –1963. – Т. 37. –Вып. 10. –С. 2285–2289.
13. Metal complexes of amino acids and derivatives. The donor properties of L-tyrosine / C.A. McAuliffe, S.G. Murray // Inorg. chim. acta. –1973. –7. – №2. – P. 171–174.
14. Infrared absorption spectra and normal coordinate analysis of metal – DL-tyrosine Chelates / Inomata Yoshie, Inomata Tadaaki, Moriwaki Takao // Bull. Chem. Soc. Jap. –1974. – 47. – №4. – P. 818–824.
15. ИК-спектры поглощения комплексных соединений празеодима и неодима с некоторыми аминокислотами / В.Т. Панюшкин, Н. Буков, А. Афанасьев // Коорд. химия. – 1976. – Т. 2. – Вып. 11. – С. 1550–1558.

## ПРОБЛЕМЫ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

УДК: 614.88+616.12=089

### Характеристика методов респираторной поддержки

---

М.Н. НАМАЗБЕКОВ, член-корр НАН КР, д.м.н., проф.  
Кыргызско-Российского Славянского университета,  
Д.К. ТУРДУШЕВА, соискатель Кыргызско-Российского  
Славянского университета.

---

The authors study different methodics correct respiratory support before and after operation in vessels surgery

Режим «управляемой механической вентиляции легких» («Controlled mechanical ventilation» – CMV), при котором респиратор подает в дыхательные пути больного газовую смесь заданного объема или с заданным давлением, получил наибольшее распространение для проведения продолжительной ИВЛ (Р.И. Бурлаков, Ю.Ш. Гальперин, В.М.Юревич, 1986; В.А. Гологорский, 1994; В.Л. Кассиль, Г.С. Лескин, М.А. Выжигина, 1997). Чаще всего используют метод CMV, при котором в легкие во время вдоха респиратор вводит заданный дыхательный объем. В зависимости от конструктивных особенностей аппарата можно задавать дыхательный объем (ДО), частоту дыхания (ЧД) либо минутную вентиляцию легких (МВЛ). Переключение с вдоха на выдох при ИВЛ в режиме CMV осуществляется либо после окончания времени вдоха, либо после введения в легкие заданного объема. Важным регулируемым параметром ИВЛ является отношение времени вдох – выдох, от которого во многом зависит среднее давление в дыхательных путях во время всего дыхательного цикла (В.Л. Кассиль, Г.С. Лескин, М.А. Выжигина, 1997).

В настоящее время предложено много способов вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ), основанных на разных принципах. Однако обще-

принятой методики отлучения от респиратора не существует.

Широко используемым методом ВВЛ является «синхронизированная перемежающаяся принудительная вентиляция легких» («synchronized intermittent mandatory ventilation» – SIMV). Сущность метода заключается в следующем: больной дышит самостоятельно через контур респиратора, но через заданные промежутки времени, с началом очередной дыхательной попытки пациента, осуществляются аппаратные вдохи с заданным дыхательным объемом (В.Л. Кассиль, Г.С. Лескин, М.А. Выжигина, 1997). Во время SIMV больной выполняет работу дыхания в промежутках между принудительными вдохами, а также во время попытки вдоха, запускающей триггер. Следовательно, работа дыхания при SIMV зависит от частоты самостоятельных и принудительных вдохов, а также от чувствительности триггера (М.Л. Banner, М.Л. Jaeger, R.R. Kirby, 1994). Одной из основных задач SIMV считается перевод больного с ИВЛ на спонтанное дыхание, и в виде единственного самостоятельного режима респираторной поддержки SIMV не применяют (S.J. Menn, E.W. Stool, 1980; J. Loiacono, C.C. Cunneen, 1997). Метод SIMV легко сочетается с другими способами ВВЛ, особенно эффективно его сочетание

с поддержкой вентиляции давлением (PSV). Это позволяет дозированно управлять участием больного в акте дыхания и, следовательно, работой, которую затрачивает пациент на вентиляцию легких (S.A.Shikora, B.R. Bistran et al., 1990). Как правило, именно с этого сочетания чаще всего и начинают переход от ИВЛ к ВВЛ (J.A. Price, N.W. Rizk, 1999). Таким образом, для SIMV характерны следующие факторы:

- частота дыхания определяется больным, но ее может регулировать и врач;
- минутная вентиляция легких складывается из МВЛ самостоятельного дыхания и МВЛ принудительных вдохов;
- работу дыхания больного можно регулировать, меняя частоту принудительных вдохов.

Метод легко совместим с поддержкой вентиляции давлением. Переход от CMV к SIMV сопровождается снижением давления в плевральных полостях и обоих предсердиях (P. Navarrete-Navarro, 1989), повышением сердечного выброса на 15%, снижением диастолического и среднего давлений в легочной артерии, а также общепериферического и общелегочного сосудистого сопротивления. Легочный венозный шунт снижается на 21%, на 16% повышается  $PaO_2$  и на 10% – транспорт кислорода (S.K. Kennedy. et al., 1987; P. Navarrete-Navarro. et al., 1989).

Ряд исследований показал, что при переходе от CMV к SIMV у большинства больных уменьшается степень респираторного алкалоза и в то же время им не требуется применения больших доз седативных препаратов (Kirby R.R., 1994). С другой стороны, не установлено достоверной разницы в продукции  $CO_2$ , потреблении кислорода и работе дыхания между CMV и SIMV (M.J. Banner, M.J. Jaeger, R.R. Kirby, 1994). Существует мнение, что применение SIMV – наилучший способ постепенного прекращения респираторной поддержки, пригодный для больных с любыми формами дыхательной недостаточности (V. Jounieaux, 1994), однако с этим трудно согласиться. При проведении ВВЛ в режиме SIMV попытки самостоятельного дыхания могут наслаиваться на автоматические вдохи, что приводит к выраженным субъективным изменениям, «борьбе» пациента с респиратором, дыхательному дискомфорту, сбою ритма самостоятельного дыхания, особенно это выражено у больных с неврологическим дефицитом (R.H. Holle, R.V. Montgomery, S. Schoene, 1997). Поэтому, по нашему мнению, этот метод ВВЛ у нейрохирургических больных

целесообразно использовать максимально короткое время при переводе больного от режима CMV на режим поддержки вентиляции давлением с главной целью – определение нормального функционирования дыхательного центра (M.Aubier, D. Murgiano. et al, 1980).

Одним из эффективных и широко используемых методов ВВЛ является **поддержка дыхания давлением (Pressure support ventilation – PSV)**. Сущность этого способа заключается в том, что при попытке больного сделать самостоятельный вдох включается триггерная система, настроенная либо на изменение направления или величины потока, либо на снижение давления в контуре. При попытке самостоятельного вдоха респиратор через 35– 40 мс начинает подавать в дыхательные пути больного поток газовой смеси до достижения определенного заданного давления, которое и поддерживается в течение всей фазы вдоха больного. Как только пациент делает попытку выдоха и давление в контуре начинает превышать заданную величину, инспираторный поток прерывается и происходит выдох больного, давление в дыхательных путях быстро снижается до установленного уровня ПДКВ (L.Brochard, 1989). Поддержка давлением значительно уменьшает работу дыхания больного, которая осуществляется в основном во время попытки вдоха и в первую очередь зависит от механических свойств легких и чувствительности триггера (A. Fassulaki, 1989; L. Brochard, 1994). Исследования, проведенные Н.Токиока (1989), показали, что эта работа в среднем составляет менее 6% от полной работы дыхания. Потребление кислорода при этом также снижается. Однако даже частичное участие больного в акте дыхания способствует восстановлению функций дыхательных мышц, в частности диафрагмы, что особенно важно после длительного проведения ИВЛ (N.R. MacIntyre, N.E.Leatherman, 1990). Следует также подчеркнуть, что сокращение мышц вдоха продолжается и после начала подачи потока газа респиратором (J. Marini, 1986) и усиливается по мере снижения задаваемого давления. В целом работа дыхания обратно пропорциональна уровню задаваемого давления: чем он выше, тем меньше работа. Имеются данные, что работа дыхания во время инспираторной попытки в условиях поддержки давлением значительно ниже, чем при объемной триггерной ВВЛ (G.Cinnella, 1996). Однако другими исследователями установлено, что эта работа зависит не от типа ответа аппарата на

попытку вдоха, а от чувствительности триггера и величины подаваемого инспираторного потока (M.Banner, R.R.Kirby, N.R.MacIntyre, 1991). Дыхательный объем при PSV прямо пропорционален заданному давлению. Исследования, проведенные A.Fassulaki (1989), показали, что по мере увеличения пикового давления (Рпик) центральное венозное давление (ЦВД) пропорционально повышается, происходит выраженное (на 14–20%) снижение потребления кислорода, выделения углекислоты и расхода энергии. Показано, что PSV лучше обеспечивает альвеолярную вентиляцию при повышенном содержании внесосудистой воды в легких, чем другие методы респираторной поддержки (J.Zeravik, 1990), способствует снижению легочно-сосудистого сопротивления (A.Fassulaki, 1989). Исследователи, применявшие режим PSV в клинических условиях, отмечают, что из всех способов ВВЛ он наиболее адаптирован к самостоятельному дыханию больного и может быть использован в сочетании с другими режимами ВВЛ и ИВЛ. Если во время проведения SIMV триггерная система правильно настроена, появление у больного самостоятельного вдоха, не совпадающего с вдохом респиратора, не приведет к «борьбе» с аппаратом, а вызовет внеочередной искусственный вдох в режиме PSV. Режим PSV, позволяющий дозированно увеличивать долю работы дыхания больного, значительно облегчает переход от ИВЛ к спонтанному дыханию, постепенно «перекладывая» нагрузку с респиратора на дыхательный аппарат пациента. Таким образом, для режима PSV характерны следующие моменты:

- 1) частота дыхания и продолжительность фаз дыхательного цикла зависят от больного;
- 2) уровень Рпик устанавливается врачом;
- 3) дыхательный объем зависит от Рпик;
- 4) объемная скорость подаваемого аппаратом потока газа регулируется автоматически и зависит от механики дыхания и инспираторного усилия больного;
- 5) метод легко совместим с режимом SIMV;
- 6) поддержание газообмена в легких при одновременном управлении степенью нагрузки на собственную дыхательную систему пациента.

Эффективна тренировка аппарат-зависимых пациентов к самостоятельному дыханию после длительной ИВЛ на основе дозированной нагрузки на дыхательные мышцы пациента (N.R.MacIntyre, 1990, 1994; L.Brochard, 1989).

Самым важным условием успешного применения режима PSV у нейрохирургических больных является восстановление нормальной центральной регуляции дыхания, без адекватного драйва дыхания любые попытки перевести больного на самостоятельное дыхание обречены на неудачу (N.R.MacIntyre, 1990). Другое условие – отсутствие выраженных изменений механических свойств легких (N.R. MacIntyre, 1994). Однако четких критериев перевода нейрохирургических больных на режимы ВВЛ не существует.

Следует подчеркнуть, что при проведении ВВЛ противопоказано применение любых препаратов, угнетающих самостоятельное дыхание. Несоблюдение этого правила может привести к развитию гиперкапнии с непредсказуемыми последствиями (R.Kirby, 1994).

**ФИЗИКА И ПЛАЗМЫ**

УДК: 543:423:575.2 (04)

УДК: 530:145:539.1 (04)

**Температура потока плазмы двухструйного плазмотрона**

---

Г. ДОРЖУЕВА, с.н.с.,  
РЫСКУЛ КЫЗЫ Гульзат, м.н.с.,  
Н. ЖЕЕНБАЕВ, к.ф-м.наук,  
А. НУРСЕИТОВА, инженер,  
К. УРМАНБЕТОВ, в.н.с., канд. ф-м.наук,  
Лаб. атомной спектроскопии и химического анализа,  
Институт физико-технических проблем и материаловедения  
им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР

---

The results of the measurements of the two jets plasmatron's plasma flow temperature made by relative intensities of spectral lines and distribution of rotational lines in molecular band methods are presented in this work.

Двухструйный плазмотрон является одним из перспективных генераторов низкотемпературной плазмы для решения практических задач при использовании развивающихся плазменных технологий и применения в качестве источника возбуждения спектра при проведении спектрального анализа различных веществ. Большая мощность и прямой способ подачи анализируемого материала непосредственно между струями обеспечивают устойчивую и воспроизводимую работу плазмотрона в течение сотен часов как с инертным, так и с химически активным плазмообразующим газом [1].

Наряду с вопросами модернизации существующих видов генераторов низкотемпературной плазмы актуальными являются проблемы исследования происходящих физико-химических процессов в потоке плазмы двухструйного плазмотрона. Одной из важнейших характеристик потока плазмы двухструйного плазмотрона явля-

ется газовая (поступательная) температура. Температура газа определяет скорость физико-химических процессов, направление и интенсивность тепловых потоков, средние энергии электронов и другие базовые параметры. Надежная информация о температурном режиме потока плазмы, например, позволяет существенным образом улучшить спектральный анализ различных веществ. Одним из наиболее доступных способов измерения температуры газа в плазме является применение методов эмиссионной спектроскопии. В настоящей работе температура измерялась методом относительных интенсивностей линий и по распределениям вращательных линий в молекулярной полосе ОН.

Источником возбуждения спектров служила оригинальная установка «Нур», созданная на базе высокостабильного, обладающего высокой электрической мощностью двухструйного плазмотрона ДГП-50. Измерения поступательной

температуры проводились при силе тока  $I=100\text{A}$  и расходе плазмообразующего газа  $G=4.6$  л/мин. Несущий газ – аргон. Угол наклона катодного и анодного головок плазмотрона составлял  $\beta = 115^\circ$ . Температура измерялась в области протяженного потока плазмы на расстоянии 22 мм от среза сопел при введении водного раствора с добавками Zn. Данный участок потока плазмы выбран с точки зрения анализа происходящих физико-химических процессов в наиболее благоприятном для исследований ламинарном потоке плазмы. Излучение от приосевых участков разряда через однолинзовую систему освещения фокусировалось на всю высоту ( $H=15$  мм) щели спектрографа шириной 20 мкм. Фотографическая регистрация спектров проводилась на базе спектрографа ДФС-13 с дифракционными решетками 600 и 1200 штр./мм (дисперсия порядка 4 и 2 Å/мм соответственно) [2].

Спектроскопический метод измерения температуры газа состоял в исследовании распределений молекул по вращательным уровням электронно-возбужденных состояний молекулы OH [3]. Принимая во внимание новизну применения методики к исследуемому объекту, была проведена тщательная работа по идентификации длин волн  $R_2$ -ветви во вращательной структуре исследуемых молекулярных полос OH [3]. Проведенный анализ вращательной структуры позволил выбрать линии, свободные от переналоженных различными ветвями и, следовательно, наиболее пригодные для измерений. Используемая спектрометрическая система позволяла надежно разрешать изолированные вращательные линии  $R$ -ветви 0-0 полосы, перехода  $^2\Sigma \rightarrow ^2\Pi$  молекулы OH.

Как известно, при наличии больцмановского распределения молекул по вращательным уровням возбужденного электронного состояния с вращательной температурой, равной температуре газа, выражение для интенсивности спектральной линии записывается в виде [4]

$$I_{kk'l} = \text{const } u_{kk'l} \exp\left(-\frac{hcF(k)}{k_b T}\right) S_{kk'l} \quad (1)$$

где  $I_{kk'l}$  – интенсивность вращательной линии для перехода  $k \rightarrow k'$  – вращательные квантовые числа верхнего и нижнего электронных состояний соответственно,  $u_{kk'l}$  – частота перехода,  $S_{kk'l}$  – фактор интенсивности, определяющий относительную вероятность перехода  $k \rightarrow k'$ ;  $F(k)$  – величина вращательного терма для возбуж-

денного электронного состояния;  $h$  – постоянная Планка;  $C$  – скорость света;  $k_b$  – постоянная Больцмана;  $T$  – температура газа. Измерив относительную интенсивность вращательных линий, по углу наклона прямой

$$\frac{\ln(\text{const } I_{kk'l})}{u_{kk'l} S_{kk'l}} = f(F(k')) \quad (2)$$

можно определить температуру газа

$$T = \frac{hc}{k} \text{ctg}(\alpha). \quad (3)$$

На рис.1 показана характерная зависимость величины  $\ln(I_{kk'l}/S_{kk'l})$  от  $k(k+1)$ , полученная в экспериментах.

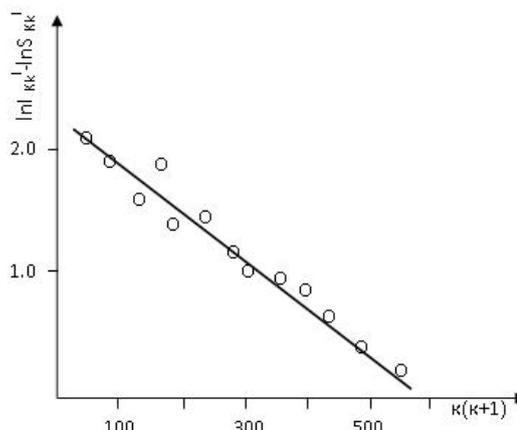


Рис.1. Экспериментально полученная зависимость  $\ln(I_{kk'l}/S_{kk'l})$  от величины  $k(k+1)$

Прямолинейный характер зависимости, отраженный на рис.1, позволяет говорить, что молекулы OH в электронно-возбужденном состоянии  $^2\Sigma$ ,  $v=0$  распределены по вращательным уровням в соответствии с законом Больцмана, что и дает возможность пользоваться понятием вращательной температуры исследуемого состояния. Полученные значения поступательной температуры, по-видимому, являются усредненным значением по оси потока плазмы вследствие используемой оптической системы проецирования различных участков плазмы на щель спектрографа.

Одновременно с измерениями поступательной температуры по распределениям во вращательной структуре молекулы OH температура потока плазмы дуги определялась методом относительной интенсивности линий одного и того же элемента [5]. Для определения температуры в

анализируемый водный раствор добавлялся цинк (Zn) в количествах 2, 4, 6 мл на литр жидкости. Концентрации Zn были подобраны опытным путем в целях получения спектральных линий, наиболее полно отвечающих условиям измерения температуры. Важно отметить, что выбор линий Zn, принадлежащих атому с высоким потенциалом ионизации (9.4 эВ), отвечает за измерения температуры горячих центральных участков дуги [6].

Подробно исследованной «термометрической» парой линий для измерения температуры являются линии Zn 3075.9 Å и Zn 3282.3 Å. Используя достаточно хорошо известные атомные коэффициенты и константы [7], температуру можно определить по следующей формуле:

$$T = \frac{18850}{3,26 - \lg \frac{I_{3282}}{I_{3076}}}, \quad (4)$$

где  $I$  – интенсивности соответствующих спектральных линий.

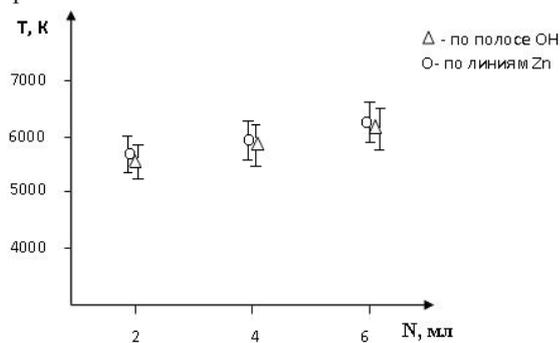


Рис.2. Температура потока плазмы, измеренная методом относительной интенсивности линий и по распределениям вращательных линий в зависимости от содержания Zn в анализируемом растворе

На рис. 2 представлены результаты измерений температуры потока плазмы двумя методами в зависимости от процентного содержания Zn.

Результаты измерений показали, что при одинаковых условиях эксперимента температура, измеренная методом относительных интенсивностей по паре атомных линий, совпадает в пределах погрешности со значениями температуры, полученными по вращательным распределениям молекулы OH. Для различного содержания добавок Zn температура незначительно изменяется в диапазоне от 5700 до 6100°K.

#### Литература

1. Жеенбаев Ж.Ж., Энгельшт В.С. Двухструйный плазмотрон. – Фрунзе: Илим, 1983. – 201 с..
2. Доржуева Г.Ж. //Наука и новые технологии. – Бишкек, – 2006. – №1. – с.13.
3. Гейдон А.Г., Вольфгард Х.Г. Пламя его структура, излучение и температура. – М.: ГНТИ ЛЧЦМ, 1959. – С.239.
4. Жеенбаев Н.Ж. Диагностика неравновесной плазмы капиллярного разряда волнового СО<sub>2</sub> лазера. – Бишкек: Илим, 1995.
5. Полак Л.С. и др. Очерки физики и химии низкотемпературной плазмы. – М.: Наука, 1971. – С.394.
6. Русанов А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и минералов. – М.: Недра, 1978.
7. Boumans P.W. Theory of spectrochemical excitation. Plenum Press. – New York, 1966. – 368 p.

**ВОПРОСЫ КОНСТИТУЦИОННО-ПРАВОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

УДК: 347.99

**Верховный суд и суды второй инстанции Кыргызской Республики  
как коллегиальные органы**

---

М.Б. ТАТЕНОВ, к.ю.н., и.о. доцента, зав. кафедрой  
публичного и частного права историко-юридического  
факультета Ошского государственного университета

---

The staff and powers of Supreme Court and courts of the second instance and their structural subdivisions are considered and the collective order of activity of these courts is substantiated in this article.

В соответствии с пунктом 1 статьи Закона «О Верховном суде Кыргызской Республики и местных судах»<sup>1</sup> Верховный суд является высшим судебным органом по гражданским, уголовным, экономическим, административным и иным делам. В составе Верховного суда действует Конституционная палата, но ее судьи не входят в пленум Верховного суда. Верховный суд состоит из председателя, трех заместителей председателя и 31 судьи данного суда. Председатель, заместители председателя Верховного суда избираются собранием судей Верховного суда из своего состава сроком на 3 года. Одно и то же лицо не может быть избрано председателем, заместителем председателя Верховного суда два срока подряд. Собрание судей по избранию председателя, заместителей председателя Верховного суда считается правомочным при наличии в нем не менее двух третей от общего состава судей Верховного суда. Судья Верховного суда не вправе воздерживаться от голосования. Избранным на соответствующую должность считает-

ся судья, за которого подано большинство голосов от числа принявших участие на собрании судей. Председатель, заместители председателя Верховного суда освобождаются от своей должности по собственному желанию. Полномочия председателя, заместителей председателя Верховного суда прекращаются в случае истечения срока, на который они были избраны, досрочного освобождения от должности или прекращения полномочий в качестве судьи Верховного суда. Избрание, освобождение председателя, заместителей председателя Верховного суда или прекращение их полномочий оформляются решением собрания судей.

Заместители председателя являются председателями судебных коллегий. В Верховном суде действуют следующие структуры: пленум, судебная коллегия по уголовным делам и делам об административных правонарушениях, судебная коллегия по гражданским делам, судебная коллегия по административным и экономическим делам.

В соответствии с пунктами 5 – 8 статьи 94 Конституции Кыргызской Республики<sup>2</sup> судьей

---

<sup>1</sup> Закон Кыргызской Республики «О Верховном суде Кыргызской Республики и местных судах» от 18 июля 2003 года № 153.

<sup>2</sup> Конституция Кыргызской Республики от 27 июня 2010 года // Эркин Тоо. – 2010. – № 61. – 6 июля.

Верховного суда может быть гражданин Кыргызской Республики не моложе 40 лет и не старше 70 лет, имеющий высшее юридическое образование и стаж работы по юридической профессии не менее 10 лет. Судьи Верховного суда избираются до достижения предельного возраста. Согласно подпунктам 1, 2 пункта 3 статьи 64 Основного закона, Президент представляет Жогорку Кенешу кандидатуры для избрания на должности судей Верховного суда по предложению Совета по отбору судей и представляет парламенту для освобождения от должности судей Верховного суда по предложению Совета судей.

Совет по отбору судей Кыргызской Республики является независимым коллегиальным органом, созданным в соответствии с Конституцией Кыргызской Республики. Состав Совета по отбору судей формируется из судей, избранных Советом судей Кыргызской Республики, представителей гражданского общества, избранных парламентским большинством и парламентской оппозицией Жогорку Кенеша, и состоит из 24 членов<sup>1</sup>. Совет судей, парламентское большинство и парламентская оппозиция избирают по одной трети состава Совета по отбору судей соответственно.

Совет судей является выборным органом судейского самоуправления, действующим в период между съездами судей, проводящим политику высшего органа судейского самоуправления. Совет судей избирается съездом судей большинством голосов от числа судей, присутствующих на съезде, и ему подотчетен. Совет судей формируется в составе пятнадцати членов, избираемых из числа членов судейского сообщества сроком на три года, с учетом гендерного представительства не более семидесяти процентов лиц одного пола<sup>2</sup>.

В соответствии с абзацем 2 статьи 152 Конституции Киргизской ССР от 20 апреля 1978 года<sup>3</sup> Верховный суд Киргизской ССР избирался Верховным Советом Киргизской ССР в составе

председателя, его заместителей, членов и народных заседателей. Такой же порядок выборов судей сохранился и в ныне существующих странах социализма. В США Верховный суд назначается президентом с согласия сената, в Японии – императором по представлению кабинета министров (главный судья) и кабинетом (остальные судьи). В Италии и во Франции судьи назначаются по конкурсу органами судейского самоуправления – верховными советами магистратуры, в Великобритании – лордом-канцлером (по существу, министром юстиции) без конкурса, но по совету состоящей при нем комиссии<sup>4</sup>.

Нами обосновываются избрание и освобождение от должности судей судов второй инстанции и Верховного суда Жогорку Кенешем. Такое избрание судей и контроль над ними соответствуют требованиям представительной демократии.

Основной функцией Верховного суда является осуществление надзора за судебной деятельностью местных судов в форме пересмотра судебных актов по жалобам участников процесса. Кроме этой функции, Верховный суд пересматривает по вновь открывшимся обстоятельствам судебные дела, изучает и обобщает судебную практику, ведет судебную статистику, осуществляет другие полномочия, предоставленные ему в соответствии с законодательством Кыргызской Республики, за исключением полномочий, отнесенных к ведению Конституционной палаты.

Пленум Верховного суда, состоящий из председателя Верховного суда, его заместителей и судей Верховного суда, рассматривает материалы изучения и обобщения судебной практики и дает разъяснения по вопросам судебной практики; рассматривает материалы по применению законов и иных нормативных правовых актов Кыргызской Республики местными судами; избирает персональный состав судебных коллегий с учетом специализации; избирает по представлению председателя Верховного суда состав Научно-консультативного совета при Верховном суде, а также утверждает положение о нем; избирает секретаря пленума Верховного суда из числа судей Верховного суда по представлению председателя Верховного суда; по вопросам внутренней деятельности Верховного суда принимает Регламент Верховного суда; заслушивает председателей судебных коллегий Верховного суда о работе судебных коллегий; заслушивает сообщения председа-

<sup>1</sup> Закон Кыргызской Республики «О Совете по отбору судей Кыргызской Республики» от 13 июня 2011 года № 40 // Эркин Тоо. – 2011. – № 47. – 17 июня.

<sup>2</sup> Закон Кыргызской Республики «Об органах судейского самоуправления» от 20 марта 2008 года № 35 // Эркин Тоо. – 2008. – № 23. – 1 апреля

<sup>3</sup> Конституция Киргизской Советской Социалистической Республики от 20 апреля 1978 г. // Ведомости Верховного Совета Киргизской ССР. – 1978. – № 8. – С. 50.

<sup>4</sup> Чиркин В.Е. Конституционное право зарубежных стран. – М.: Юристъ, 1997. – С. 299.

теля Верховного суда о деятельности Верховного суда; рассматривает другие вопросы организации и деятельности судов; утверждает научно обоснованные нормативы нагрузок на судей.

Пленум Верховного суда созывается председателем Верховного суда по мере необходимости, но не реже двух раз в год. Заседания пленума Верховного суда правомочны при наличии не менее двух третей состава судей Верховного суда. Пленум Верховного суда на своих заседаниях принимает постановления большинством голосов от его общего состава. Постановления пленума Верховного суда подписываются председателем Верховного суда (или председательствующим) и секретарем пленума Верховного суда.

Судебные коллегии в Верховном суде осуществляют:

1) пересмотр в порядке надзора вступивших в законную силу судебных актов в случаях и в соответствии с порядком, предусмотренных процессуальными законами;

2) пересмотр по вновь открывшимся обстоятельствам принятых ими судебных актов в случаях, предусмотренных процессуальными законами.

В судебных коллегиях для рассмотрения судебных дел образуются судебные составы из трех судей.

Председатель Верховного суда наряду с выполнением обязанностей судьи самостоятельно осуществляет следующие полномочия: обеспечивает функционирование автоматизированной системы по формированию судебных составов и распределению дел и судебных материалов между судьями, а в случае технической неисправности автоматизированной системы самостоятельно формирует судебные составы и распределяет дела и судебные материалы; с согласия Совета судей назначает и освобождает от должности руководителя Судебного департамента при Верховном суде, обеспечивающего деятельность местных судов; в случае невозможности рассмотрения дела в суде второй инстанции передает дело в другой суд того же уровня. Эти полномочия председатель Верховного суда осуществляет самостоятельно без согласования с другими членами этого суда, что не свойственно коллегиальному органу. Следует отметить, что полномочия по обеспечению функционирования автоматизированной системы по формированию судебных составов и распределению дел и судебных материалов между судьями, а в случае технической неисправности авто-

матизированной системы самостоятельно формирование судебных составов и распределение дел и судебных материалов может осуществлять и заместитель председателя Верховного суда.

Образуемые в Верховном суде судебные инстанции принимают свои решения в форме постановлений и определений. Одновременно с принятием постановления по делу Верховный суд в необходимых случаях частным определением обращает внимание руководителей государственных органов, органов местного самоуправления, юридических лиц и других должностных лиц на установленные по делу факты нарушения закона, причины и условия, способствовавшие совершению правонарушения. Указанные лица обязаны в течение одного месяца сообщить Верховному суду о мерах, принятых ими по частному определению. Частное определение, вынесенное в отношении судей, направляется также в Совет судей, который вправе возбудить либо отказать в возбуждении дисциплинарного производства в соответствии с порядком привлечения судей к дисциплинарной ответственности.

Судья Верховного суда обладает следующими полномочиями:

1) участвует в судебных заседаниях Верховного суда;

2) по поручению председателя Верховного суда или его заместителей делает доклад по судебным делам и материалам, по результатам их рассмотрения готовит судебные акты по ним;

3) изучает и обобщает судебную практику, анализирует судебную статистику;

4) по поручению председателя Верховного суда или его заместителей председательствует на судебных заседаниях;

5) рассматривает предложения, заявления и жалобы граждан, за исключением заявлений и жалоб в отношении дел и материалов, находящихся в производстве суда;

6) осуществляет иные полномочия в соответствии с законодательством Кыргызской Республики.

Судами второй инстанции являются областные суды, Бишкекский городской суд, Военный суд Кыргызской Республики, которые состоят из председателя, его заместителей и судей. Судьи суда второй инстанции избирают из своего состава председателя, заместителей председателя сроком на 3 года. Один и тот же судья не может быть избран председателем, заместителем председателя суда два срока подряд в одном и том же суде.

Судьей местного суда, в том числе суда второй инстанции может быть гражданин Кыргызской Республики не моложе 30 лет и не старше 65 лет, имеющий высшее юридическое образование и стаж работы по юридической профессии не менее пяти лет. Судьи местных судов назначаются Президентом по представлению Совета по отбору судей в первый раз сроком на 5 лет, а в последующем – до достижения предельного возраста. Согласно подпункту 4 пункта 3 статьи 64 Конституции, глава государства освобождает судей местных судов по предложению Совета судей.

В суде второй инстанции действуют следующие структуры:

- судебная коллегия по уголовным делам и делам об административных правонарушениях;
- судебная коллегия по гражданским делам;
- судебная коллегия по административным и экономическим делам.

В Военном суде Кыргызской Республики судебная коллегия по административным и экономическим делам не образуется.

Суд второй инстанции:

1) осуществляет пересмотр не вступивших в законную силу судебных актов судов первой инстанции в апелляционном порядке;

2) осуществляет пересмотр вступивших в законную силу судебных актов судов первой инстанции в кассационном порядке;

3) пересматривает по вновь открывшимся обстоятельствам принятые им судебные акты в случаях, предусмотренных процессуальными законами;

4) ведет делопроизводство, изучает и обобщает судебную практику, ведет учет движения дел и сроков их рассмотрения в суде, обеспечивает хранение судебных материалов, ведет судебную статистику;

5) осуществляет иные полномочия в соответствии с законодательством Кыргызской Республики.

Заместители председателей судов второй инстанции являются по должности председателями судебных коллегий. Дела в судебных коллегиях суда второй инстанции рассматриваются судебными составами из трех судей в порядке и в соответствии с процессуальными законами.

Судебная коллегия осуществляет:

1) в качестве апелляционной инстанции пересмотр не вступивших в законную силу судебных актов судов первой инстанции;

2) в качестве кассационной инстанции пересмотр вступивших в законную силу судебных актов судов первой инстанции.

Председатель суда второй инстанции и его заместители наряду с выполнением иных полномочий обеспечивают функционирование автоматизированной системы по формированию судебных составов и распределению дел и судебных материалов между судьями, а в случае технической неисправности автоматизированной системы формируют судебные составы и распределяют дела и судебные материалы.

Необходимо отметить, что председатель суда второй инстанции в соответствии с пунктом 9–1 статьи 31 Закона «О Верховном суде Кыргызской Республики и местных судах» в случае невозможности рассмотрения дела в суде первой инстанции передает дело в другой суд того же уровня. Данное полномочие осуществляется им единолично и в отношении других органов, что не соответствует статусу коллегиального органа.

Судья суда второй инстанции обладает следующими полномочиями:

1) участвует в судебных заседаниях судебных составов судебных коллегий;

2) по поручению председателя суда или его заместителей делает доклад по судебным делам и материалам, по результатам их рассмотрения готовит судебные акты;

3) изучает и обобщает судебную практику, анализирует судебную статистику;

4) по поручению председателя суда или его заместителей председательствует на судебных заседаниях;

5) рассматривает предложения, заявления и жалобы граждан, за исключением заявлений и жалоб в отношении дел и материалов, находящихся в производстве суда;

6) осуществляет иные полномочия в соответствии с законодательством Кыргызской Республики.

Таким образом, дела в судах второй инстанции и в Верховном суде рассматривают судебные составы, состоящие из трех судей. Решения судьи принимают большинством голосов. Судьи не вправе воздерживаться от голосования. Председательствующий голосует последним. Судья, не согласный с решением большинства судей, обязан подписать решение суда без какой-либо оговорки и вправе письменно изложить особое мнение в совещательной комнате, которое вручается председательствующему и приобщается

им к уголовному делу в запечатанном конверте с пометкой «особое мнение». С особым мнением вправе ознакомиться суд надзорной инстанции при рассмотрении данного уголовного дела. О наличии особого мнения судьи участники процесса не извещаются, особое мнение в зале судебного заседания не оглашается.

Проведем анализ правового статуса Верховного суда и судов второй инстанции на предмет соответствия этих судов коллегиальным органам на основе признаков коллегиального органа. Для этого рассмотрим правовой статус судебных составов, так как именно они осуществляют главную функцию суда – отправление правосудия.

Признаками коллегиального органа являются:

- 1) коллегиальный орган состоит из более чем двух членов;
- 2) все члены коллегиального органа замещают свои должности одинаковым образом и обладают равными служебными правами;
- 3) глава коллегиального органа избирается из состава этого органа его членами;
- 4) руководитель коллегиального органа обладает незначительными полномочиями организационно-управленческого характера, необходимыми для организации работы возглавляемого органа, и не имеет права в единоличном порядке принимать акты применения права в отношении членов данного органа и иных лиц, не связанных с работой этого коллегиального органа;
- 5) все существенные полномочия осуществляются и решения по ним принимаются коллегиально всем составом органа;
- 6) глава коллегиального органа не имеет права в единоличном порядке принимать нормативные правовые акты;
- 7) не отделены полномочия коллегиального органа и главы этого органа, за исключением полномочий, предусмотренных в пункте 4 данных признаков.

В соответствии с пунктом 3 статьи 13 и пунктом 6 статьи 30 Закона «О Верховном суде Кыргызской Республики и местных судах» в судебных коллегиях как Верховного суда, так и судов второй инстанции для рассмотрения судебных дел образуются судебные составы из трех судей. Председатель Верховного суда и его заместитель, председатель суда второй инстанции и его заместитель обеспечивают функционирование автоматизированной системы по формированию судебных составов и распределению дел и судебных материалов между судьями, а в случае

технической неисправности автоматизированной системы самостоятельно формируют судебные составы и распределяют дела и судебные материалы. Судьи в одной судебной коллегии обладают одинаковыми возможностями стать членами судебных составов и обладают равными процессуальными правами. Функции председательствующего в судебном составе в Верховном суде и в судах второй инстанции выполняет один из трех судей судебного состава по поручению председателя этих судов или его заместителей, но в отличие от коллегиального органа председательствующий не избирается самостоятельно членами судебного состава. В соответствии со статьей 255 Уголовно-процессуального кодекса<sup>1</sup> председательствующий руководит судебным заседанием, принимает все предусмотренные данным кодексом меры для обеспечения равенства прав сторон, сохраняя объективность и беспристрастность, создает необходимые условия для всестороннего и полного исследования обстоятельств дела, вправе выяснять возникшие противоречия в доказательствах. Председательствующий также обеспечивает соблюдение распорядка судебного заседания, разъясняет всем участникам судебного разбирательства их права и обязанности и порядок их осуществления. В случае возражения кем-либо из лиц, участвующих в судебном разбирательстве, против действий председательствующего эти возражения заносятся в протокол судебного заседания. Председательствующий не имеет права в единоличном порядке принимать акты применения права в отношении двух других судей судебного состава и иных лиц, не связанных с работой этого коллегиального органа. Даже вопрос об отводе решается всем судебным составом, так в соответствии со статьей 73 Уголовно-процессуального кодекса отвод, заявленный судье, разрешается остальными судьями в отсутствие отводимого, который вправе предварительно публично изложить остальным судьям свое объяснение по поводу заявленного ему отвода. При равенстве голосов судья считается отведенным. Отвод, заявленный нескольким судьям или всему составу суда, разрешается судом в полном составе большинством голосов. Все решения судебного состава: приговоры, определения, постановления принимаются всем его составом. Таким образом, судебные составы Верховного суда и судов второй инстанции обладают почти всеми

<sup>1</sup> Уголовно-процессуальный кодекс Кыргызской Республики от 30 июня 1999 года № 62.

семью признаками коллегиального органа. Лишь третий признак в части определения председательствующего не соответствует коллегиальному органу. Необходимо отметить, что и пленум Верховного суда, на котором принимаются правовые акты судебной практики – нормы права, также обладает всеми семью признаками коллегиального органа. Несмотря на самостоятельное осуществление некоторых вышеперечисленных полномочий председателями Верховного суда и судов второй инстанции, анализ состава, полномочий структурных подразделений, управления и принятия решений в этих органах позволяет констатировать, что данные суды являются коллегиальными органами. Коллегиальное рассмотрение дел судьями – это один из факторов объективного, всестороннего и справедливого разрешения юридических вопросов, но законность и демократизм в деятельности суда был бы усилен, если выше-названные суды были бы подконтрольны Жогорку Кенешу как высшему коллегиальному представительному органу, подконтрольному народу.

#### *Литература:*

1. Закон Кыргызской Республики «О Верховном суде Кыргызской Республики и местных судах» от 18 июля 2003 года № 153.
2. Закон Кыргызской Республики «О Совете по отбору судей Кыргызской Республики» от 13 июня 2011 года № 40 // Эркин Тоо. – 2011. – № 47. – 17 июня.
3. Закон Кыргызской Республики «Об органах судейского самоуправления» от 20 марта 2008 года № 35. // Эркин Тоо. – 2008. – № 23. – 1 апреля.
4. Конституция Киргизской Советской Социалистической Республики от 20 апреля 1978 г. // Ведомости Верховного Совета Киргизской ССР. – 1978. – №8. – С.50.
5. Конституция Кыргызской Республики от 27 июня 2010 года. // Эркин Тоо. – 2010. – № 61. – 6 июля.
6. Уголовно-процессуальный кодекс Кыргызской Республики от 30 июня 1999 года № 62.
7. Чиркин В.Е. Конституционное право зарубежных стран. – М.: Юрист, 1997. – С. 299.

УДК 347.51

## **Проблемы соотношения понятий риска и гражданско-правовой ответственности в гражданском законодательстве**

---

А.М. ТУКЕНОВА, ст.преподаватель,  
Таразский инновационно-гуманитарный университет,  
Республика Казахстан. г. Тараз

---

This article is devoted to the problem of determination of civil liability in the ratio with the concept of risk and distribution of risks in civil law of Republic of Kazakhstan and Kyrgyz Republic. Necessity and topicality of determination of concept of liability and its ratio with risk and distribution of risks is connected with the growth of cases of liability independent from guilt, and also with the increase of entrepreneurship risks.

Актуальность проблемы определения гражданско-правовой ответственности в соотношении с понятием риска и распределением рисков связа-

на с ростом количества случаев ответственности независимо от вины, а также увеличением предпринимательских рисков.

Остроту данному вопросу придадут, в частности, три момента:

- увеличение случаев **ответственности независимо от вины**. Ответственность независимо от вины определяется ст. 211,360,696 Гражданского кодекса РК и ст. ст. 331,422, 531 635 Гражданского кодекса КР;
- выделение в ГК обеих стран **риска ответственности по договору**;
- в законодательстве **для определения адресата возможных случайных (возникших при отсутствии вины субъектов правоотношения) убытков** наряду с ответственностью независимо от вины используются понятия «риск» или «распределение риска» (ст. 705, 741 и др. ГК РК и ст. 608, 616,1024 и др. ГК КР).

С этими аспектами связана необходимость определения понятия ответственности и его соотношения с риском и распределением рисков.

Гражданско-правовая ответственность – один из видов юридической ответственности, которой свойственны все признаки, характеризующие юридическую ответственность.

Для юридической ответственности характерны четыре основных признака:

- во-первых, юридическая ответственность – лишь одна из форм государственно-принудительного воздействия на нарушителей норм права;
- во-вторых, она применяется к лицам, допустившим правонарушение;
- в-третьих, применяется к правонарушителям только уполномоченными на это государственными или иными органами;
- в-четвертых, ответственность состоит в применении к правонарушителю предусмотренных законом санкций, являющихся мерами юридической ответственности.

Гражданский кодекс РК и Гражданский кодекс КР не дают четкого определения гражданско-правовой ответственности. Гражданский кодекс РК дает лишь определение понятию «нарушение» обязательств, под которым, согласно п.1 ст. 349 ГК РК, **понимается его неисполнение либо исполнение ненадлежащим образом (несвоевременное, с недостатками товаров и работ, с нарушением других условий, определенным содержанием обязательства) – ненадлежащее исполнение**.

П.1 ст.356 Гражданского кодекса КР, не конкретизируя понятие неисполнения и ненадлежа-

щего исполнения, выделяет наличие вины как необходимое условие гражданско-правовой ответственности.

В теории гражданского права существуют различные определения гражданско-правовой ответственности. Одно из этих определений дано Ю. Г. Басиным, который под ответственностью понимает **«предусмотренное законодательством или договором имущественное взыскание или имущественное обременение, применяемое к субъекту гражданского правоотношения, нарушившему возложенные на него обязанности, и компенсирующее имущественные потери управомоченного лица, вызванные нарушением»**[5]. Придерживаясь этого определения, рассмотрим особенности договорной и внедоговорной ответственности, которые непосредственным образом связаны с различными группами рисков.

1. Внедоговорная ответственность возникает непосредственно из закона. При причинении вреда закон прямо предусматривает обязанность причинителя возместить вред в полном объеме. Ответственность носит здесь императивный характер. Наоборот, договорная ответственность во многом зависит от соглашения сторон, заключивших договор. Договорная ответственность также определяется гражданским законодательством, регулирующим тот или иной вид договорных отношений. Однако стороны вправе не только включить в договор такие права и обязанности, которые законом не предусмотрены, но и установить за их нарушение соответствующие санкции.

2. Юридическим фактором, на основании которого возникает деликтная ответственность, является несоблюдение абсолютной (пассивной) обязанности и нарушение абсолютного права (права собственности, на жизнь и здоровье граждан), т. е. нарушение абсолютного правоотношения. Договорная ответственность возникает тоже на основе правонарушения. Однако оно – следствие нарушения иных по своей природе прав, обязанностей и правоотношений, а именно относительных договорных прав, обязанностей и правоотношений, в которых происходит реализация гражданского договора. Вот почему деликтная ответственность может возникнуть перед любым лицом, фактически нарушившим абсолютное право; договорная же устанавливается только перед стороной в договоре.

Вышеназванная ответственность независимо от вины является формой распределения риска.

В связи с этим нет оснований для разграничения или противопоставления категорий риска и ответственности. Для лица, несущего ответственность независимо от вины, риск существует в виде возможности ответственности. Категория «**гражданско-правовая ответственность**» нередко смешивается с категорией «**риск**», что, на наш взгляд, является неверным. Эти правовые явления действительно имеют общие черты, особенно отчетливо они проявляются при деликтной ответственности. В обоих случаях для участников оборота возникают имущественные потери. Однако в нормах гражданского законодательства эти правовые феномены регламентируются обособленно, а по своей правовой направленности и по правовым последствиям они существенно различаются.

Гражданско-правовая ответственность реализуется в форме **охранительного обязательства, исполнение которого ведет к уменьшению имущественной сферы субъекта ответственности помимо его воли**. Соответственно всякое явление, тождественное описанному выше, является гражданско-правовой ответственностью.

Таким образом, если риск выражается в возможности возникновения обязанности, исполнение которой ведет к безэквивалентному лишению должника имущества помимо его воли, данный риск является не чем иным, как риском ответственности. Соответственно риск и ответственность не исключают друг друга: риск может существовать и в виде риска ответственности. В Гражданском кодексе РК можно выделить группы «рисков», принципиально различных между собой:

- риск предпринимательства, непосредственно связанный с осуществлением предпринимательской деятельности (ст. 10, 360 ГК РК);
- обязательственный риск (ст. 9, 359, 917, и др.);
- страховой риск (гл. 40).

В Гражданском кодексе КР можно выделить те же группы рисков:

- риск предпринимательства, (п.4. ст. 1, ГК КР);
- обязательственный риск (ст. 331, 422, 531 и др. ГК КР);
- страховой риск (гл. 46).

То есть речь идет о совершенно различных правовых конструкциях, объединяет которые категория «риск».

Становится ясно, что в определении понятия «риск» должны быть отражены те существенные черты и связи с другими понятиями, которые вы-

деляют это понятие, а само определение данного понятия применимо для всех или абсолютного большинства явлений, отражаемых этой научной категорией.

Таким образом, рассмотрение риска как базовой категории гражданского права, так и фундаментальной стержневой экономической категории современного общества, основным условием существования которого является свободный рыночный механизм, становится все более актуальным.

Как показывает системный анализ существующих в науке взглядов, все ученые в той или иной степени выделяют в качестве квалифицирующего признака риска возможность (вероятность) наступления неблагоприятных, невыгодных последствий. Думается, что под вероятностью наступления таких последствий следует понимать предположение, основывающееся на суждении или личном опыте оценивающего, о получении определенного результата. А.Г.Диденко, рассматривающий феномен вероятности в гражданском праве, относит его к оценочному понятию, когда правоприменитель на основе оценки фактов делает вывод о степени вероятности наступления результата от действия этих фактов [7].

В современном гражданском законодательстве нет легального определения понятия «риск». В различных нормах этот термин наполняется заметно разным содержанием, охватывая в итоге весьма обширный понятийный горизонт, что не только существенно затрудняет уяснение сущности этого правового явления, но и приводит к отсутствию единообразного применения норм, которые прямо или опосредованно включают категорию риска. Так, в ст. 313 ГК РК и ст.331 ГК КР – «риск случайной гибели или повреждения залогового имущества»; в ст. 360 ГК РК и ст.1 ГК КР– «предпринимательский риск»; ст. 411 ГК РК и ст. 422 ГК КР предусматривают «переход риска случайной гибели или повреждения товара»; ст. 529,534,610 ГК РК и ст. 531 ГК КР – «риск случайной гибели или повреждения имущества, переданного в ренту»; ст. 377. ГК КР и ст. 681, 685 ГК РК – «невозможность исполнения»; ст.ст. 833,834 ГК РК и ст. 924,925,953 ГК КР – «страховой риск». В результате на практике категория «риск» обретает такой широкий диапазон определения, что зачастую определить истинные последствия рискованных обстоятельств и субъекта, на которого они ложатся бременем, становится проблематично.

Термин «риск» определяется как возможный убыток или неудача в каком-либо деле. Риск возникает при любых видах деятельности, связанных с производством продукции, выполнением работ, оказанием услуг, товарно-денежными и финансовыми операциями, осуществлением социально-экономических и научно-технических проектов. В рассматриваемых видах деятельности приходится иметь дело с использованием и обращением материальных, трудовых, финансовых, информационных (интеллектуальных) ресурсов, так что риск связан с угрозой полной или частичной потери этих ресурсов. В итоге риск предпринимателя характеризуется как опасность потенциально возможной, вероятной потери ресурсов или неполучения доходов по сравнению с вариантом, рассчитанным на рациональное использование ресурсов в данном виде предпринимательской деятельности. Иначе говоря, риск есть угроза того, что предприниматель понесет потери в виде дополнительных расходов, сверх предусмотренных прогнозом, программой его действий, либо получит доходы ниже тех, на которые он рассчитывал.

Трудности в исследовании формально-логического аспекта понятия «риск» существуют в связи с многоплановостью этого понятия. С одной стороны, право устанавливает возможность наступления риска и «стремится» к его наиболее справедливому и рациональному распределению между сторонами или на его минимизацию и устранение, а с другой стороны, право само порождает риск, поскольку правовые конструкции некоторых гражданско-правовых институтов способствуют возникновению различных рискованных ситуаций (например, при заключении договора аренды, в отношениях представительства).

Как показано выше, рискованный характер присущ значительному количеству, если не большинству, гражданско-правовых конструкций. Так, в гражданском праве традиционно правило, согласно которому риск ущерба несет собственник имущества, если ущерб наступил вследствие случайных обстоятельств, при условии, если иное не определено законом (ст. 211 ГК РК). Традиционно правило о том, что предпринимательская деятельность носит рискованный характер (ст. 360 ГК РК и ст.1 ГК КР). Идея риска лежит в основе страховой, банковской деятельности, обеспечения обязательств, обстоятельств непреодолимой силы. В нормах права, посвященных данным отношениям, законодатель подразумевает риск, хотя и не

называет его. Несмотря на то что непосредственно внешнего выражения эта идея не имеет, однако легко обнаруживается при достаточном анализе.

Любые рискованные ситуации имеют общий признак неопределенности, выраженный в возможности (вероятности) наступления благоприятных или неблагоприятных последствий для участников имущественного оборота в результате их действий или бездействий. Неопределенность предполагает наличие факторов, при которых результаты действий не являются детерминированными, а степень возможного влияния этих факторов на результаты неизвестна, например отсутствие необходимой информации. Неопределенность обусловлена невозможностью точного предсказания поведения людей в процессе их деятельности и факторов, способных оказать на нее влияние.

Отличительным признаком рискованных ситуаций можно считать и характер наступающих последствий. Они могут быть благоприятными или неблагоприятными, причем как материальными, так и нематериальными. Примером благоприятных последствий риска может служить дополнительный доход при осуществлении рискованной деятельности. Неблагоприятные же последствия могут выражаться в виде потерь, убытков, недопоступления планируемых доходов, прибыли, нанесения урона деловой репутации.

Из норм законодательства, учитывающих риск как явление, следует, что бремя риска всегда ложится на определенного законом субъекта, однако не без исключений. Так, поскольку существует риск имущественных потерь в общественных отношениях, регулируемых гражданским правом, субъекты конкретного обязательства должны распределить возможные риски. Вместе с тем нормы гражданского права, не нарушая общего принципа диспозитивности, лишь распределяют последствия этого риска.

По общему правилу риск не связан с противоправным поведением, поскольку субъект действует в своих интересах и рискует своим имуществом, поэтому под угрозу попадают его частные интересы. Субъект в процессе своей деятельности оценивает имеющиеся обстоятельства и прогнозирует дальнейшее развитие событий. Данный прогноз в силу неоднозначности развития ситуации в качестве одного из возможных результатов деятельности предполагает наступление неблагоприятных последствий, то есть наряду с реальной возможностью добиться успеха

сохраняется вероятность негативного результата. Однако отношение к этим негативным последствиям у рискующего субъекта отрицательное. Он рассчитывает на благоприятный исход. Расчет лица на отрицательный результат даже в качестве одного из возможных устраивающих его вариантов (его сознательное допущение, стремление к нему) исключает риск.

Риск приобретает юридическое значение лишь при наступлении негативных последствий. Любая успешная рискованная деятельность не нуждается в правовой оценке. Лицо привлекает к себе внимание юрисдикционных органов лишь в случае причинения вреда, наступившего в результате соответствующей деятельности. Кроме того, наступившие вредные последствия должны относиться к числу тех, которые прогнозировал субъект. Если лицо опасалось наступления одних неблагоприятных последствий, а наступили иные, то такая ситуация не может быть отнесена к риску. Риск как юридическое явление характеризует деятельность, осуществляемую в рамках правового поля. Отсюда поведение, осуществляемое для достижения незаконных целей или при использовании незаконных средств, не должно характеризоваться с помощью категории «риск». Таким образом, рискующий субъект должен преследовать исключительно правомерные (соответствующие закону) цели. В случае нарушения лицом норм права речь уже будет идти об ответственности.

Риск в современных условиях получил широкое распространение и выходит далеко за рамки имущественной ответственности, когда взыскиваются убытки. В ряде случаев в силу нормативного предписания лицо вынуждено претерпевать негативные имущественные последствия в отсутствие противоправности его поведения. В качестве примера можно привести риск случайной гибели или случайного повреждения имущества. Негативные имущественные последствия, выражающиеся в утрате имущества, расходах на его восстановление, возлагаются на субъекта риска не в форме ответственности, так как претерпевание соответствующих последствий не обусловлено противоправностью его поведения. «Риск «нейтрализует» противоправность в механизме возникновения соответствующего правоотношения, исключая таким образом его деликатный характер. Возлагая на определенное лицо имущественный риск, законодатель исключает возможность восстановления его нарушенного субъективного права за счет других лиц.

Представляется, что ряд гражданско-правовых норм, сконструированных с использованием термина «риск», не в полной мере соответствует сущности используемого термина. Что свидетельствует о не до конца осознанном подходе законодателя к использованию категории «риск». Так, ст. 313 ГК РК и ст. 331 ГК КР закрепляет риск случайной гибели, случайного повреждения имущества. По-нашему мнению, применение категории «риск» в данном случае должно быть пересмотрено. Это связано с тем, что риск ассоциируется прежде всего с деятельностью, направленной на извлечение прибыли, выгоды, такой, как предпринимательская деятельность, договорные отношения, которая, несмотря на свою материальную привлекательность, также может повлечь и ущерб для участников. В то время как лицо, владеющее имуществом на праве собственности, не всегда может и желает извлечь из имущества прибыль, особенно если оно приобретено для личных бытовых целей, совершенно не связанных с материальной пользой. Поскольку гражданско-правовая ответственность носит имущественный характер, ее отграничение от иных сходных явлений следует проводить по имущественному содержанию мер ответственности. В гражданско-правовой ответственности риск может служить основанием распределения убытков, а в соединении с противоправностью (например, при причинении вреда источником повышенной опасности) риск выступает основанием ответственности.

В заключение следует отметить, что риск как правовая категория, являясь родовым понятием по отношению к ответственности, подлежит различной оценке в нормах законодательства РК.

Сказанное позволяет сделать вывод: соотношение категорий риска и ответственности проявляется в том, что риск позволяет преодолеть негативные последствия, которые не обусловлены не только противоправностью поведения должника, но и не обусловлены его поведением вообще. Ответственность же в любом случае связана с неблагоприятными последствиями для лица, нарушившего нормы права.

#### *Литература*

1. Гражданский кодекс Кыргызской Республики (общая часть) от 08.05.1996 г. с изменениями и дополнениями по состоянию на 12.10.2009 г.
2. Гражданский кодекс Кыргызской Республики (особенная часть) от 05.01.1998 г. с изме-

- нениями и дополнениями по состоянию на 17.07.2009 г.
3. Гражданский кодекс Республики Казахстан (общая часть) от 27.12.1994 г. с изменениями и дополнениями по состоянию на 15.07.2010 г.
  4. Гражданский кодекс Республики Казахстан (особенная часть) от 01.07.1999 г. с изменениями и дополнениями по состоянию на 02.04.2010 г.
  5. *Басин Ю.Г.* Вина как условие ответственности за нарушение обязательства // Гражданское законодательство: Сборник статей (общая часть). – Алматы, 2003. – С.337– 348.
  6. *Басин Ю.Г.* Защита гражданских прав и ответственность за их нарушение. «Вещные и обязательственные права в законодательстве Республики Казахстан // Материалы научно-практ. конф. – Алматы, 2000.
  7. *Диденко А.* Гражданское право. Курс лекций. – Алматы, 2006.

**ПРОБЛЕМЫ ЛИТЕРАТУРЫ И ЯЗЫКОЗНАНИЯ**

УДК 401

**Функциональная нагрузка сравнительных конструкций  
в художественном тексте**

---

Р.В. ВАЛЬВАКОВ, канд. филол. наук, КРСУ

---

The article regards semantic and functional peculiarities of comparative constructions which are analyzed on the basis of their expressive, nominative and descriptive potentials. A special way of conveying information, realized by comparative constructions, contributes to a wide use of comparative constructions as a vivid expressive means.

Сравнение, понимаемое как сопоставление предметов и явлений, нахождение между ними сходств и различий, изучается различными науками: философией, психологией, лингвистикой. Пристальное внимание представителей разных наук к данному феномену объясняется огромной ролью сравнения в познавательной деятельности. В психологии сравнение трактуется как умственное действие, мыслительная операция, инструмент мышления. Для лингвистики сравнение – это прежде всего семантическая категория, которая кодируется языковыми средствами. Среди равноуровневых средств выражения семантики сравнения ведущая роль принадлежит синтаксическим способам репрезентации. Сравнение – это категория синтаксическая. [7, 5].

Синтаксическая конструкция с семантикой сравнения – значимый элемент художественного текста. В любом значительном художественном произведении функционируют сравнительные конструкции (далее – СК). Одна из особенностей изучения категории сравнения заключается в том, что обычно исследованию подвергаются язык и стиль конкретного писателя или писателей, при-

надлежащих одному и тому же направлению. При этом особое внимание уделяется функциям, целевому назначению СК в языке и стиле писателя. Так, Т.Я. Андреева дает довольно глубокую характеристику целевого назначения сравнений, когда указывает, что по своей природе сравнения призваны: 1) уточнить, 2) разъяснить, 3) подчеркнуть определенную однородность, 4) воздействовать на чувства, усилить впечатление, 5) «живописать», 6) быть свежими, оригинальными, 7) удовлетворять эстетическому чувству, доставлять удовольствие [3, 18].

СК как функциональная единица языка и речи обладает суммой потенциалов: экспрессивным, номинативным, дескриптивным. В сущности, номинативный потенциал (т.е. способность служить средством именованя явлений, процессов, свойств объективной реальности) выделяется несколько условно, так как «любое языковое выражение можно рассматривать как номинативную языковую единицу, то есть как единицу, которая имеет некоторое содержание, соотносимое с любым экстралингвистическим объектом» [4, 73]. Под дескриптивным потенциалом понимается

способность СК функционировать в структурно-композиционных фрагментах текста, имеющих описательный характер, то есть служить средством описания пейзажа, внешности и характера персонажей, бытовых реалий и т.п. Реализация же номинативного потенциала связана с выражением обстоятельственных значений (образа действия, причины, условия). Необходимо отметить, что данные функциональные возможности реализуются синкретно, т.е. они могут совмещаться. Ведущим является экспрессивный потенциал.

Наше исследование проводилось на материале выборки сравнительных конструкций из романа Ч.Т. Айтматова «Плаха». Употребляемые в романе «Плаха» сравнительные конструкции реализуют следующие функции:

**1. Экспрессивная функция.** Сравнение – это одно из средств создания образности. Образность в художественном тексте связана с особым типом передачи информации. Совершенно правильной представляется нам точка зрения Е.А. Юриной, которая трактует образность как способность передавать творчески переосмысленное видение объекта [9, 12]. Сравнения вызывают у читателя более яркую и отчетливую картину текстовой реальности, идейно-эстетический замысел автора предстает в живой и органичной форме. Как указывает Е.А. Юрина, «Образное восприятие нацелено на конкретизацию, целостность и наглядность» [9, 10]. Посредством введения в структуру предложения СК активизируется лингвокреативное мышление реципиента, автор оказывает на читателя эмоционально-образное воздействие, в результате при чтении текста возникает определенный изобразительный и выразительный эффект. Именно это мы считаем основным предназначением, основной функцией СК в художественном тексте.

В исследуемом языковом материале имеются примеры, когда СК не является структурно и семантически обязательным компонентом предложения. Изъятие СК не влияет на семантику предложения, на передаваемую предложением предметно-логическую информацию. Сравнение факультативно, в какой-то степени даже избыточно, так как оно вторично, косвенно называет то, что уже названо. Здесь более значимым оказывается не номинативный потенциал СК, а ее экспрессивный потенциал, способность стимулировать образное мышление читателя. Например:

(1) ... и все они, гонимые и преследующие, – одно звено жестокого бытия – выкладывались в

*беге, как в предсмертной агонии, сжигая свою кровь, чтобы жить и чтобы выжить...*

Сравнение основывается на сопряжении двух ситуаций (или объектов, признаков, качеств, свойств) как явлений одного порядка. Общепринятой является трехкомпонентная модель сравнительных отношений: объект сравнения, основание сравнения и эталон сравнения (включающий показатель сравнения). В основе возникновения образности лежит характер ассоциативных связей между объектом сравнения и эталоном сравнения: это или стандартные, общеизвестные постоянные ассоциации или индивидуально-авторские ассоциации. Отметим, что мера индивидуального в СК ограничена: индивидуальный, авторский характер восприятия реальной действительности не должен препятствовать пониманию СК реципиентом, эталон сравнения должен входить в понятийное поле как автора, так и читателя. «Критерием истинности, достоверности информации при этом выступает не объективность содержания, а его выразительность, способность вызвать соответствующие представления и впечатления у адресата, опосредованно создать у него образное представление о том или ином явлении действительности («образ отражения»), адекватное авторскому (курсив наш. – Р.В.)» [9, 12].

Структура СК позволяет ввести в предложение стереотипный объект-носитель признака, качества, образа действия и прочее, что позволяет сфокусировать внимание реципиента на определенном элементе ситуации, являющейся предметом сообщения.

(2) – У нас здесь строго. **Дисциплина как в десанте.**

(3) *Предостережения эти потом действительно припомнились не раз и не два, но всякий раз Авдию Каллистратову казалось, что главное в его предназначении, некий высший смысл – еще впереди, как черта видимого горизонта...*

Отметим, что созданию изобразительно-выразительного эффекта способствует не только категория образности, но и такие категории, как интенсивность и эмоциональность. Интенсивность понимается как усиление высказывания, акцентирование высокой, неординарной степени признака (качества). И.И. Туранский указывает, что сущность категории интенсивности «заключается в отражении отношения говорящего к явлениям и событиям. Категория служит средством языковой оценки отправителем речи тех или иных характерных или характерологических признаков» [6,

23]. Согласно И.И. Туранскому, высказывания, содержащие неординарную, интенсифицированную оценку признака, воспринимаются не только как экспрессивные, но и как эмотивные, отражающие эмоциональное настроение автора, его желание выйти за рамки нейтрального изложения.

(4) ... вторым лицом хунты оказался некто Мишаиш, а если полностью – Мика-Шабаишник, тип, надо сказать, **бычьей свирепости**...

В следующем примере интенсивность выражена устойчивым сравнением, в котором интенсивность как компонент представлена в семантической структуре глагола *прут*.

(5) Верите ли, только в прошлый сезон по нашему участку дороги мы судили более ста подростков, а скольких мы пропустили, не смогли задержать, а они все едут и едут отовсюду, от Архангельска до Камчатки, **прут, как рыба на нерест**.

СК играют определенную роль в выражении эмоциональных состояний персонажей. Языковое выражение эмоций в романе Ч.Т. Айтматова «Плаха» происходит при комплексном взаимодействии лексических и синтаксических средств. При этом СК играют вспомогательную роль, основную же нагрузку берут на себя лексические и синтаксические средства. Рассмотрим пример:

(6) Еще прошлой ночью в Гефсимании на Масличной горе я изнывал, ужасался от тоски, навалившейся, **как черная ночь**, не находил себе места и, бодрствуя с учениками, все не мог успокоиться и в предчувствии страшном дошел до кровавого пота.

В данном примере эмоциональное состояние персонажа передается лексическими и фразеологическими средствами: *изнывать, ужасаться от тоски, не находить себе места, в предчувствии страшном*. Участие СК в номинации эмоциональных состояний обеспечивается ее связью со словом «тоска», возникающим уподоблением тоски и черной ночи.

СК органично входит в структуру следующего предложения:

(7) Неужто свирепый мир людской себя убил в свирепости своей, **как скорпион себя же умерщвляет своим же ядом?**

Структурно-семантические и коммуникативно-прагматические характеристики данного предложения позволяют отнести его к средствам эмоционального синтаксиса, под которым «следует понимать особые структурные образования, целью которых является передача не столько ос-

новного содержания сообщения, сколько субъективно-оценочного, эмоционально окрашенного отношения говорящего к предмету мысли» [5, 13].

Эмоциональное состояние персонажа благодаря введению в предложение СК выражается образно. Для выражения эмотивности Ч.Т. Айтматов среди прочего использует сравнительные конструкции со словом «собака».

(8) Вскоре Петруха вернулся от Самого, **как побитая собака, угрюмый, обозленный, очень по-серьезневший**.

(9) – По всем поездкам и на всех путях я буду хватать вас, **как бешеных собак**, вам нигде не укрыться от меня! – в ярости кричал он.

(10) Эрназар на перевале вмерз в лед, остался без могилы, **как собака**, а ты, гад, обжимаешь его бесстыжую жену, суку продажную, и живешь себе припеваючи!

(11) Только никто не знает, что ты от зависти подыхаешь, **как собака**, когда кому что-то светит.

(12) ...а этот гад Базарбай такой гнусный поклеп на меня возводит, что так бы и придушил его, **как собаку**, потому как нет на него управы.

Это один из наиболее часто употребляемых Ч.Т. Айтматовым эталонов сравнения. Однако образ, лежащий в основе данного сравнения, является как бы «пустым», стертым. Данное сравнение не вызывает каких-либо наглядно-образных ассоциаций. Сравнение *как собака (как собаку)* имеет негативный смысл. Основное назначение данного сравнения, как нам кажется, – усилить эмоциональность персонажа.

Выразительный эффект возникает и за счет включения сравнения в экспрессивные синтаксические конструкции, построенные на основе отношений параллелизма и повтора.

(13) О, если бы удалось так сделать, написать такой материал, чтобы откликнулись на него многие и многие, **как на кровное дело свое, как на пожар в собственном доме, как на беду собственных детей**, только тогда слово, подхваченное многими небеспристрастными людьми, может пересилить деньги и победить порок!

(14) ...и тем не менее по-человечески дивился и поражался свирепости и неверности толпы, **будто бы** никто из них до этого не догадывался, что он бродяга, **будто бы до этого не они** внимали, затаив дыхание, его проповедям во храмах и на площадях, **будто бы это не они** ликовали, когда он въезжал в городские ворота на серой

ослице с молодым осликом позади, **будто бы не они** с надеждой провозглашали, кидая под ноги ослице цветы: «Осанна Сыну Давидову! Осанна в вышних!».

### 2. Номинативная функция

Для СК характерен синкретизм семантики: языковая форма, представленная СК, способна недискретно выразить более одного значения. В СК наряду с семантикой сравнения реализуется дополнительное значение образа действия, причины и условия.

Номилируя значение образа действия, СК выступает как внутриязыковой функциональный эквивалент наречия. Например:

(15) *А вот как двинемся, да на хорошее место выскочим, чтобы в две руки обрывать тот цвет, там дело другое – один денек помотался по степи, зато целый год **живи, как министр**.*

Сравнение *жить, как министр* может быть истолковано как *жить обеспеченно, легко, привольно, беззаботно*.

Семантика образа действия может выражаться устойчивыми сравнениями. Например:

(16) *Так знай, правитель римский, промысел Божий не в том, что однажды, **как гром в ясную погоду**, грянет день, когда Сын Человеческий, воскреснув, спустится с небес править суд над народами... (как гром в ясную погоду – внезапно, неожиданно).*

Формальным маркером наличия синкретичной семантики сравнения и образа действия является элемент **так**, к которому присоединяется СК.

(17) – *Ты про них рассказываешь так, **будто с ними с детства живешь**... Ну как такое может быть?*

(18) *В этом он был убежден **так же, как и в том, что солнце восходит на востоке**.*

Чаще семантика образа действия уже выражена эксплицитно наречием, и СК, относящаяся к этому наречию, играет роль пояснения.

(19) *Все происходило **быстро и стремительно**, как при налете из засады.*

(20) *Мальчик вскрикнул **пронзительно, коротко**, как раненый заяц.*

(21) *К тому же мы с тобой уж очень разные – **как вода и огонь**.*

Для пояснения выбираются стандартные, типовые эталоны.

Сложноподчиненные предложения с союзом *как если бы* выражают «условно-предположительное сравнение с причинно-следственным отенком» [8, 260].

(22) *И тут же Акбара почувствовала, как на нее горячей волной нахлынула нежность – потребность приласкать, пригреть будущих сосунков, отдавать им свое молоко так, **как если бы** они уже были под боком.*

(23) *На восходе солнца уже вблизи логова Акбара стремглав рванулась бежать, **как если бы** ее ожидали сосунки. Эти самообман и самообольщение передались и Таичайнару...*

В следующем примере выражается синкретичное значение сравнения и предположительной причины:

(24) *В кузове машины среди десятка битых сайгачьих туш, оставленных для отправки на завтра, лежал человек, руки его были связаны, **точно его взяли в плен**.*

### 3. Дескриптивная функция

Инвентарь языковых средств, с помощью которых автор «рисует» текстовую реальность, включает в себя СК. Дескриптивная функция СК тесно переплетена с экспрессивной функцией, то есть СК не просто изображают, описывают текстовую реальность, они описывают ее образно и экспрессивно. При этом сравнения играют вспомогательную роль, основная нагрузка приходится на лексические и синтаксические средства. Сравнения же обогащают информативное содержание тех языковых средств, с которыми они взаимодействуют. Изучение дескриптивной функции СК связано с исследованием объектов сравнения.

Реализация идейно-эстетических задач автора обеспечивается применением соответствующих изобразительно-выразительных средств, употреблением адекватных по своим стилистическим свойствам средств языка. Лингвостилистические особенности текста находятся в связи с авторским замыслом. Применяемый Ч.Т. Айтматовым арсенал средств языковой выразительности довольно обширен. Как указывает А. Акматалиев, «Раскрывая внутренний мир своих героев, он (Ч.Т. Айтматов. – Р.В.) мастерски оперирует выразительной деталью, в которой изобразительность сочетается с глубокой психологической характерностью» [2,10]. СК, способствуя воплощению авторских замыслов, несомненно, усиливают общий стилистический заряд текста.

В силу вышеизложенного становится понятным и объяснимым сложное и многоаспектное содержание СК в романе Ч.Т. Айтматова «Плаха». Наиболее частотными сферами функциони-

рования сравнения являются следующие структурно-композиционные элементы текста:

1. Пейзажные описания 2. Описание внешности персонажей. 3. Описание характера персонажей. 4. Описание состояния персонажей. 5. Описание процесса звучания. 6. Описание процесса движения.

Основную функциональную нагрузку в СК несут эталоны сравнения. Необходимо отметить, что в качестве эталона сравнения могут выступать как отдельные объекты, носители качеств, признаков, способные выполнять определенные действия, так и целые ситуации.

Наиболее частотными эталонами сравнения у Ч.Т. Айтматова являются названия животных и названия явлений природы, стихийных явлений и т.д. Значительное место среди источников эталонов сравнений занимает абстрактная лексика. Характерные черты абстрактных понятий, переносимые на иные объекты, действия и прочее, создают по-особому звучащий текст, обладающий высоким экспрессивным зарядом. В качестве эталонов сравнения Ч.Т. Айтматов широко использует наименования лиц. Использование в СК наименований лиц основывается на стереотипных представлениях о качествах, свойствах и характеристиках данных лиц.

Подводя некоторые итоги, хотелось бы отметить следующее:

1. Как лингвистический феномен сравнительные конструкции в содержательном плане являются сложным единством экспрессивного, номинативного и дескриптивного потенциалов. Сравнения, функционирующие в романе «Плаха», являются мощным изобразительно-вырази-

тельным средством, что обусловлено взаимодействием категорий образности, эмотивности и экспрессивности.

2. Сравнительные конструкции являются особым типом подачи информации, позволяющим воздействовать на образное мышление читателя и изобразить текстовую реальность как результат творческого переосмысления автора. Важнейшее свойство сравнительных конструкций – это активизация лингвокреативного мышления читателя.

#### *Литература*

1. *Айтматов Ч.Т.* Плаха. – Алма-Ата, 1987.
2. *Акматалиев А.А.* Чингиз Айтматов и взаимодействие литератур. – Бишкек, 1991.
3. *Андреева Т.Я.* Функционирование сравнительных синтаксических конструкций как составной части простого предложения: Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. – Киев, 1993.
4. *Колианский Г.В.* Соотношение субъективных и объективных факторов в языке. – М., 1975.
5. *Орлова Н.Н.* Языковые средства выражения эмоций: синтаксический аспект (на материале современной английской прозы): Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. – Ростов-на-Дону, 2009.
6. *Туранский И.И.* Семантическая категория интенсивности в английском языке. – М., 1990.
7. *Черемисина М.И.* Сравнительные конструкции русского языка. – Новосибирск, 1976.
8. *Шелякин М.А.* Функциональная грамматика русского языка. – М., 2001.
9. *Юрина Е.А.* Образная лексика русского языка. Часть 1: Семантика. – Томск, 2007.

УДК 81'367.635 = 161.1

## **Экзосема как элемент интерпретации субзнака в коммуникативном контексте (на материале русских частиц)**

---

Л.В. АЛИМПИЕВА, преподаватель  
Международного университета «Ата-Тюрк-Ала-Тоо»

---

The analysis of exoseme (creation and functioning) of Russian particles as subsigns in communicative contexts (situations) shows that they possess special semes which differ from those of the words with full meanings. The article uncovers the peculiarity of subsign's seme which is presumably determined by a term "exoseme" and gives its definition.

С точки зрения семиотики русские частицы квалифицируются как субзнаки, поскольку используются в большинстве случаев только в сочетании с полноценными знаками (полнозначными лексическими единицами)<sup>1</sup>. Частицы как субзнаки составляют функционально неоднородную группу слов. Для них характерны специфичность семантики, отсутствие морфологических форм

---

<sup>1</sup> Семиотика выделяет следующие языковые единицы: знаки, субзнаки, а также полузнаки и элементы знаков [Мечковская Н.Б., 2007. – С. 27–28]. Полузнаки – это словообразовательные и словоизменительные морфемы. К элементам знаков (фигурам) относят фонемы с их дифференциальными признаками, способствующими осуществлению перцептивной и дистинктивной функций. Знаки, субзнаки, полузнаки и элементы знаков (фигуры) наряду с обобщающей познавательной функцией наделены функцией идентификации структурных единиц языка: меньших (фонемы, морфемы) и больших (словосочетания и предложения), чем слово. В данной статье для обозначения всех указанных единиц используется терминологическое понятие «языковые субзнаки всех типов».

изменения. «Частицы обладают весьма своеобразным лексическим значением, которое... обнаруживается, как правило, лишь в сочетании с другими словами» [Астафьева Н.И., Киселев И.А., Кравченко З.Ф., 1971; 5].

Многие исследователи отрицают наличие у частиц собственного лексического значения, справедливо указывая на их определяемость контекстом, структурой высказывания – во-первых, и на их широкую синонимичность – во-вторых, Т.М. Николаева считает, что при внимательном анализе функциональной семантики каждой частицы обнаруживается значение, которое формулируется в общем виде. Вслед за другими исследователями она считает, что частицы имеют инвариантное значение. «Это инвариантное значение как бы пронизывает всю систему употребления слова с частицей, создавая сложную систему употребления слова с частицей, создавая сложную систему смысловых переходов – постепенных, с градуально меняющейся семантикой» [Николаева Т.М., 1985. – С. 22–23].

Напомним, семиотика трактует различные знаковые системы как модели определенных

фрагментов мира, строящиеся в ходе познавательной и практической деятельности людей. «Мир есть все, что происходит, а все происходящее, факт, – существование событий» [Витгенштейн Л. 1994. – С. 5], а задача языка – отразить этот мир в вербальных знаках всех типов. Н.Э. Энквист писал по этому поводу: «Всестороннее исследование языка должно считаться с тем, что язык используется людьми, живущими в сложной окружающей обстановке» [Энквист Н.Э. 1980. – С. 255].

С точки зрения семиозиса функция частиц как субзнаков заключена в актуализации прагматической части высказывания/предложения. Прагматика, как известно, занимается значением высказывания в конкретных контекстах и изучением отношения знаков к субъектам, которые их производят и интерпретируют. Ч.С.Пирс считал прагматическую составляющую основной для определения сущности знака. Знак становится таковым не благодаря своим физическим свойствам, а вследствие определенного употребления его в сообществе. Поэтому как способ построения знаковых конструкций (синтаксис), так и отношение знаков к обозначаемым объектам (семантика), являются лишь средством для выполнения знаками их основной функции: обеспечивать коммуникацию между людьми [Пирс Ч.С. 2000. – С. 301–321].

Значение частиц тесно связано со структурой всего высказывания, что не всегда позволяет строго выделить его; кроме того, значения частиц подвижны, абстрактны. Являясь вербальным средством выражения актуализации, частицы обычно обладают функцией, которая заключается в обращении внимания перцепиента<sup>1</sup> на значимую, с точки зрения продуцирующего высказывание, информацию, подчеркивание ее важности.

В предложениях *Хоть сын учится* и *Сын хоть учится* у частицы *хоть* выделим такое модусное значение, как положительная оценка, которое, наряду с описанием действительности событий, передает отношение, мнение говорящего об этом факте действительности. В первом предложении частица *хоть* в зависимости от контекста ситуации может быть наделена следующими смыслами: а) никто не учится, кроме него; б) учится только он; в) хорошо, что он учится. А во втором – следующими: а) сын ничем другим не

занимается; б) он только учится; в) сын, по крайней мере, учится, и это уже хорошо; г) сын, по крайней мере, учится, а другие дети и этого не делают [Акопян К.С., 2004. – С. 209]. Модусное значение может детерминироваться дополнительно интонацией высказывания.

Доминирующая функция в интонации принадлежит мелодике, которая организует фразу и служит для ее смыслового различения. Высказывания, состоящие из идентичных слов, могут иметь дифферентные грамматические (синтаксические) значения в зависимости от их мелодической особенности, то есть путем повышения и понижения доминантного тона голоса могут быть выражены различные цели высказывания: сообщение, побуждение к действию, вопрос, восклицание, просьба, порицание и т. д. Например: *Так-таки и не явился?* Энергичная, отрывистая фонеция русской частицы и рецессия тона выражают удивление. Или, например: – *Прощайте!* – *Как так прощайте?* Частица в сочетании с восхождением голосового тона выражает сильное возмущение; интонация в этом случае взаимодействует с эмфатическим ударением. Эмфатическое ударение служит для акцентирования эмоциональной составляющей слова. Достигается это долгим артикулированием ударного гласного, иногда и протяжным артикулированием согласного.

Во фрагменте диалога: – *Как быстро растут дети!* – *И не говорите!* частица *и* вместе с сильным интонационным выделением в ответной реплике образует модус согласия, то есть смысл «я с вами согласен» [Всеволодова М.В., 2000. – С. 307–312]. Для иноязычного перцепиента вербальная экспозиция частицы *и*, модулирующей *русский* модус согласия, будет затемнена: смысл ответной реплики не будет воспринят. Интонация, несомненно, активизирует имеющиеся в субзнаке глубинные смыслы, часто необъяснимые с позиций классических методов анализа значений слова, которые избыточны для узуса.

Интенсивность – это сила голоса. Интенсивностью голоса выражается эмоциональное состояние продуцирующего: чувство, аффект, страсть, настроение, стресс, фрустрация (глубоко переживаемое эмоциональное состояние). Чувство испуга, радости обычно выражается сильным голосом, а горестное чувство – слабым. Например: *Хоть не ворчал бы!* Отдельные частицы ситуативно могут выражать как утверждение, так и отрицание, например: – *Дочка хоть дома-то помогает?* – *Как же!* Ответ *Как же!* может означать как утвержде-

<sup>1</sup> В статье используются следующие понятия:

1) коммуникатор (передающий или порождающий) информацию; 2) перцепиент (принимающий или осваивающий) информацию.

ние (конечно, помогает), так и отрицание (совсем не помогает). Коннотация ответа детерминируется интонацией и ситуацией коммуникативного акта.

Актуализация новой семы<sup>1</sup> в слове ведет не только к его актуализации и активизации как новой единицы в системе частиц, но и к его модификации и абстрагированию в когнитивном плане, влиянию на характер языковых связей и отношений. Слово как знак и его значение не замещают друг друга. Их границы не совпадают: одно и то же значение выражается несколькими знаками или один и тот же знак имеет несколько функций, может описывать разные явления действительности или языковые интенции коммуниканта как языковой личности. «Поэтому всякий раз когда мы применяем слово как семантическую значимость к реальной действительности, мы покрываем более или менее новую совокупность представлений» [Карцевский С.О., 1965. – С. 85–86]. Язык, являясь семиологическим механизмом, находится в постоянном движении между общим и частным (отдельным), абстрактным и конкретным, а его основная единица – слово – призвана реагировать на интенции и законы этих противоположностей. Асимметричный дуализм слова объясняет, почему подвижная часть служебного слова превалирует над статичной.

Коммуникация как вербальное (речевое) взаимодействие (общение, обмен мыслями, сведениями, идеями и т. д.) людей предполагает обмен прагматической информацией. Предпринятое нами прагматическое моделирование смысловой интенции субзнаков показывает, что прагматическая информация, закладываемая коммуникатором в русские частицы, представляет собой экзогенный (возникающий в результате воздействия внешних факторов) коммуникативный раздражитель в вербальном (речевом) взаимодействии, оказывающий влияние на эмоциональную составляющую сознания перцепиента и содейству-

<sup>1</sup> Напомним, что семой называется элементарная составляющая значения слова или другой языковой единицы, отражающая различаемые языком признаки обозначаемого.

Сему часто называют минимальной, предельной, мельчайшей единицей плана содержания, неразложимой на более мелкие части. «Семы представляют собой элементарные отражения в языке различных сторон и свойств обозначаемых предметов и явлений действительности» [Новиков Л.А. – С. 437–438].

ющий реализации целей коммуникатора. Субзнак как носитель экзогенного коммуникативного раздражителя, с точки зрения семантики, таким образом, становится носителем новой семы (элемента значения языкового знака), которая отображает неязыковую, коммуникативно-контекстную (остенсивную) сторону ментальной деятельности носителя русского языка. Такую сему предлагаем именовать *экзосемой* (от греч. *exo* – вне, снаружи + греч. *sema* – знак).

**Предлагаемый нами термин позволяет устранить некоторую двусмысленность термина *сема*, поскольку данный термин в первую очередь детерминирует языковую сущность значения знаменательного слова, а вводимый нами неотермин *экзосема* эту двусмысленность устраняет. Данный неотермин позволяет объяснить, например, наличие у незнаменательной русской частицы *хоть* различных смыслов, связанных с прагматическим употреблением этой частицы в различных коммуникативных ситуациях и стратегиях.** Субзнак апостериори наделяется не-дескриптивной, прагматической *экзосемой*, которая появляется у него в результате обслуживания коммуникативного акта, в процессе порождения высказывания. Смысл *экзосемы* зависит от интенций коммуникатора (как намерения в виде замысла продуцировать высказывание в монологической или диалогической форме, в том или ином стиле речи) и от выбора им соответствующих языковых средств. В процессе выбора коммуникатором субзнака как элемента высказывания для передачи информации им реализуется контактоустанавливающая, информативная и регулятивная функции речи, направленные на определенное воздействие на перцепиента. Со временем *экзосема*, наделенная прагматическим смыслом, закрепляется за отдельным субзнаком и становится компонентом его семемы. Это вполне вписывается в один из главных принципов семиотики, а именно – принцип полевой организации знаковых элементов. Проявляется этот принцип в том, что частицы группируются по смежности/общности обозначаемых понятий (сигнификатов и смыслов). Это становится возможным вследствие того, что субзнаки наряду с полноценными знаками аккумулируют новые смыслы (знание/информацию) в семиотической системе, способны связывать их с прежними смыслами (знанием/информацией), а «каждый новый элемент получает благодаря своей знаковой форме точный «адрес» – указание на его место в системе» [Русский язык. Энциклопедия, 1997. – С. 462].

Внутрисистемный семиозис русских частиц разнообразен по характеру эксплицируемых *экзосем*. Автономные процессы, происходящие внутри субзнаков как служебной подсистемы языка, опосредованы внешними экстралингвистическими ситуациями, которые стимулируют разнообразное использование незначительных слов в качестве маркеров различных ситуативных контекстов, стимулирующих или провоцирующих различные психологические, ментальные и другие состояния коммуникантов. В процессе девиации/изменения коммуникативных ситуаций и тактик происходит когнитивная диверсификация субзнака (расширение семантики частицы), то есть качественное изменение и, следовательно, количественное разнообразие *экзосем* русских частиц. Коммуникатор стремится дать частице удобное для данного/определенного ситуативного контекста значение, соответствующее теме коммуникации.

Источниками появления *экзосем* могут быть следующие факторы: 1. Разнообразие коммуникативных ситуаций. 2. Диверсификация физических, физиологических, психологических и ментальных (психосемантических) процессов участников коммуникации, которые используют субзнаки для вербализации различных коммуникативных контекстов и порождающих их фоновых экстралингвистических ситуаций.

Генерирующая функция ментального пространства языковой личности делает возможным включение в русские частицы новых *экзосем*, потенциально возможных для каждого субзнака, потому что они характеризуются морфологической неизменяемостью и в своем большинстве имеют нулевую семантику. Следовательно, коммуникативные контексты модифицируют структуру семемы, диверсифицируя семантику русских частиц, служат источником появления *экзосем*. Таким образом, языковой субзнак несет прагматическую информацию (различные коннотации, смысловые приращения в тексте и контексте ситуации, символические созначения и т. п.), а актуализация прагматической функции языковых единиц – основной экстралингвистический фактор появления *экзосем* в структуре значения русских частиц.

Вышесказанное позволяет сделать следующие выводы: уникальность частицы русского языка как вербальной языковой единицы, используемой в коммуникативном акте, заключается в том, что она применяется для маркирования

коммуникативных контекстов. В определенной степени русская частица выполняет контекстную дистинктивную (смыслоразличительную) функцию в рамках всего высказывания/предложения. Таким образом, элементом семемы русской частицы является *экзосема*, специфическая особенность которой – эксплицируемость смысла экстралингвистическими факторами.

Русские частицы обнаруживают наибольшую коммуникативную контекстную зависимость и не могут быть аутентично интерпретированы без обращения к экзогенным ситуативным событиям, факторам или условиям, когда они используются в качестве их маркеров. Презумпция (пресуппозиция) выражения/предложения с использованием русских частиц как предпосылка его осмысленности, уместности возможна со стороны коммуникаторов и перцепиентов только в случаях, когда *экзосема* субзнака как равноправная единица вербального высказывания/предложения интерпретируется аутентично всеми участниками коммуникации согласно коммуникативному контексту и шире – коммуникативной ситуации, то есть сопровождается различными экстралингвистическими факторами. Это становится возможным в тех случаях, когда прагматические отношения между знаками, субзнаками и другими знаковыми единицами языка находятся в зоне конвенциональности наделения их одинаковыми смыслами всеми участниками коммуникации.

#### Литература

1. Аюбян К.С. К проблеме толкования логико-модальных частиц (на примере анализа семантики и прагматики частицы *хоть*) // II Международный конгресс исследователей русского языка: «Русский язык: исторические судьбы и современность». – Москва, 18–21 марта 2004 г. – М.: МГУ, 2004. – С. 209.
2. Астафьева Н.И., Киселев И.А., Кравченко З.Ф. Современный русский язык. Служебные части речи. Модальные слова. Междометия. – 2-е изд., перераб. – Минск: Вышэйша школа, 1982. – 110 с.
3. Витгенштейн Л. Философские работы. – Ч. 1 / Пер. с нем. – М.: Гнозис, 1994. – 612 с.
4. Всеволодова М.В. Теория функционально-коммуникативного синтаксиса: Фрагмент прикладной (педагогической) модели языка: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 502 с.

5. *Пирс Ч.С.* Избранные философские произведения. – М.: Логос, 2000. – 448 с.
6. *Карцевский С.О.* Об асимметричном дуализме лингвистического знака // Звезгинцев В.А. История языкознания XIX–XX веков в очерках и извлечениях. – 3-е изд. – Ч. 2. – М., 1965. – С. 85–93.
7. *Мечковская Н.Б.* Семиотика. Язык. Природа. Культура. – 2-е изд., испр. – М.: Академия, 2007. – 432 с.
8. *Николаева Т.М.* Функции частицы в высказывании (на материале славянских языков). – М.: Наука, 1985. – 169 с.
9. *Новиков Л.А.* Сема// Языкознание. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Н. Ярцева. – 2-е изд. – М.: Большая российская энциклопедия, 1998. – С. 437–438.
10. *Пирс Ч.С.* Избранные философские произведения / Пер. с англ. К. Голубович, К. Чухрукидзе, Т. Дмитриева. – М.: Логос, 2000. – 448 с.
11. *Русский язык.* Энциклопедия / Гл. ред. Ю.Н. Караулов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая российская энциклопедия; Дрофа, 1997. – 703 с.
12. *Энkvист Н.Э.* Параметры контекста// Новое в зарубежной лингвистике. Вып. IX. – М.: Прогресс, 1980. – С. 254–270.

УДК: 809.41.434 (575.2) (04)

### **Жөнөкөй сүйлөмдүн синтаксиси проф. А. Жапаровдун эмгектеринде**

---

К.Т. ЖАМАНКУЛОВА, Азыркы кыргыз тили бөлүмүнүн башчысы, ф.и.к., проф. м.а., КР УИАнын Ч.Айтматов атындагы Тил жана адабият институту

---

In the article are analysed the scholarly works by prof. A. Japarov from 1950 to 2007, outlined his contribution not only in the Kyrgyz linguistics but Turkology as a whole.

1950-жылы Эл Агартуу министрлиги тарабынан уюштурулган ачык конкурста А.Жапаровдун «Кыргыз тилинин синтаксиси» аттуу окуу китеби (1950) жогорку байгеге татыктуу болуп, басмага сунушталат. Ал улам толукталып басылып отуруп, 1962-жылга чейин мектеп практикасында окуу предмети катары окутулуп келди.

Аталган окуу китебинде синтаксистин негизги объектиси катары сүйлөм эсептелет. Эмгекте сүйлөм, сүйлөм мүчөлөрү, жөнөкөй сүйлөмдүн түрлөрү, бир өңчөй мүчөлүү сүйлөмдөр, кошумча (түшүндүрмө) мүчөлүү сүйлөмдөр, грамматика жагынан сүйлөмгө мүчө боло албаган сөздөр, ошондой эле кошмо сүйлөмдүн синтаксиси боюнча материалдар орун алган. Окуу китебинде дээрлик бардык темалар мурунку караганда

жаңы илимий-теориялык маалыматтар менен толукталган жана бир топ кеңири сыпатталган. Тиешелүү синтаксистик категориялар боюнча таблицалар берилген, эрежелер кыргыз тилинин бай факты-материалдары менен талданган.

Окумуштуу сүйлөм тууралуу: «Айрым оюбузду маани жагынан тыгыз байланышкан бир нече сөздүн тизмеги аркылуу, же бир сөз менен да түшүндүрөбүз» – дейт (1950, 3). Сүйлөм ичиндеги сөздөрдүн маани жагынан тыгыз байланышы биринчи жолу белгиленет. Мисалы, *Түн. Ай жарык. Биз кырманга бардык* ж.б. Мисалдардын ар бири айрым ойду түшүндүрөрү, сүйлөмдүн тизмегиндеги сөздөр өз ара маани жагынан байланышып, тийиштүү грамматикалык биримдикте туурары айтылат. Сүйлөмгө: «Бүткөн айрым бир ойду

түшүндүрүүчү сөз, же сөздөрдүн тизмеги сүйлөм деп аталат» – деген аныктама берилет (1950, 6).

А.Жапаров бул окуу китебинде сүйлөм тизмегиндеги сөздөрдүн кай бири мүчөлүк милдет аткарса, кай бири өзүнчө туруп сүйлөмдө мүчө боло албай, мүчөлүк милдет аткаруучу сөздөргө таандык болуп, ага кошумча маани киргизет деген жаңы ойду айтат. Сүйлөмдүн мүчөсүнө: «Сүйлөмдүн тутумундагы сөздөр айрым мааниге ээ болуп, кандайдыр бир суроого жооп берсе, сүйлөмдүн мүчөсү деп аталат» – деген аныктама берет. Мисалы: *Ал ыр жазды. Ал эмне жазды? – Ыр ж.б.* Бул сүйлөмдөрдөгү ар бир сөз айрым суроолорго жооп бергендиктен, ар бири сүйлөмдүн мүчөсү катары милдет аткарды. Ал эми сүйлөм мүчөлөрүнүн бирине таандык болуп айтылуучу жардамчы сөздөр жана байламталар өзүнчө туруп айрым мааниге ээ болбогондуктан жана айрым суроого жооп бере албагандыктан, сүйлөм мүчөсү боло албайт. Мисалы: *Шаршенбай кандай окуучу? – Абдан сергек ж.б.* Бул сүйлөмдөгү *абдан* деген жардамчы сөз *сергек* деген сөзгө таандык болуп айтылды жана өзүнчө туруп айрым суроого жооп бере алган жок.

Автор, эскертүү катары, сырдык, каратма, кириңди сөздөр сүйлөмгө мүчө боло албайт, анткени алар айрым суроого жооп бербейт, ойдун кырдаалын гана көрсөтөт деген ойду айтат. Окуу китебинде бул А.Жапаров тарабынан биринчи жолу “Грамматика жагынан сүйлөмгө мүчө боло албаган сөздөр” деген тема менен өзүнчө каралат (§ 47, § 48, §49, 133–141-беттер). Автор тарабынан мүчөлүк милдет аткаруучу сөздөр баш жана айкындооч мүчө болуп экиге бөлүнөт. «Ээ менен баяндооч сүйлөмдүн баш мүчөлөрү деп аталат, анткени сүйлөмдө ойдун негизин түшүндүрүүчү жана сүйлөмдүн натыйжасын чыгаруучу ушул эки мүчө болот», – дейт автор.

Ээге «Сүйлөмдө ойдун негизин ээлеп турган сөз сүйлөмдүн ээси деп аталат» – деген аныктама берет. Ага *кимдер?, эмнелер?, кимиси?, эмнеси? кандайы? канчасы?* деген суроолор берилип (мисалы: *Күн жылуу болду. Эмне жылуу болду? – Күн.*), ээнин милдетин *зат, сын, сан, ат атоочтор* жана *атоочтуктар* аткараары айтылат. Атоочтуктардын ээлик милдет аткарышы автор тарабынан биринчи айтылат. *Сын, сан атоочтор* ээлик же толуктоочтук милдет аткарганда, айтылуучу ойго карата зат атоочтук мааниде турары эскертилет (1950, 20).

Ал эми баяндоочко: «Ээнин кыймыл-аракетин, абалын көрсөткөн сөз баяндооч деп аталат»

– деген аныктама берилет. Баяндоочко *эмне кылды?, эмне кылып жатат? ким?, эмне?, канча?, кандай? эмне кылышат?* деген суроолор берилери (мисалы: *Күн ысыды. Күн кандай болду? – Ысыды* (баяндооч – *ысыды*), баяндоочтун милдетин этиштин бардык түрү, сын атооч, зат атооч, сан атооч, ат атооч жана *бар, жок* деген сөздөр аткара тургандыгы мисалдар менен талданат (1950, 8, 22).

Баяндоочтор автор тарабынан биринчи жолу этиштик жана атоочтук баяндоочтор деп экиге бөлүнөт (44–45). Ал эми ээлер – жөнөкөй жана татаал ээ, баяндоочтор – жөнөкөй жана татаал баяндоочторго ажыратылат.

Автор сүйлөмдө баш мүчөлөрдөн башка да айкындооч мүчөлөр бар экендигин айтып, аларды: «Сүйлөмдүн баш мүчөлөрүн жандап жүрүп, аларга аныктык, тактык киргизген сөздөр сүйлөмдүн айкындооч мүчөсү деп аталат», – деп аныктайт (10). Мисалы: *Шамбеттен* кат алдым. ж.б. *Шамбеттен* деген айкындооч мүчө баяндоочко тактык киргизди.

Окумуштуу айкындоочтордун илик, барыш, табыш, жатыш, чыгыш жөндөмөлөрүнүн суроолору жана *ким менен? эмне менен? ким жөнүндө? кандай? канча?* деген сыяктуу суроолорго жооп бере тургандыгын белгилейт.

Окуу китебинде автор тарабынан биринчи жолу айкындоочтордун толук классификациясы берилет. Буга чейин айкындоочтор эки гана түргө – аныктооч жана толуктоочко ажыратылып келген. А.Жапаров биринчи болуп айкындооч мүчөнүн бир түрү катары бышыктооч мүчөнү киргизип, аны толук сыпаттап, аныктооч менен толуктоочтон чегин ажыратып, буга чейин өкүм сүрүп келген чаташ маселелерге чекит коет. Анткени мурунку окуу китептеринде бышыктооч мүчөгө тиешелүү материалдар аныктоочко жана толуктоочко киргизилип, натыйжада аларга берилген эрежелер, мисалдар аралашып, бири-биринен чегин ажыратуу мүмкүн болбой калган. А.Жапаров алардын ар бирине аныктама берип, бири биринен чегин ажыраткан. Аталган айкындооч мүчөлөр боюнча таблицаларды сунуштаган. Айкындоочтордун милдетин аткаруучу сөздөр кеңири талданган. «Сүйлөмдөгү сөздөрдүн байланышы» деген темада ээрчишүү, башкаруу, таандык байланыштар каралган (86).

Ошентип, А.Жапаровдун аталган окуу китеби – кыргыз тилинин синтаксисин жаңы илимий-теориялык ачылыштар, жоболор, тыянактар менен байыткандыгы, аларды кыргыз тилинин бай

факты-материалдары менен талдап бергендиги менен баалуу.

1951-жылы А.Жапаровдун педагогикалык окуу жайлары үчүн жазылган «Кыргыз тилинин грамматикасы» (II бөлүк. Синтаксис) аттуу окуу куралы жарык көрөт. Андагы материалдардын берилиши биз сөз кылган окуу китебинен айырмаланат, анткени ал жогорку окуу жайларынын студенттерине арналган. Маселен, бул окуу китебинде сүйлөмгө мындай аныктама берилет: «Речтин грамматика жана маани жагынан өз ара байланышкан эң кичине бөлүгү айрым бүткөн ойду түшүндүрүп турса, сүйлөм болот» (1951, 3). Окумуштуу биринчи болуп сүйлөмдүн речтин (кептин) эң кичине бирдиги экендигин, маани жагынан да, грамматика жагынан да байланышып турарын аныктамада көрсөтөт. Мурунку окуу китебинде “Көмөкчү сөздөр” деген тема мында “Кызматчы сөздөр” деп берилет, алар көмөкчү сөздөр, кызматчы сөздөр, байламталар деп үч топко бөлүнөт (1951, 25).

1956-жылы А.Жапаров «Азыркы кыргыз тилиндеги сөз тизмегинин грамматикалык структурасы» деген темада кандидаттык диссертациясын коргойт. Бул кыргыз тил илиминдеги чоң ачылыш болгон. Анткени буга чейин кыргыз тилинин окуу китептеринде сөз айкашы тууралуу эч бир маалымат жок эле. Синтаксис сүйлөм жөнүндөгү илим катары каралып келген. Кыргыз тилинде гана эмес, орус тилинде, башка түрк тилдеринде да сүйлөм синтаксистин негизги объектиси катары каралып, ал эми сөз айкашы эске алынган эмес. Бул тууралуу Н.М.Лаврентьева мындай деген: «Как известно, учение о словосочетании как основном предмете синтаксиса не было принято советским языкознанием, так как исследователи увидели под термином «грамматическое предложение» не предикативное сочетание в его формальном выражении, а коммуникативную единицу» (1989, 55).

Тил илиминдеги сөз айкашынын изилденишине көз жүгүртсөк, сөз айкашы жөнүндөгү окуунун башаты араб тилчилеринин эмгектеринен башталгандыгын, бирок анда да ал системасыз жүргүзүлгөндүгүн айтууга болот. Орус тилинде А.Х.Востоков (1831) сөз айкашын кеңири сыпаттап берген. Бирок синтаксисте сүйлөм жөнүндөгү окуу биринчи планга чыгып, сөз айкашы бир топ убакытка чейин унутта калган. Сөз айкашына болгон кызыгуу XIX кылымдын аяк жагында күч алып, Ф.Ф.Фортунатовдун жана анын окуучулары А.М.Пешковский, М.Н.Петерсондун эмгектеринде кеңири чагылдырыла баштаган.

Ошентип, сүйлөмдүн объектиси катары бирде сүйлөм, бирде сөз айкашы эсептелип, анын жактоочулары өздөрүнүн аргументтерин ар тараптан далилдөөгө аракеттенишкен. Ф.Ф.Фортунатов синтаксис сөз айкашы жөнүндөгү илим деген көз карашта болгон. “Грамматическое предложение” – Ф.Ф.Фортунатовдун термини, ал – өзгөчө сөз айкашы, б.а. ал сүйлөмдү бүткөн (“законченное”) сөз айкашы” – деп атап, сүйлөмдү сөз айкашынын бир түрү деп эсептейт. Ал эми калган сөз айкаштарын, “бүтпөгөн (“незаконченное”) сөз айкашы”- дейт. Бул багыттагы изилдөөнү улантуучулар болгону менен, жогоруда Н.М.Лаврентьева белгилегендей, советтик тил илиминде синтаксис сүйлөм жөнүндөгү окуу катары эсептелип, сөз айкашы эсепке алынбай калган. Мындай көрүнүш кыргыз тилинин 1956-жылга чейинки окуу китептеринен да ачык көрүнөт.

Кыргыз тилинде биринчи болуп сөз айкашына кайрылып, аны илимий-теориялык жактан изилдеген окумуштуу – А.Жапаров болду. Ал сөз тизмегине (сөз айкашы) арналган кандидаттык диссертациясында сөз айкашынын табиятын кеңири сыпаттайт. Сөз айкаштарынын өз ара синтаксистик байланыштары, сөз айкаштарынын түзүлүшү, алардын өз ара багыныңкы мамилелери кыргыз тилинин бай факты-материалдары аркылуу кеңири талдоого алынат. Сөз айкаштарынын ортосундагы синтаксистик байланыштардын төрт түрүн – ээрчишүү, ыкташуу, башкаруу, кыйышуу байланыштарын аныктап, аларды мүнөздөйт.

Ошентип, кыргыз тилинде биринчи жолу синтаксистин объектиси сүйлөм гана эмес, сөз айкашы да экендиги илимий жактан далилденет. Муну менен А.Жапаров кыргыз тил илимине сөз айкашы жөнүндөгү окууну киргизет. Ушундан баштап синтаксистин объектиси – сүйлөм жана сөз айкашы эсептеле баштайт.

А.Жапаров 1964-жылы жарык көргөн “Главные члены предложения в современном киргизском языке” деген монографиясында кыргыз тилинде үч синтаксистик структуралык бирдик бар экендигин белгилейт. Алар: сүйлөм, сөз айкашы жана комплекстүү формалар (1964, 168). А.Жапаровдун көз карашы боюнча, сөз айкашы айрым бүткөн ойду билдире албайт, коммуникативдик каражат катары кызмат аткарбайт. Сөз айкашы сүйлөмдүн тутумуна курулуш материалы катары келип, таза номинативдик кызмат аткарат (1964, 268). Окумуштуу бул эмгегинде сөз айкашынын сөз менен болгон карым-катна-

шына, сөз айкашынын сүйлөм менен болгон карым-катнашына токтолот, алардын окшоштугун жана айырмачылыгын талдоого алат. Сөз айкашы толук маанилүү сөздөрдүн курамынан туруп, сүйлөмдөн формасы, компоненттеринин ортосундагы синтаксистик байланыштары жана функциясы боюнча айырмаланары айтылат.

Аталган окуу китебинде предикаттык айкалыштар сөз айкашы бөлүмүнө эмес, сүйлөм системасына кире тургандыгы баяндалат. А.Жапаров сүйлөм менен сөз айкашынын айырмачылыктарын талдап келип, аларга төмөндөгүдөй аныктама берет: «Предложение является коммуникативной единицей языка, обладающей своеобразной структурой, характерной формой связи основных компонентов (согласование) и соответствующей интонацией сообщения, а словосочетания и комплексная форма являются номинативными единицами, в которых интонация сообщения не присутствует, при этом словосочетаниям тоже свойственны своеобразная структура и формы связи: примыкание, управления, изафетная связь» (1964, 268). А.Жапаров биринчи болуп сүйлөм тилдин коммуникативдик бирдиги экендигин, ага кабарлоо интонациясы мүнөздүү экенин маалымдайт. Окумуштуунун аталган эмгегинде сүйлөмдүн баш мүчөлөрү – ээ жана баяндооч ар тараптан жана кеңири сыпатталат.

А. Жапаровдун 1966-жылы жарык көргөн «Азыркы кыргыз тили» (Жөнөкөй сүйлөмдүн синтаксиси) аттуу эмгеги – кыргыз тилиндеги сүйлөмдүн баш мүчөлөрүнө арналган. Мында сүйлөмдүн уюткусу, борбору катары келген баш мүчөлөр терең изилденген. Ошондой эле эмгекте сүйлөмдү мүчөлөштүрүү маселеси каралган (1966, 29–40), сүйлөм менен сөз тизмеги, алардын карым-катнашы талданган.

Окумуштуу аталган эмгегинде кыргыз тилинде үч түрдүү синтаксистик структура – сүйлөм, сөз тизмеги, комплекстүү формалар тууралуу ойлорун улантат, алардын окшоштуктарын, айырмачылыктарын анализге алат. Сөз тизмеги менен сүйлөмдүн карым-катнашын чечмелейт. Маселен, сүйлөм бүткөн бир ойду билдирип, карым-катнаш куралы катары коммуникативдик кызмат аткаrsa, сөз тизмеги ойду билдирүү ишин тейлей албайт, ал номинативдик функцияда болот, сүйлөмдүн курулуш материалы катары гана кызмат аткарат.

Окумуштуу синтаксистин эң негизги объектиси – сүйлөм деп эсептейт (1966, 19). «Кандай гана касиеттеги, курулуштагы синтаксистик

структураны, категорияны албайлы, алардын бардыгы тең сүйлөмгө байланышта гана жашайт. Сүйлөмдүн табиятын изилдөөдө алардын ар биринин өз ара катышын, бөтөнчөлүгүн белгилөө негизги маселелерден болуп саналат» (1966, 19), – дейт окумуштуу. Аталган китепте сүйлөм төмөнкүдөй мүнөздөлөт: «Сүйлөм дегенибиз айрым бир бүткөн ойду билдирүүчү грамматикалык жактан уюшулган сөз же сөздөрдүн аталыш тобу болуп, анын тутумуна кирген сөздөр андагы синтаксистик милдеттерине жараша тийиштүү сүйлөм мүчөлөрүнө жана мүчө боло алышпаган сөздөрдүн түрлөрүнө бөлүнөт» (1966, 27). Мисалы: 1. *Дос күйдүрүп айтат, душман сүйдүрүп айтат* (эл макалы). 2. *Балам, ынтымак болбой, иши оңолбойт*. Бул мисалдарды талдап жатып, сүйлөмдүн тутумунда сүйлөм мүчөлөрү жана сүйлөмгө мүчө боло албаган сөздөр да (*балам*) катышарын белгилейт.

Ушундан улам, автор сүйлөмдүн табиятын туура түшүнүү үчүн баарынан мурун анын курулуш материалдары болуп келген сөздөрдүн функциясына туура келген, шарттап турган түзүлүшүн, тагыраак айтканда, анын спецификалык өзгөчөлүктөрүн эмнелер түзөрүн, интонациянын ролун аныктоо зарыл деп эсептейт. Интонация – сүйлөмдүн грамматикалык жактан уюшулушунун негизги каражаттарынын бири, ал айрым бир ойдун бүткөндүгүн билдирет. Эгерде сүйлөмдүн табияты анын грамматикалык структурасы менен гана мүнөздөлсө, айрым бир составдуу сүйлөмдөр (маселен, атама сүйлөм) сүйлөм жөнүндөгү окууга кирбей калмак дейт автор. Өзгөчө интонациянын айрым предикативдик белгиге да ээ эмес, тийиштүү мүчөлөргө ажыратылбаган бир составдуу сүйлөмдөрдү аныктоодо, баяндоочтору атоочтордон болгон айрым эки составдуу сүйлөмдөрдө да чоң роль ойной тургандыгы белгиленет (1966, 5).

Эмгекте интонациянын сүйлөмдүн мүнөздүү белгиси катары берилиши кыргыз тилинде сүйлөмдүн табиятын тереңден түшүнүүгө мүмкүнчүлүк түздү жана андан аркы илимий иликтөөлөргө жол ачты.

Окумуштуу сүйлөмдүн структуралык көп түрдүүлүгү да жана типологиялык көп түрдүүлүгү да сүйлөмдүн составдык бөлүктөрү болуп түшкөн сөздөрдүн табияты, түзүлүшү менен байланышта болорун айтат, сүйлөмдүн составдык бөлүктөрү катары – баш жана айкындооч мүчөлөрдү, сүйлөмгө мүчө боло албаган сөздөрдү (каратма, киринди, сырдык сөздөр) эсептейт жана

аларга мүнөздөмө берет. Маселен, баш мүчөлөр кандай гана структурада турбасын «айтылуучу ойдун уюткусу гана» боло тургандыгын, ал эми айкындооч мүчөлөр баш мүчөлөрдүн бирине таандык болуп, же өз ара бири-бирине карай багыныңкы абалда, же тең байланышта турган сөз, же сөздөрдүн тобу болуп, сүйлөмдөгү орду, колдонулушу баш мүчөлөргө карата шартталарын баяндайт.

Эмгекте сүйлөмдүн тутумун жалаң гана баш жана айкындооч мүчөлөр түзбөстөн, грамматикалык жактан мүчө боло албаган сөздөр да түзүүгө катышары, алар сүйлөмдө билдирилүүчү ойго айтуучунун ар кыл мамилесин, көз карашын камтып, сүйлөмдүн маанисин кеңейтери белгиленет.

Ошентип, окумуштуу сүйлөмдүн табиятын туура түшүнүү иши анын ушул составдык бөлүктөрү болуп келген сөздөрдүн функционалдык касиетин илимий негизде изилдөө ишине байланыштуу экендигин баса белгилейт (1966, 27).

Монографияда ээ менен баяндоочтун табияты, спецификалык өзгөчөлүктөрү бай факты-материалдар менен талданат. А.Жапаров сүйлөмдүн ээсинин атооч жөндөмөдө турушу – анын табиятын шарттоочу туруктуу белгиси экендиги, сүйлөм ичинде башка сөздөргө багынбаган абалы, атоочтук сүйлөмдөрдө ээнин баяндоочко карата төрчүл орду, ээлик милдет аткаруучу сөздүн көмүскөдө калышы же түшүп калышы ж.б. учурлары биринчи жолу илимий негизде кеңири сыпатталат, алар кыргыз тилинин бай факты-материалдары менен талданат. Ээнин милдетин аткаруучу сөз түркүмдөрүнүн тизмеси да мурункудан кеңейет. Ээлик милдетти атооч жөндөмөдөгү зат атоочтор жана заттык мааниде колдонулуучу башка сөз түркүмдөрү – ат атоочтордун басымдуу көпчүлүгү, сын атоочтор, сан атоочтор, атоочтуктар ошондой эле кыймыл атоочтор, тактооч сөздөр (заттык мааниде болушса гана, таандык уландылары уланса) аткарышат. Окумуштуу өз алдынча турганда толук мааниге ээ боло албаган катыштык сөздөр да ээлик милдет аткара берет, ал тургай айрым уландылар да, тыбыштар да ээ катары келе беришет, бул учурда алар объектилик мааниге өтүшүп, толук маанилүү сөздөр сыяктуу эле тийиштүү суроолорго жооп берип турат деген жаңы ойду айтат. Ошондой эле байламталар жана жардамчы сөздөр, сырдык жана тууранды сөздөр да объект катары келсе, ээлик милдет аткара алышат. Мисалы: 1. *Экен, эмес* – жардамчы сөздөр. 2. *–лык* – куранды. 3. *Е* – ичке үндүү тыбыш (1966, 86).

Ал эми баяндоочторго келсек, автор алардын табияты, түзүлүшү, биринчиден, баяндоочтордун ээ болуп келген сөздөргө карай багыныңкы абалы жана алардын байланыш формасы, биримдиги менен, экинчиден, баяндоочтук милдет аткаруучу сөз түркүмдөрүнүн грамматикалык структурасына, үчүнчүдөн, баяндоочтук форма түзүүчү синтетикалык жана аналитикалык формаларга, төртүнчүдөн, баяндооч сөздөрдүн өнүгүшүндөгү, калыптанышындагы катып калган айрым бир конструкциялык өзгөчөлүктөргө тыгыз түрдө байланыштуу болот дейт (1966, 169). Маселен, жатыш, чыгыш жөндөмөлөрүндөгү баяндоочтор белгилүү бир шартта ээге карай соңчул орун тартибинде синтетикалык баяндоочтук форма катары келиши мүмкүн, бирок мындай формадагы сөздөр толуктоочтук да, бышыктоочтук да милдет аткарып калган учурлар бар. Бул учурда жатыш, чыгыш жөндөмөлөрүндөгү баяндоочтор ээ болуп келген сөздөр менен предикаттык катышта турабы, мына ушул жагына назар салуу керек дейт окумуштуу.

Сүйлөмдөгү ээ болуп келген сөздөр кайсы жакта турушса, баяндоочтор да ошол жактарда турушу талап кылынат, бирок III жакта турган баяндоочтор жак уландыларында болушпайт, анткени III жактын жак уландылары болбойт, ошондуктан окумуштуу мындай учурда этиштерден турган баяндоочтордун чак уландылары – нөлдүк жак формасы баяндоочтук белги катары келерин, атоочтордон турган баяндоочтордун ээге карай ээлеген орду – соңчул орун тартиби баяндоочтук форма катары келерин белгилейт. Мындай маалыматтар – баяндоочтордун табиятын түшүнүү үчүн баалуу өтө баалуу.

Окумуштуу эмгегинде биринчи жолу аналитикалык баяндоочтук формалар тууралуу кеңири маалымат берет, мисалдарды келтирип, аларды талдайт. Баяндоочтун милдетин этиш сөздөрдүн бардык түрлөрү, атоочтуктар (ээге карай соңчул орун тартибинде гана), кыймыл атоочтор, атооч жөндөмөдөгү зат атоочтор, сын атоочтун бардык түрлөрү, сан атоочтордун бардык түрлөрү, тактоочтор ошондой эле *бар, жок, керек* деген сөздөр аткара тургандыгы тилдик бай фактылар менен анализге алынат.

Проф. А.Жапаровдун аталган эмгеги – сүйлөмдүн баш мүчөлөрүнүн табиятын илимий-теориялык жактан толук ачып бергендиги жана аларды кыргыз тилинин бай факты-материалдарынын негизинде талдоого алгандыгы менен баалуу. Бул эмгекти сүйлөм теориясына

чоң салым кошкон фундаменталдуу эмгек катары эсептөөгө болот.

Окумуштуунун 1979-жылы жалпы эле синтаксис маселелерин камтыган “Кыргыз тилинин синтаксиси” аттуу жогорку окуу жайларынын студенттерине арналган эмгеги жарык көрөт. Мында синтаксис – сөз тизмегинин синтаксиси, жөнөкөй сүйлөмдүн синтаксиси, татаал сүйлөмдүн синтаксиси деген темалар аркылуу берилет.

Аталган эмгекте автор сүйлөм тууралуу: “... сүйлөм болсо тилдин грамматикалык касиетине жараша сөздөрдү өзүнө бириктирип, тийиштүү ырааттуулукка келтирип, алардын пикир алышуу табиятын шарттап турган грамматикалык категория болуп саналаг” (1979, 6), – дейт. Китепте сүйлөмдүн коммуникативдик милдетин, табиятын шарттап турган дагы бир маанилүү элементи интонация болорун айтып, ал тууралуу мурунку ойлорун өркүндөтөт. Окумуштуунун пикири боюнча, интонациянын катышы аркылуу гана сүйлөм толук даражада грамматикалык жактан ырааттуулукка келет. Автор сүйлөмдүн табияты эки түрдүү грамматикалык фактордун биримдүүлүгүнө, карым-катнашына карай шартталгандыгын белгилейт, анын бири (сүйлөм мүчөлөрү менен грамматикалык жактан сүйлөмгө мүчө боло албаган сөздөр) – сүйлөмдүн материалдык базасын, формасын түзсө, экинчиси (интонация) – формалдык грамматикалык формасы катары келет. А.Жапаров ээни мындайча мүнөздөйт: «Сөзүбүздө ошол сөз болуп жаткан нерселер, кубулуштар, окуялар же жактар атоо маанисинде айтылып, грамматикалык планда сүйлөмдүн ээси, логикалык планда ойдун объектиси деп аталат» (1979, 78). Мисалы: Сендей жоокер уулу менен атаң сыймыктана, мактана алат (К.Б.).

Жөнөкөй сүйлөмдө ээ катары келген сөздөр жатыш жөндөмөдө туруп да айтылышы мүмкүн экендигин эскертип, төмөнкүдөй мисал келтирет: Шаар багынын орто жеринде. Ударник киносу (К.Б.). Пароходдо армияга кетип бара жаткан жаштар ж.б. Орто жеринде, пароходдо деген сөздөрдө жатыш жөндөмөдөгү логикалык субъект катышып турат. Автор буларды жаксыз сүйлөмдүн дагы бир өзгөчө түрү деп эсептейт (1979, 83).

Ээнин милдетин мурункудай эле зат атоочтор, ат атоочтор, сын жана сан атоочтор, тактоочтор, атоочтуктар, кыймыл атоочтор аткара тургандыгы мисалдар менен талданат.

Баяндооч мүчөлөрдүн табияты ээ менен байланыштуу болуп түшкөн сөздөргө карата ар

кыл форма бөтөнчөлүктөргө ээ, экинчиден, ээге багыныңкы абалда, ээ менен грамматикалык бир формада айкалышып, мына ушул айкалыш формасы алардын синтаксистик милдетин шарттары айтылат. Баяндоочтун синтаксистик милдети, формасы аларды түзгөн сөз түркүмдөрүнүн грамматикалык структурасына байланыштуу болору белгиленет. Эмгекте синтетикалык, позициялык, аналитикалык формалар талданат. Баяндоочтун милдетин этиштер аткара тургандыгы, аларга синтетикалык жана аналитикалык формалардын катмар айкалышып келери сыпатталат, кыймыл атоочтук баяндоочтор, татаал формалуу баяндоочтор анализге алынат, алардын зат атоочтон, сын атоочтон, сан атоочтон, ат атоочтон, тактоочтон түзүлөрү кеңири мүнөздөлөт (1979, 102–132).

Аталган эмгекте жөнөкөй сүйлөмдөр бир тутумдуу, эки тутумдуу сүйлөмдөргө ажыратылат. Бир тутумдуу сүйлөмдөр – белгилүү жактуу, жамдама жактуу, туюк жактуу сүйлөмдөр, ошондой эле жаксыз сүйлөм, атама сүйлөм, толук жана кемтик сүйлөм, алардын түрлөрү, мүчөлөнбөс сүйлөм, кыскартылган баяндоочтуу сүйлөм, бир өңчөй мүчөлүү сүйлөмдөр, түшүндүрмө мүчөлөр, грамматикалык жактан сүйлөмгө мүчө боло албаган сөздөр тууралуу кеңири маалымат берилет.

Окумуштуу атама сүйлөмдөрдүн грамматикалык курулушу жагынан болсун, маани өзгөчөлүгү жагынан болсун, бир тутумдуу сүйлөмдөргө окшобой өзгөчө орунда турарын: “Сүйлөмдүн баш мүчөлөрүнө ажыратылбаган сөз же сөз айкалыштары атама сүйлөмдөрдүн структуралык негизин түзүп, аны бир тутумдуу башка сүйлөмдөрдөн ажыраткан өзгөчөлүгү мына ушунда, баш мүчөлөргө бөлүнбөгөнүндө, ажыратылбаганында турат”, – деп мүнөздөйт. Атама сүйлөмдөр негизинен атооч жөндөмөдө турган атооч же тактооч сөздөрдөн түзүлөрүн, мындай сөздөрдүн сүйлөмдүк сапатка ээ болушунда интонация чоң ролду ойной тургандыгын биринчи болуп ушул эмгегинде аныктаган. Мисалы: 1. 1918-жыл. Куз айларынын бири. Коңурдан ары Казакстан бетинде (К.Б.). 2. Кыш. Бороон чапкын. ( Суук күчүнө кирип турган кез эле) ж.б. (1979, 216, 115).

Окуу китебиндеги сүйлөмдүн составдык бөлүктөрүнүн ортосундагы синтаксистик байланыштар (ээрчишүү, башкаруу, таандык) жандоочтук байланыш менен толукталат (1979, 53). Ал эми сүйлөм составына карата жөнөкөй сүйлөм, татаал сүйлөм жана татаалдашкан сүйлөм болуп үчкө бөлүнөт. Сүйлөмдүн татаал-

дашкан түрү – сүйлөмдүн өзүнчө түрү катары бул эмгекте биринчи жолу өзүнчө бөлүнүп берилет.

1992-жылы А.Жапаровдун «Синтаксический строй кыргызского языка» аттуу эки томдук фундаменталдуу эмгеги жарык көрөт. Бул эмгек кыргыз тилинде гана эмес түркологиядагы эң көрүнүктүү, салмактуу эмгек болуп саналат. Кыргыз тилиндеги синтаксис маселелери түрк тилдериндеги жана орус тили илиминдеги жетишкендиктерге таянып иштелгенин белгилөөгө болот. Автор бул тууралуу: «Однако мы не шли к повторению уже выработанных положений, а в ряде случаев решали отдельные проблемы не только по-новому, но и в плане противоположности с нашими учеными – коллегами» (1992, 4), – дейт. Сүйлөмдүн табиятын туура түшүнүү үчүн «... должны быть в глубоко научном аспекте изучены все те синтаксические категории, которые выступают как составные части предложения, и весь тот круг проблемных вопросов, с какими связана природа отдельных синтаксических категорий и самого предложения в целом» (1992, 4), – деп белгилейт автор.

Проф. А. Жапаров бул эмгегинде синтаксистик структура, алардын түрлөрү, сөз тизмеги менен сүйлөмдүн ортосундагы айырмачылыктарды изилдөөнү улантат. Сүйлөмдүн спецификасын түзүп турган анын ээси менен баяндоочунун өз ара ээрчишүү байланышында болорун, бул баяндооч сөздүн жак, сан формасы аркылуу тейленээрин белгилейт. Автор ушул эле сөз өзгөрүү формалары бир эле учурда баш мүчөлөрдүн ортосундагы синтаксистик катыш формасы катары да кызмат кыларын, ал эми сөз тизмегинин ортосунда мындай байланыш болбой тургандыгын маалымдайт. Сөз тизмектеринин ортосундагы байланыштарды да сүрөттөп, алардын айырмачылыгына токтолот.

Сүйлөмгө мүнөздүү предикаттык айкалыштардын сөз тизмегине мүнөздүү эместигин, предикаттык айкалыштарда баяндооч сөз өзүнүн жак, сан жана башка предикаттык формалары аркылуу (суроолуу, терс, күдүк *-бы, -ба, -дыр* уландылары жана *бекен, экен, го, чыгар, эмес* ж.б. модалдык сөздөр аркылуу) жана интонациянын жардамы менен сүйлөмгө мүнөздүү спецификалык касиетке ээ болуп, “мындай айкалыштарда баяндооч болуп түшкөн сөз сүйлөм ээсинин, же башка айкындооч сөздөрдүн катышуусуна – катышпагандыгына көз каранды болбойт, аяктаган ойду билдирип, коммуникативдик курал катары кызмат кылып турат” (1992, 24–25) деген ойду

айтат. Ошентип, баяндооч предикаттык айкалыш комплекси сөз тизмеги эмес, сүйлөм жөнүндөгү окуунун системасынан орун аларын жыйынтыктайт. Мисалы: *Университетте студентмин. Эртең келермин. Жыйналышка келесиң*. ж.б.

Ошентип, сүйлөмдүн уюткусун түзгөн баш мүчөлөр, алардын катыш өзгөчөлүгү, сөз тизмеги менен болгон карым-катнашы, айырмачылыгы, ушундан улам сөз айкашы жана сүйлөм жөнүндөгү окуу, алардын бири-биринен айырмасы кеңири сыпатталат.

Сүйлөм, эң биринчиден, өзүнүн коммуникативдик функциясы менен сөз айкалыштардын башка структуралык типтеринен айырмаланат дейт окумуштуу (1992, 6), анткени сөз айкашы бүткөн ойду да, коммуникативдик функцияны да билдирбейт, ал номинативдик функцияга ээ жана сүйлөмгө курулуш материалы гана болуп берет. Сөз айкашын, сүйлөмдү түзгөн сөздөр бирдей, бирок алардын компоненттеринин ортосундагы синтаксистик мамилелер ар башка, мына ушул мамилелер боюнча алар функционалдык жактан айырмалуу. Автор сүйлөмдүн грамматикалык структурасы баш мүчөлөрдөн, айкындооч мүчөлөрдөн жана грамматикалык жактан сүйлөм мүчөлөрү менен байланышпаган сөздөрдөн турарын белгилеп, баш мүчөлөр сүйлөмдүн негизги уюткусун түзөрүн, айкындоочтор баш мүчөлөр менен байланышып келип гана синтаксистик кызмат аткарыша тургандыгын баяндайт. Сүйлөм мүчөлөрү менен байланышпаган сөздөр: каратма, кириңди, сырдык сөздөр да сүйлөмдүн тутумуна кирип, ага ар кандай түс берип, сүйлөмдүн маанисине толуктоо киргизип турат. А.Жапаров «внутреннее единство предложения – это взаимосвязь тех элементов, из которых оно состоит» (1992,8), – дейт.

Окумуштуу сүйлөмдүн айрым синтаксистик категорияларга ажырай тургандыгын, ошондой болсо да бул сүйлөмдүн бардык типтерине норма боло албай тургандыгын белгилейт. Маселен, бир тутумдуу сүйлөмдөрдө ээнин сүйлөмгө катышып турушунун зарылдыгы жок: «Предикативные сочетания не относятся к словосочетаниям, так как в них сказуемые, обладая формами сказуемости и при помощи интонации сообщения, независимы от наличия или отсутствия подлежащего могут выражать относительно законченную мысль. Поэтому такие сочетания относятся к системе предложения» (1992, 20). Мисалы, *Университетте студентмин. Эртең келермин.*

Эмгекте сүйлөмдүн негизги белгилеринин бири – интонация экендиги баса белгиленет:

“Именно интонация оформляет предложение как выражение законченности определенного отрезка мысли в речи” (1992, 7). Сүйлөм структуралык жактан бир сөздөн же сөз айкашынан да турушу мүмкүн. Мындай сүйлөмдөрдү кабарлоо интонациясы аркылуу гана аныктоого мүмкүн дейт окумуштуу (1992, 12). Мисалы: 1. 1918-жыл. Куз айларынын бири. 2. Тун. Салкын жел.

Эмгекте сөз айкашы менен сүйлөмдүн айырмачылыгы, сүйлөмдүн мүнөздүү белгилери абдан кеңири талданат, интонация тууралуу жаңы маалыматтар берилет. Жөнөкөй сүйлөм тутуму боюнча анализге алынат, алар бир тутумдуу жана эки тутумдуу, ошондой эле үчүнчү түрү – татаалдашкан жөнөкөй сүйлөмгө (осложненные простые предложения) бөлүнөт. Башка түрк тилдеринде бул бөлүм (татаалдашкан жөнөкөй сүйлөм) татаал сүйлөмдүн тутумуна же өзүнчө (жөнөкөй сүйлөм да, татаал сүйлөмгө да кошулбай) берилип жүрөт.

Сүйлөм айтылышына карай жай, суроолуу, илептүү сүйлөмдөргө ажыратылат. Жай сүйлөмдөр өз ичинен баяндама, терс баяндама, тангыч ээлүү, буйрук баяндама жай сүйлөмдөргө бөлүнөт. Сүйлөмдүн составдык бөлүктөрүнүн ортосундагы синтаксистик байланыштары анализге алынат: “Вне предложения, вне связной речи слова обладают только номинативным свойством. Но как только они поступают в распоряжения синтаксиса, слова вступают друг с другом в определенные синтаксические отношения (1992, 61)”. Алар ээрчишүү, ыкташуу, башкаруу жана жандоочтук байланыш деп төрткө бөлүнөт.

Сүйлөмдүн түркүн формада болушун окумуштуу анын составдык бөлүктөрүнүн сөз түркүмдөрү аркылуу берилиши менен түшүндүрөт, алар синтаксистик кызматы боюнча тигил же бул синтаксистик категория катары келип, ар кыл байланыштар аркылуу өз ара мамиледе болушат. Ошентип, А.Жапаров сүйлөмдүн функциясын, сөз түркүмдөрүнүн базасында түзүлгөн формаларын жана алардын айкалышуу жолдорун, кабарлоо интонациясын, сүйлөмдүн башка структуралык бирдиктер менен (сөз айкашы жана аналитикалык формалар) менен карым-катнашын жана алардан (акыркылардан) өзгөчөлүгүн ж.б.у.с. маселелерди кеңири талдоого алган (1992, 9).

Окумуштуу сүйлөмдү баш мүчөлөрдүн катышына карата бир тутумдуу, эки тутумдуу сүйлөмдөр деп бөлөт. Бир тутумдуу сүйлөмдөрдү төмөнкүдөй түрлөргө ажыратат: белгилүү жактуу

сүйлөм, жамдама жактуу сүйлөм, туюк жактуу сүйлөм, жаксыз сүйлөм, атама сүйлөм, толук жана кемтик сүйлөм, мүчөлөнбөс сүйлөм, кыскартылган баяндоочтуу сүйлөм, жайылма формалуу татаал сүйлөм. Аталган темалар кыргыз тилинин синтаксисинде биринчи жолу абдан кеңири планда каралат. Жөнөкөй сүйлөмдүн классификациясы жаңы параграфтар, пункттар менен толукталган. Маселен, чакчыл түрмөктөр эле өз ичинен – атоочтук каршылама түрмөк, кыймыл атоочтук каршылама түрмөк, каршылама атооч түрмөк деп үчкө бөлүнөт. (1992, 123–129) Сүйлөмдүн биринчөй мүчөлөрү, түшүндүрмө мүчөлүү сүйлөмдөр ж.б. темаларда классификациянын жаңы түрлөрү берилген. Мындай тизмени дагы узартууга болот. Материалдардын берилишинде илимий-теориялык жактан болобу же аларды классификациялоодо, же факты-материалдардын талданышы болобу – дээрлик бардыгында **жаңычылдык** дароо эле көзгө урунат. Мисалы, мындай жаңычылдык – сүйлөм мүчөлөрүнүн ортосундагы синтаксистик мамилелер (мисалы, мезгилдик, сандык, мейкиндик ж.б.), алардын сүйлөм мүчөсүн аныктоодогу ролу, айрым сүйлөм мүчөсүнүн синтаксистик кызматынын багындыруучу компоненттин семантикасына көз карандылыгы же багыныңкы сыңар менен багындыруучу сыңардын карым-катнашына байланыштуулугу ж.б.у.с. темаларды сыпаттоого да ачык көрүнөт. Албетте, эмгекте татаал сүйлөм да кеңири берилген. Бирок аларды талдоо биздин максатыбызга кирбегендиктен, биз ага токтолгон жокпуз.

Ошентип, А.Жапаровдун аталган эмгеги кыргыз тилинин синтаксис маселелерин толугу менен камтыган жана илимий-теориялык жактан терең иштелген, түркологияда өз орду бар фундаменталдуу эмгек.

2007-жылы А.Жапаровдун “Сопоставительная грамматика кыргызского и русского языков” аттуу эмгеги жарык көрөт. Эмгекте биринчи жолу орус тилинин грамматикалык түзүлүшү кыргыз тили менен салыштырылып талдоого алынат. Негиз катары орус тилинин түзүлүшү алынат, ага кыргыз тилиндеги эквиваленттер салыштырылып берилет. Анализдин өзөгүн тилдин синтаксистик курулушу түзөт. Автор бул тууралуу: «Это ни в коей мере не исключает анализа морфологического строя, так как синтаксические категории включают так или иначе и все морфологические категории, на базе которых они скаладаются» (2007, 7), – дейт. Окумуштуу орус жана кыргыз тилдеринин салыштырма грамматикасынын

изилдөө объектиси – сүйлөмдүн структурасынын жалпылыктарын жана айырмачылыктарын аныктоо, алардын эквиваленттерин салыштыруу деп эсептейт. Окумуштуунун пикиринде, бул үчүн эки маселе – сөз түркүмдөрүн салыштыруу жана сүйлөмдүн моделдерин салыштыруу эң маанилүү, анткени мына ушулар тилдин грамматикалык түзүлүшүнүн маңызын түзүп турат. Автор орус жана кыргыз тилдеринин грамматикалык түзүлүшүндөгү жалпылыктарды жана айырмачылыктарды берип гана тим болбостон, «...стремился показать все возможные варианты передачи тех или иных синтаксических категорий русского языка на кыргызский, так как такой аспект преследует не только познавательно-научные, но и практические цели, ибо перевод с русского на кыргызский является настоящей жизненной потребностью» (2007,9). Ал эми салыштырууга чейин ар бир синтаксистик категория өзүнүн касиеттери боюнча орус жана кыргыз тилдеринде толук сыпатталат. Аталган эмгектин теориялык жана практикалык мааниси өтө зор. Бул фундаменталдуу эмгек салыштырма грамматикага чоң салым кошту.

Проф. А.Жапаров бүт өмүрүн илимге, педагогдук кесипке арнады. Ал кыргыз тилинин синтаксиси, салыштырма грамматика, дегеле тил маселелери боюнча өзүнүн артынан өлбөс-өчпөс баалуу мурас калтырды. Анын эмгектери окумуштуулардын, аспиранттардын, студенттердин, мугалимдердин ж.б. колуна түшпөгөн окуу куралына айланды. Ал адилет, калыс адам катары шакирттеринин, окуучуларынын эсинде калды.

А.Жапаров – кыргыз тилинин синтаксисиндеги көптөгөн түйүндүү, чаташ, башы ачылба-

ган синтаксистеги көйгөйлүү маселелерди көрө билген жана чече да алган таланттуу окумуштуу, өз ишинин устаты. А.Жапаров – кыргыз тил илимине гана эмес, түркология илимине чоң салым кошкон чыгаан окумуштуу. Окумуштуу эмгектеринде дагы далай, көптөгөн илимий идеяларды тезис түрүндө калтырып кетти. Ал идеяларды чечмелеп, тереңден иликтөө, окумуштуу баштаган иштерди улантуу анын окуучуларынын, дегеле жаш окумуштуулардын алдындагы парз.

#### *Адабияттар*

1. *Жапаров А.* Кыргыз тилинин грамматикасы. II бөлүк. Синтаксис. Жети жылдык мектептердин VI, VII класстары үчүн. – Фрунзе: Кыргызмамбас, 1950.
2. *Жапаров А.* Кыргыз тилинин грамматикасы. II бөлүк. Синтаксис. Педагогикалык окуу жайлары үчүн. – Фрунзе: Кыргызмамбас, 1951.
3. *Лаврентьева Н.М.* Синтаксические отношения и связи уровня простого предложения. Саратов университетинин басмасы. Саранск, 1989.
4. *Жапаров А.* Главные члены предложения в современном киргизском языке. – Фрунзе: Мектеп, 1964.
5. *Жапаров А.* Азыркы кыргыз тили (Жөнөкөй сүйлөмдүн синтаксиси). – Фрунзе: Мектеп, 1966.
6. *Жапаров А.* Кыргыз тилинин синтаксиси. – Фрунзе: Мектеп, 1979.
7. *Жапаров А.* Синтаксический строй кыргызского языка. I том. – Бишкек: Мектеп, 1992.
8. *Жапаров А.* Сопоставительная грамматика кыргызского и русского языков. Учебник для вузов. – Бишкек, 2007.

**ЮБИЛЕИ****КАДЫРЛУУ МАМБЕТ МАМАКЕЕВИЧ!**

Сизди бараандуу кутман курагыңыз менен чын дилибизден куттуктайбыз!

Сиз серпиген жаштын туу белесин карасак, өзүңүздүн басып өткөн эмгек жолунуздагы бүт өмүрүңүздү Кыргыз Республикасынын саламаттыкты сактоо жана илим, билим берүү системасынын өсүп-өнүгүшүнө арнап, калкыбыздын саламаттыгын камсыз кылууда зор эмгек өтөп келе жаткандыгыңызды сыймыктануу менен айта алабыз.

Өмүр бою эл-жери үчүн ак ниет кызмат өтөгөн Сиздей асыл инсаныбыздын басып өткөн өтөлгөлүү өмүр жолун, биз ар дайым патриоттуулуктун, адамгерчиликтүүлүктүн жаркын үлгүсү деп билебиз.

Сиз кыргыз окумуштууларынын ичинен биринчилерден болуп хирургия илиминин өсүп-өнүгүшүнө зор салым кошкон кыргыздын алгачкы окумуштуу-хирургдарынын бирисиз. Илим изилдөөдө биринчилерден болуп белгисиз жолду басып өтүү дайыма оор, бирок Сиз ага карабастан өзүңүздүн тандап алган оор чыйыр жолунузду татыктуу басып өтүп, хирургия илиминин туу чокусуна жеттиңиз!

Бүгүнкү күндө Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академиги катары маанилүү мамлекеттик, коомдук жана илимий иштерде Сиздин салымыңыз өтө салмактуу болуп саналат.

Урмагтуу Мамбет Мамакеевич, дагы бир жолу юбилейиңиз менен чын жүрөктөн куттуктап, Сизге ак дилибизден узун өмүр, бекем ден-соолук, ташкындаган күч-кубат, ырыс-дөөлөт, бакубат турмуш каалайбыз!

Сизди чарчап-чаалыкпастан, арабызда илимий ийгиликтериңиз, инсандык асыл сапат-касиеттериңиз менен жашай беришиңизге тилектешпиз!

Кутман курагыңыз кут болсун, Мамбет Мамакеевич!

*КР УИАнын президентинин  
м.а. академик А. Эркебаев,*

*КР УИАнын вице-президенти,  
академик Д. Кудаяров,*

*КР УИАнын вице-президенти,  
академик В. Плоских*

*КР УИАнын вице-президенти,  
академик Ж. Текенов,*

*КР УИАнын вице-президенти,  
корр.-мүчө Т. Оморов,*

*КР УИАнын Президиумунун  
башкы окумуштуу катчысы  
корр.-мүчө И. Ашимов.*

**ЮБИЛЕИ**

21 августа 2012 года исполняется 75 лет со дня рождения члена-корреспондента НАН КР, доктора геолого-минералогических наук, профессора, главного научного сотрудника Института геологии Национальной академии наук Кыргызской Республики

**МАКСУМОВОЙ РЕНЕ АБДУЛЛАЕВНЕ.**

Р.А. Максумова родилась в 1937 году в г. Ташкенте Узбекской ССР.

В 1959 г. после окончания геологического факультета Среднеазиатского государственного университета поступила на работу в Институт геологии Академии наук Киргизской ССР. Сегодня она – главный научный сотрудник института с более чем 50-летним стажем научной работы.

Начав с производственной тематики и геологической съемки, Рена Абдуллаевна органично влилась в мощный поток исследований древних толщ складчатых областей, активно участвуя в формировании, позднее ставшей широко известной в Союзе, школы киргизских докембристов. Многоплановые исследования этой школы определили на многие десятилетия вперед наиболее актуальные и перспективные научные направления и практический ход геологосъемочных и поисковых работ в республике, продолжающих приводить к открытиям новых месторождений.

Реной Абдуллаевной было выбрано формационное направление с наиболее информативным литолого-седиментологическим аспектом. В современной геологии оно стало обязательным элементом геодинамических построений, без которых невозможны никакие палеогеографические реконструкции, восстановление стратиграфических последовательностей, создание тектонических моделей и в конечном итоге достоверный прогноз практически всех типов полезных ископаемых.

Это нашло отражение в многочисленных публикациях, выступлениях на совещаниях, посвященных проблемным вопросам стратиграфии, литологии, тектоники, эволюции земной коры складчатых областей на ранних этапах ее развития.

Возглавив и продолжив исследования в избранном направлении, которые увенчались защитой в 1990 г. докторской диссертации, Р.А. Максумова внесла также существенный вклад в создание непрерывно совершенствовавшихся и нуждающихся в постоянной коррекции рабочих и унифицированных региональных схем расчленения докембрия и нижнего палеозоя. Ими пользуются производственные организации всех республик Центральной Азии и Казахстана, равно как и продолжающей функционировать на территории СНГ существующей Общей шкалы позднего докембрия, в создании которой она также принимала участие.

Отзывчивая на все новое, Рена Абдуллаевна горячо поддержала прогрессивные идеи плейт-тектонической концепции, участвуя в создании “Геодинамической карты Кыргызстана”, “Металлогенической карты”, изданной в Лондоне, и других составлявшихся международными коллективами для регионов Евразии («Атлас литолого-палеогеографических, структурных и геоэкологических карт Центральной Евразии») и пр. Необходимо отметить ее авторские варианты тектонического районирования кыргызского Тянь-Шаня с максимально приспособленными для региона легендами и способами прочтения эволюции его земной коры с позиций плитной тектоники, демонстрацией самой возможности использования этой универсальной модели к ранним, докембрийско-раннепалеозойским этапам.

В этом отношении ее работы являются новаторскими, т.к. на конкретных примерах открывают путь к познанию закономерностей эволюции важнейших геологических процессов, начиная от седиментационных к складчатым, метаморфическим, магматическим, предсказанию мест и времени формирования и локализации полезных ископаемых.

Результаты глубокого и скрупулезного седиментологического анализа конкретных объектов Северного и Срединного Тянь-Шаня, Кара-Тау, выполненного Р.А. Максумовой в разные годы, представляют прочную базу ее исследовательского опыта и еще долго не утратят своего значения. Сегодня это “Мекка” для обращения к нетленной фактуре и опыту ее получения у исследователей, придерживающихся порой диаметрально противоположных тектонических концепций, специалистов разных разделов геологической науки, но одинаково заинтересованных в получении объективной информации.

В последние годы представляется совершенно естественным обращение Р.А. Максумовой к идее коллажной природы и террейнового строения тянь-шаньского орогена с покровно-чешуйчатым строением первичных блоков, развивавшихся в соответствии с моделью литосферных плит.

Появившиеся на картах новые структурные элементы террейнов (автохтоны, аллохтоны, параавтохтоны, неоавтохтоны) особенно важны для поисково-разведочных работ на полезные ископаемые.

Р.А. Максумовой опубликовано в соавторстве и самостоятельно более 150 научных работ (большинство за рубежом), в том числе 8 монографий. Она участница пяти последних международных геологических конгрессов, активно участвует в выполнении международных проектов по металлогении, в работах по проблемам оценки перспектив нефтегазоносности республики.

Многие годы Р.А. Максумова руководит аспирантами и соискателями, дипломным проектированием, читает лекции, готовит к изданию учебные и методические пособия в Институте горного дела и горных технологий КГТУ им. И.Раззакова.

Р.А. Максумова всегда была в гуще научно-организационной работы, сейчас она член Диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций, член научно-консультативного совета при Комитете полномочных представителей Международного научно-исследовательского центра – Геодинамический полигон в г.Бишкека, член Кыргызской национальной группы Международной ассоциации по генезису рудных месторождений.

В 1993 году Р.А. Максумова избрана членом-корреспондентом НАН КР, награждена Почетной грамотой Кыргызской Республики, ей присвоены звания профессора и “Заслуженный работник НАН КР”.

*Президиум НАН КР,*

*Отделение физико-технических,  
математических и горно-геологических наук,*

*Институт геологии им. М.М. Адышева.*

## ЮБИЛЕИ

**ПИЩУГИН ФЕДОР ВАСИЛЬЕВИЧ** родился 7 октября 1942 года в г. Фрунзе.

В 1962 году после окончания школы с серебряной медалью поступил в Кыргызский государственный университет на химический факультет, который с отличием окончил в 1967 году, получив специальность химик-органик. В 1968 году был принят на работу в ИОХ АН Киргизской ССР, а в 1968 году зачислен в аспирантуру. В 1970 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Кинетика и механизм кислотного катализа реакций N-транс-гликозилирования».

С 1970 года – младший научный сотрудник лаборатории физических методов исследования. С 1979 года – старший научный сотрудник лаборатории химии целлюлозы. В 1991 году защитил докторскую диссертацию на тему «Реакционная способность аминодезоксисахаров и химические превращения их под действием витаминов группы В6».

В 1996 г. ему было присвоено ученое звание профессора. В 2000 г. избран член-корреспондентом НАН КР. В настоящее время – заведующий лабораторией органической химии ИХ и ХТ НАН КР.

За время работы в институте им проведены комплексные исследования по изучению реакционной способности углеводов, полиолов, полисахаридов, витаминов и аминокислот в зависимости от их структуры и условий проведения реакций. На основе результатов исследований установлены закономерности кислотно-основного катализа; определены оптимальные условия синтеза многих биологически активных соединений, что позволяет с минимальными затратами реактивов и растворителей наладить в республике производство ряда ценных лекарственных препаратов; разработаны методы синтеза некоторых красителей, аналитических реагентов и поверхностно-активных веществ. В настоящее время им разработаны принципиально новые подходы к синтезу ряда карбонильных, непредельных производных углеводов и полисахаридов.

Ф.В. Пищугин – специалист по кинетике и катализу в области химии углеводов, полисахаридов, витаминов и аминокислот – нового направления в изучении теоретических основ этих важных классов органических соединений. Им впервые на модельных опытах показано, что 2-аминодезоксисахара, найденные в клетках раковых опухолей, могут синтезироваться путем переаминирования аминокислот и кетосахаров. Эти соединения могут выступать в качестве конкурентных ингибиторов во многих биохимических процессах. На основе исследований предложен принципиально новый механизм синтеза аminosахаров и биохимического действия антибиотиков на их основе.

Ф.В.Пищугиным с сотрудниками проведены исследования по изучению кинетики и механизма взаимодействия витаминов группы В<sub>6</sub> с аминокислотами в зависимости от структуры реагирующих компонентов, рН среды, растворителя, температуры.

Впервые на модельных опытах установлен трехстадийный процесс взаимодействия пиридоксаль и пиридоксаль-5'-фосфата с аминокислотами и аминами, определена катализирующая роль фосфатной группы в пиридоксаль-5'-фосфате на скорости конденсации кофермента с аминокислотами и скорости их химических превращений.

Показана роль стереохимии L- и D- аминокислот на пути превращений образующихся оснований Шиффа. Полученные результаты могут быть использованы для моделирования сложных ферментативных процессов.

Работы Ф.В. Пищугина вносят определенный вклад в решение глобальной проблемы: «строение – реакционная способность – химические превращения органических соединений». Результаты работ могут быть использованы в химии, биохимии, ферментативном катализе.

Результаты научных исследований Ф.В. Пищугина имеют большое практическое значение, оценены не только в республике, но и за ее пределами. Им разработаны методы получения глюкозы и фруктозы из свекловичного сахара, что позволяет наладить в республике производство дорогостоящего фруктового сахара, ввозимого за валюту из Финляндии; получены комплексные соединения глюкозы с галогенидами натрия и кальция, синтезирован ряд пролонгированных лекарственных и витаминных препаратов; путем

химической модификации перевязочных материалов и тампонов получены и апробированы в стоматологической и клинической практике новые супергигроскопичные и кровеостанавливающие материалы, которые могут найти широкое применение в медицине и ветеринарии. Все практические разработки защищены 14 авторскими свидетельствами и патентами СССР, России и Кыргызской Республики. За изобретательскую деятельность Ф.В. Пищугин награжден медалью «Изобретатель СССР».

Ф.В. Пищугин – автор трех монографий и около 200 научных трудов. Результаты научных исследований опубликованы за рубежом: 3 работы в США, 3 – в Китае, 12 – в центральных журналах России, 3 авторских свидетельства в России, 10 – в СССР, 1 патент – в Кыргызской Республике.

Особое внимание Ф.В. Пищугин уделяет вопросу подготовки высококвалифицированных научных кадров. Под его руководством защищены 3 кандидатские диссертации. Ф.В. Пищугин читает лекции по общей и биоорганической химии студентам КГМА и КНУ, передавая им свой опыт и знания. В 1999 году ему было присвоено звание «Отличник образования Кыргызской Республики». За значительный вклад в развитие органической химии и подготовку высококвалифицированных научных кадров в 2002 году Ф.В.Пищугин награжден Почетной грамотой Президиума НАН КР.

С 1970 года и по настоящее время Ф.В. Пищугин является членом специализированного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций.

**ЮБИЛЕИ**

3 ноября 2012 года исполнилось 75 лет со дня рождения и 55 лет трудовой, научной и общественной деятельности заслуженного деятеля науки Кыргызской Республики, лауреата Государственных премий СССР и Кыргызской Республики в области науки и техники, члена-корреспондента Национальной академии наук Кыргызской Республики, доктора технических наук, профессора, советника дирекции Института физики им. Ж.Жеенбаева НАН КР

**ОРОЗОБАКОВА ТОКТОСУНА.**

Орозобак Токтосун Орозобаквич родился 3 ноября 1937 года в селе Бостери Иссык-Кульского района Киргизской ССР.

После окончания учебы в Пржевальском государственном педагогическом институте в 1958 году был направлен учителем физики и математики в Бостеринскую среднюю школу.

В 1961 году перешёл на работу в Институт физики АН Киргизской ССР, где прошёл путь от младшего научного сотрудника до директора института, руководителем которого являлся с 1998 по 2007 год.

В настоящее время Т.О.Орозобак является советником дирекции Института физико-технических проблем и материаловедения НАН КР.

Всю свою научную жизнь Т.О.Орозобак посвятил экспериментальному и теоретическому исследованию распространения электромагнитных волн в атмосфере Земли.

В 1967 г. по результатам исследований успешно защитил кандидатскую, а в 1990 году – докторскую диссертацию (СО АН СССР, г. Томск).

В 2006 году был избран членом-корреспондентом Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Т.О. Орозобак – крупный ученый в области радиофизики, работы которого широко известны как в нашей стране, так и далеко за ее пределами.

Значительная часть его научных исследований направлена на решение таких практически важных и актуальных проблем, как создание единой автоматизированной системы широкополосной связи в нашей стране, в том числе организация телевидения и многоканальной телефонии в условиях высокогорья.

Т.О. Орозобак заложил научные основы нового перспективного направления – разработка и создание пассивных ретрансляционных устройств для усиления электромагнитных сигналов в приемниках радиорелейных линий связи как на закрытых горными хребтами участках, так и на открытых трассах.

Широкомасштабные экспериментальные исследования особенностей дифракционного распространения ультракоротких радиоволн в горных условиях, теоретический анализ и обобщение результатов научных исследований позволили Т.О.Орозобаку установить основные физические закономерности изменения напряженности дифракционного поля как вдоль трассы, так и в её поперечном направлении в зависимости от рельефа высокогорной местности. Это позволило в итоге выработать новую научную концепцию о механизме формирования напряженности поля в высокогорных пунктах приема сигнала, а также дать практические рекомендации по использованию рассеянных склонами гор электромагнитных волн для организации телевидения и радиосвязи.

За годы научной работы им издано пять монографий и опубликовано более 130 научных работ в отечественных и зарубежных изданиях, получено пять авторских свидетельств на изобретения. Работы Т.О. Орозобак не однократно отмечались медалями и дипломами на международных, всесоюзных и республиканских выставках.

Много сил и времени Т.О. Орозобак отдает воспитанию научных кадров. Под его руководством защищены четыре кандидатские и две докторские диссертации.

В настоящее время он является членом двух межведомственных диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций.

Как крупный и авторитетный ученый, Т.О. Орозобаков включен в состав координационного совета Российской академии наук по решению комплексной проблемы под названием «Распространение радиоволн».

За большой вклад в становление и развитие науки, воспитание научных кадров Т.О. Орозобаков был удостоен звания «Заслуженный деятель науки КР», является лауреатом Государственных премий СССР и Кыргызской Республики, награжден Почетной грамотой Республики Кыргызстан, медалью «Данк».

*Президиум НАН КР,*

*Отделение физико-технических,  
математических и горно-геологических наук,*

*Институт физико-технических проблем  
и материаловедения.*

**ДАНЬ ПАМЯТИ**

**М. Я. ЛЕОНОВ – ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ-МЕХАНИК  
(1912 – 1992 гг.)**

4 августа 2012 г. исполнилось 100 лет со дня рождения, а 29 декабря с.г. – 20 лет со дня смерти выдающегося ученого-механика, академика Михаила Яковлевича Леонова.

М.Я. Леонов родился в селе Головино в Армении в семье плотника. Образование получил в Московском инженерно-строительном институте и Днепропетровском университете, затем обучался в аспирантуре и в 1940 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Некоторые задачи и приложения теории потенциала». Во время войны М.Я. Леонов работал руководителем отдела прочности Военного конструкторского бюро г.Омска.

С 1946 по 1962 год проживал во Львове, где работал в научных учреждениях Украины, параллельно преподавая во Львовском университете и в Политехническом институте, где с 1952 года заведовал кафедрой сопротивления материалов.

В 1949 году в Институте механики АН СССР он защитил докторскую диссертацию на тему «Элементы теории квазигармонических колебаний».

В 1961 году М.Я. Леонова избирают действительным членом АН Киргизской ССР. Переехав в город Фрунзе (Бишкек), он работал в академических институтах, университете и Политехническом институте республики до конца своих дней.

М.Я. Леонов имеет значительные результаты во многих направлениях механики.

Так, в контактных задачах теории упругости им исследованы пространственные задачи о штампе, фундаментальных плитах, круговых отверстиях в плитах, результаты которых стали важным инструментом для решения задач математической теории трещин.

М.Я. Леоновым внесен вклад в разработку теории квазигармонических колебаний и динамическую устойчивость упругих систем. Среди приложений квазилинейных колебаний, которые можно описать, используя леоновскую концепцию мелкоступенчатой смены параметров, есть переход через резонанс вала, который работает в зарезонансном режиме, что, по существу, является исследованием устойчивости движения (без вибраций), выходящим за рамки класса задач, которые решаются методом Ляпунова. Он также исследовал устойчивость за пределом упругости.

Для кручения и изгиба стержней М.Я.Леонов предложил приближенный метод, поскольку аналитические замкнутые решения задач кручения в большинстве случаев отсутствуют.

Принципиально новые направления в механике разрушения и прочности, зачинателем которых был М.Я. Леонов, разрабатывались во Львове, а именно механика хрупкого разрушения, где сформулированы критерии раскрытия трещины и модель полос пластичности.

Во Фрунзе (Бишкек) до приезда М.Я. Леонова практически не было специалистов-механиков. По его инициативе в Политехническом институте организовали специализацию по механике для группы студентов, в академическом Институте физики и математики открыли сектор теории упругости и аспирантуру по механике, а позднее – специализированный совет по защите кандидатских диссертаций.

В Кыргызстане в научной деятельности М.Я. Леонову помогали приехавшие с ним из Львова его ученики К.Н. Русинко и Н.Ю. Швайко. Непосредственно во Фрунзе М.Я. Леоновым подготовлены 10 докторов и более 20 кандидатов наук. Докторами наук стали Н.Ю. Швайко, К.Н. Русинко, Э.И. Блинов, М.Б. Чормонов, В.Г. Малинин, Б.А. Рычков, С.А. Абдрахманов, Я.Н. Рудаев, В.Я. Молотников, А.Б.Салиев.

М.Я.Леонов был честным, правдивым, открытым и требовательным к себе и своим сотрудникам человеком, всегда делился с учениками своими идеями, одновременно давая возможность свободно работать в науке. Он был научным романтиком, исследователем, который постоянно генерировал новые идеи и ув-

лекался ими. Это создавало определенную научную ауру, наполняло его учеников духом творческого порыва и научного поиска. Этот человек был всегда, и во львовский, и фрунзенский периоды, влюбленным в механику.

М.Я. Леонов был одним из основателей всемирно известной Львовской школы механиков, он подготовил во Львове плеяду молодых исследователей. Среди его учеников академики НАН Украины В.И. Моссаковский, В.В. Панасюк, В.Л. Рвачев, члены-корреспонденты Я.И. Буряк, Г.С. Кит, О.М. Романив.

В Кыргызстане в настоящее время продолжают работать его последователи и ученики профессора С.А. Абдрахманов, М.Б. Чормонов, Б.А. Рычков, Я.И.Рудаев, А.Б. Салиев и др.

Научные достижения М.Я. Леонова отражены более чем в 200 статьях, он автор трех монографий. В последние годы жизни работал над итоговой монографией «Конструктивная механика», которая осталась незавершенной. Энциклопедист, обладающий высочайшей научной интуицией и знаниями в области естественных наук, будучи широкой натурой, оптимистом, жизнелюбом, М.Я. Леонов всегда, на протяжении всей своей жизни, был в окружении талантливой молодежи. Его ученики – грамотные, творчески мыслящие ученые, продолжатели его дела, создатели новых направлений в технике, механике и математике. Они являются главным достижением и памятью о его жизни.

*И.о. президента НАН КР  
академик А.Э. ЭРКЕБАЕВ,*

*вице-президент НАН КР  
член-корр. Т.Т. ОМОРОВ,*

*ректор Кыргызского технического  
университета им. И.Раззакова,  
д.ф.-м.н., профессор Т.Б. ДУЙШЕНАЛИЕВ.*

## **ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ УСЛОВИЕ:**

- Письмо в произвольной форме на имя главного редактора журнала «Известия» академика Абдыганы Эркебаевича Эркебаева, на гербовом бланке, подписанное руководителем.
- Рецензия на статью – не ниже доктора наук, за исключением академиков.
- Статья должна быть в одном экземпляре, шрифт 12-й через 1,5 интервала.
- Иметь УДК, заголовок статьи на английском, русском и кыргызском языках.
- Аннотация – на русском и английском.
- Носитель – диск, флешка.
- На обороте статьи – все контакты: телефоны – рабочий, домашний, сотовый.
- Стоимость оплаты за публикацию: для авторов из Кыргызстана – 500 сомов (исключение – сотрудники НАН КР).
- Для авторов из стран СНГ – 30 долларов США.
- Для авторов из дальнего зарубежья – 50 долларов.
- Каждый автор обязан выкупить журнал. Стоимость журнала – 250 сомов для всех без исключения.