

საქართველოს
საინჟინერო
სიანხტანი

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

No.2 (vol. 78), 2016

GEORGIAN ENGINEERING NEWS, No. 2, 2016

International Engineering Academy Georgian Engineering Academy

Editor-in-Chief: Mindia Salukvadze

EDITORIAL BOARD

Demur Chomakhidze	<i>Tbilisi, Georgia</i>	Romualdas Ginevičius	<i>Vilnius, Lithuania</i>
Guram Javakhadze	<i>Tbilisi, Georgia</i>	Kiazo Nadareishvili	<i>Tbilisi, Georgia</i>
Peter Bielik	<i>Nitra, Slovakia</i>	Oleg Namicheishvili	<i>Tbilisi, Georgia</i>
Ivan Gorgidze	<i>Tbilisi, Georgia</i>	Dmitry Novikov	<i>Moscow, Russia</i>
Boris Gusev	<i>Moscow, Russia</i>	Archil Prangishvili	<i>Tbilisi, Georgia</i>
Paata Kervalishvili	<i>Tbilisi, Georgia</i>	Rolf D. Shraft	<i>Stuttgart, Germany</i>
Vladimir Kekelidze	<i>Dubna, Russia</i>	Irakli Zhordania	<i>Tbilisi, Georgia</i>

EDITORIAL STAFF:

**David Gorgidze, Alexander Dolidze, Leila Kobelashvili
and Ketevan Makhashvili**

NGO Georgian Engineering News (GEN) LTD

Address: TECHINFORMI Tbilisi 0179, Kostava 47

Tel.: 995 (32) 2335315, 2335122

Fax: 995 (32) 2335122

[e-mail:nellym@caucasus.net](mailto:nellym@caucasus.net)

Internet: www.tech.caucasus.net

Copyright © by GEN LTD

შინაარსი - СОДЕРЖАНИЕ

Б.В. ГУСЕВ	5
РОССИЙСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ – МОЩНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО СООБЩЕСТВА <i>Гусев Б.В.</i>	7
А.И. ПРАНГИШВИЛИ	13
ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ ГРУЗИИ - ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ В ПЛАНЕ СИСТЕМНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ <i>Прангишвили А.И.</i>	15
მიზნების სტრუქტურირება და „შეწონვა“ რეგიონის მდგრადი ბანკოთარების ამოცანაში <i>ფრანგიშვილი ა.ი., ნამიჩეიშვილი ი.მ., გასიტაშვილი ზ.ა., ვერულაგა დ.ი., კიენაძე მ.გ.</i>	25
КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ В ПРОСТОЙ ВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЕ <i>Морозов В.П., Бабаян Р.Р.</i>	32
МЕХАНИЗМЫ УМНОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Бурков В.Н., Буркова И.В., Гаситашвили З.А., Горгидзе И.А., Джавахадзе Г.С., Хуციшвили С.А.</i>	36
ROBUST DECENTRALIZED INVENTORY CONTROL IN LARGE-SCALE SUPPLY NETWORKS <i>Lyubchyk L. M. and Dorofieiev Yu.I.</i>	40
ABSOLUTE CONVERGENCE AND SUMMABILITY OF THE FOURIER-BESSEL SERIES <i>Skhirtladze I.A. and Skhirtladze N.I.</i>	50
ფოტის პროტის შემოსასვლელი არხის მიმდებარე ტერიტორიის ლითონინამიკის რიცხვითი მოდელირება. მოსილვების საწინააღმდეგო საინჟინერო ღონისძიებები <i>სალინაძე ი.ს., ბრეგვაძე ა.გ., გაგოშიძე შ.ნ.</i>	53
TRANSVERSE DAMPING OF MAIN PIPELINES OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS UNDER THE INFLUENCE OF PARAMETRIC FORCES <i>Makharadze L.I. and Gavasheli L. Sh.</i>	59
შერთა თეორია ვეგ-ლიზანში <i>ნამჩევაძე ც.გ.</i>	64
ვეგ-ლიზანი მობილური მოწყობილობებისათვის <i>ნამჩევაძე ც.გ.</i>	67
მზის ფოტოელექტრული გარდამქმნელების თერმოსიფონური გაცივების სისტემა <i>ხაჩიძე თ.ი., ავალიანი ი.მ.</i>	69
საქართველოს, როგორც ევრაზიის სატრანსპორტო ღერძის როლი და მნიშვნელობა <i>მარგალიტაძე ი.ნ., გეგეშიძე ე.ი., გაბიძაშვილი ლ. გ.</i>	74
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ СОЗДАНЫХ НА ОСНОВЕ УТИЛИЗИРОВАННЫХ БОЕПРИПАСОВ <i>Хомерики С.К., Кучухидзе З.К., Априашивили А.Г., Шатберашвили Г.Г., Абесаძე Н.А., Апицаური А.М.</i>	78

OPTICAL CONTROL OF THE TRANSMISSION SPECTRUM OF THE OPTICALLY ACTIVE LIQUID CRYSTAL LAYER <i>Ponjavidze N.T., Bortolozzo U., Residori S., Chanishvili A.G., Chilaya G.S. and Petriashvili G.Sh.</i>	86
КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА $[Mg(OH)_6](NH_4)_2(SO_4)_2$ <i>Зазашвили С.Р., Беридзе Л.А., Миминошвили К.Э.</i>	89
DETERMINATION OF THE SHARE OF THE ELECTRIC QUADRUPLE ADMIXTURE FOR THE ^{169}Tm 93.61 keV γ -TRANSITION <i>Metskhvarishvili M.R., Razmadze T.O., Kvirikashvili M.G., Baramidze K.K., Beridze M.G. and Shogiradze M.Kh.</i>	92
ТЕРМОСТОЙКАЯ КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИНАФТОИЛЕНБЕНЗИМИДАЗОЛОВ <i>Ормоцадзе Н.Ш., Месхишвили М.М., Бибилеишвили Д.В.</i>	95
НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ГРУЗИИ <i>Гудушаური Ц.Н., Кочиашвили М.С., Угрехелидзе И.Р.</i>	98
МИКРОКОЛОНОЧНАЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ФОСФОЛИПИДОВ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА <i>Сирадзе М.Г., Бердзенишвили И.Г., Непаридзе Н.С., Джохадзе Г.А., Твалиашвили В.Б., Диогидзе О.Ш.</i>	100
სვეტიცხვის დიმერიზაციის და ციკლოდიმერიზაციის რეაქციების მათემატიკურ-ქიმიური შესწავლა <i>ლობჯანიძე თ.ე., გვერდწითელი მ.ი., გიორგაძე კ.ბ.</i>	102
პლატონის სხეულების ალგებრული მახასიათებელი და მისი გამოყენება კოორდინაციული ნაერთების მოდელირებისათვის <i>რუსია მ.შ., ლობჯანიძე ლ.გ., გვერდწითელი მ.ი.</i>	104
MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF ALKENES <i>Kvartskhava G.R., Chachava G.G., Gverdsiteli M.I.</i>	106
MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF CHAIN GROWTH IN THE REACTION OF METHANE HALOGENATION <i>Chachava G.G., Gverdsiteli M.I.</i>	108
MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF ALKYNES WITHIN THE SCOPE OF THE QUASI-ANB-MATRICES METHOD <i>Sidamonidze N.N., Koiava N.A. and Gverdsiteli M.I.</i>	111
სპეციფიკური კონფორმაციული სტრუქტურის გავლენა კლოტრიმაზოლის ბიოკომპლექსთან ციტოტოქსიკური აქტიურობის გააქტიურებაში <i>ჩიგოჯიძე ნ.შ., წივწივაძე თ.ი., ნადირაძე ი.შ., პეტრიაშვილი ჟ.დ., კლდიაშვილი რ.შ., ჯაფარიძე რ.ჯ.</i>	112
CELL DESTRUCTION IN TUMOR FORMATIONS <i>Kadagishvili L.G.</i>	120
ინფინიტიური ტექნოლოგიით დამზადებული წითელი საღებავი ღვინო <i>კეკელიძე ი.ა.</i>	122
АЛЕКСАНДР ЯКОВЛЕВИЧ ЛЕРНЕР	125



**Международная инженерная академия, Инженерная академия Грузии,
Редакция журнала „Georgian Engineering News“,
Грузинский технический университет**

**ПОЗДРАВЛЯЮТ БОРИСА ВЛАДИМИРОВИЧА ГУСЕВА
с 80-летием со дня рождения**

Б.В. ГУСЕВ

Известному ученому, педагогу, государственному и общественному деятелю, профессору, академику Борису Владимеричу Гусеву исполнилось 80 лет.

Б.В. Гусев один из основателей и первый президент Инженерной академии СССР (1990 г.), преобразованной впоследствии в Российскую и Международную инженерные академии (1991 г.), президентом которых он является со дня их основания, президент Российского Союза общественных академий наук.

Б.В. Гусев родился 13 мая 1936 года. Окончил Тырновскую семилетнюю школу, Рязанский техникум (ныне колледж) железнодорожного транспорта. После окончания двух курсов Московского института инженеров железнодорожного транспорта направлен в Варшавский политехнический институт, который окончил в 1961 г.

Трудовую деятельность начал в 1961 году в Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, с 1964 по 1973 год работал в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта. С 1973 по 1979 год являлся заместителем директора конструкторско-технологического бюро «Мосоргстройматериалы». В 1978 году присвоена учёная степень доктора технических наук. С 1979 по 1990 год последовательно занимал посты заведующего лабораторией и заместителя директора Научно-исследовательского института бетона и железобетона НИИЖБ. В 1981 году присвоено учёное звание профессора. С 1990 года по настоящее время - президент Российской инженерной академии. С 1991 года - член-корреспондент РАН. С 2004 года - иностранный член Черногорской академии наук и искусств.

Б.В. Гусев широко использует математические методы при изучении проблем долговечности и коррозионных процессов. Им разработаны основы построения развитых физико-химических и математических моделей и выполнена их структурная идентификация.

В настоящее время Б.В. Гусев занимается разработкой основы наноструктурирования цементных систем для повышения прочности бетона (в 2-3 раза) и создания суспензий и эмульсий высокой однородности и нерасслаиваемости при получении различных материалов, в том числе для создания защитных наноплёнок.

Широкомасштабная научная и просветительская деятельность Б.В. Гусева известна во многих странах. Он является автором более 500 научных публикаций, 25 монографий и учебных пособий, 150 изобретений и патентов. Б.В. Гусев является основателем научной школы, под его руководством подготовлено 85 докторов и кандидатов наук во многих странах мира. Гусев Б.В. ведет широкомасштабную и активную работу по развитию международных научно-технических связей как организатор многих научно-технических конгрессов, конференций, симпозиумов и выставок.

За активную деятельность по развитию международного научно-технического сотрудничества в 1998 г. Международной энциклопедической организацией (г. Лондон) Гусев Б.В. признан «Человеком года», в том же году награждён орденом Послов (г. Нью-Йорк).

Большая общественная деятельность Гусева Б.В. проявилась в работе научно-технических советов Российской академии наук, в Экспертных советах при Правительстве РФ и Высшей аттестационной комиссии Минобразования РФ, руководителя диссертационных Советов и члена научно-технических Советов ряда министерств и ведомств России.

Борис Владимирович Гусев награжден: золотым знаком Союза польских студентов, Золотой медалью Белорусской, Украинской, Грузинской, Казахской инженерных академий и другими медалями и почетными званиями стран мира, Лауреат Государственной премии СССР, имеет медаль «За трудовое отличие». Является Почетным доктором Грузинского технического университета, Почетным членом инженерных академий Грузии, Казахстана, Украины, Белоруссии, действительным членом Академии творчества.

РОССИЙСКАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ – МОЩНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ
ИНТЕГРАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО СООБЩЕСТВА

Гусев Б.В.

Международная Инженерная Академия

Вопрос о создании Инженерной академии СССР, с которым выступили видные советские ученые: академики Академии наук СССР А.Ю. Ишлинский, Г.А. Николаев, И.А. Глебов и К.В. Фролов, неоднократно обсуждался в конце 80-х годов прошлого столетия в центральных партийных и высших государственных органах страны. Однако решение по организации академии не было принято.

Вместе с тем, научно-техническая общественность, понимая актуальность и важность создания единого органа, консолидирующего инженерное сообщество страны, начала активный процесс по образованию такой структуры под другими различными названиями.

В результате серьезной подготовительной работы, прежде всего среди организаций Союза научно-технических обществ СССР и ряда крупнейших научно-исследовательских институтов (НИИ), была организована **Федерация инженеров СССР**.

В рамках Федерации был создан оргкомитет по формированию Инженерной академии СССР (председатель – вице-президент Федерации инженеров СССР Б.В.Гусев), который в течение 1989–1990 годов провел активную и плодотворную работу по подготовке общественного мнения на всей территории бывшего СССР. В итоге на первом Общем собрании Инженерной академии СССР (протокол № 1 от 24 марта 1990 г.) был принят Устав, выбраны первые 25 действительных членов Инженерной академии СССР, и избран первый президент академии – Б.В. Гусев.

Решением Исполкома Тимирязевского районного Совета народных депутатов от 13 мая 1990 года была проведена первая регистрация Инженерной академии.

Понимая, как сложно будет получить признание без поддержки государственных структур, Президиум академии начал активный процесс утверждения Устава академии в министерствах и ведомствах СССР и РСФСР. Уже 21 мая 1990 года Устав Инженерной академии был утвержден в Минвузе РСФСР, затем, соответственно: 29 мая – Минавтосельхозмаш СССР и Госкомлес СССР, 1 июня – Минэлектропром СССР, 7 июня – Миннефтегазстрой СССР и Союзстройматериалы, 13 июня – Минэнерго СССР и Минуралсибстрой РСФСР, 15 июня – Минмедпром СССР, 16 июня – Минтрансстрой СССР и Минсевзапстрой РСФСР, 19 июля – Минмонтажспецстрой СССР и Минвостокстрой РСФСР, 24 июля – Минсудпром СССР, а затем и в других министерствах и ведомствах.

Устав утвердили министры (руководители ведомств) или заместители министров (руководителей ведомств): О.Г. Анфимов, Ю.П. Баталин, Б.Н. Белоусов, И.Н. Букреев, В.М. Величко, В.Н. Забелин, С.В. Колпаков, Е.Б. Левичев, А.И. Макаренко, Ю.Л. Назаров, И.Ф. Образцов, Н.А. Паничев, Э.К. Первышин, П.А. Полад-Заде, В.И. Решетилов, Г.Б. Строганов, В.И. Сухих, Е.В. Филиппов, В.С. Черномырдин, В.Г. Чирсков, М.С. Шкабардня, М.И. Шадов и др.

Большую поддержку в становлении и развитии Инженерной академии СССР оказали: Государственный комитет СССР по науке и технологиям (академик Н.П. Лаверов), Академия наук СССР (академик Г.И. Марчук), Президиум Союза научных и инженерных обществ СССР (академик А.Ю. Ишлинский) и Правление Научно-промышленного союза СССР (А.И. Вольский).

Весомый вклад в организацию деятельности академии оказали академики Академии наук (АН) СССР А.Ю. Ишлинский, Б.Е. Патон, К.В. Фролов и Совет старейшин, который состоял из академиков АН СССР. Сопредседателями Совета старейшин академии были избраны А.Ю. Ишлинский, И.А. Глебов, а членами Совета – С.В. Вонсовский, Д.Г. Жимерин, Б.П. Жуков, Н.Н. Ковалев, К.С. Колесников, Я.М. Колотыркин, С.В. Колпаков, В.А. Котельников, Н.Д. Кузнецов, Б.Н. Ласкорин, Г.Ф. Николаев, Б.Е. Патон, Г.П. Свищев, К.С. Силин.

Большую лепту в становление академии внесли крупные государственные деятели и организаторы производства, выдающиеся ученые и инженеры-практики: С.А. Абдраимов, В.Н. Анциферов, Ю.П. Баталин, В.М. Бондаренко, Б.В. Будзуляк, И.Н. Букреев, С.Н. Булгаков, А.И. Васильев, Ю.С. Васильев, Л.И. Волков, И.И. Ворович, У.А. Джолдасбеков, Б.Т. Жумагулов, В.К. Кабулов, В.Я. Карелин, И.П. Ксенович, Г.Е. Лозино-Лозинский,

А.Ф. Мехтиев, И.В. Прангишвили, Б.С. Сажин, Ю.П. Самарин, А.Н. Семенов, А.И. Федотов, Ю.Е. Ходжамирян, Ю.А. Яшин.

Примером государственного признания стало принятие 22 августа 1991 года Постановления Государственного комитета СССР по науке и технологиям, подписанное заместителем Председателя Совета министров СССР, председателем ГКНТ, академиком АН СССР

Н.П. Лаверовым «Об Инженерной академии СССР». Этим Постановлением под научно-методическое руководство академии было передано более 100 научно-производственных объединений, НИИ и конструкторских бюро (КБ).

К концу 1991 года была заложена прочная основа академии – избраны 338 действительных членов и членов-корреспондентов из 10 республик СССР. Среди членов академии – ведущие ученые и педагоги, крупные организаторы науки, образования и производства, внесшие большой вклад в научное и инженерное развитие различных отраслей народного хозяйства страны.

В 1990–1991 гг. начинается активный процесс по созданию первых филиалов Инженерной академии СССР. Постановлениями Президиума Инженерной академии СССР были созданы филиалы: Ленинградский – от 18 июня 1990 г., Южно-Украинский – от 30 августа 1990 г., Уральский – от 30 октября 1990 г., Туркменский – от 12 ноября 1990 г., Алтайский и Приднепровский – от 17 января 1991 г., Томский, Самарский, Кузбасский, Омский, Гомельский, Пермский – от 14 марта 1991 г. С апреля 1991 года формируются новые региональные отделения, и происходит укрупнение действующих филиалов академии. Были созданы Ленинградское, Сибирское, Уральское, Украинское, Казахское, Узбекское, Таджикское, Туркменское, Киргизское и другие отделения академии.

Инженерная академия СССР с самого начала своей деятельности развернула целенаправленную работу по усилению связи науки и производства, по решению проблем использования результатов фундаментальных исследований и ускоренной их адаптации в промышленности. В связи с развалом СССР на базе академии Министерством юстиции Российской Федерации 24 декабря 1991 года была зарегистрирована общероссийская общественная организация «Российская инженерная академия» (РИА), а 10 февраля 1992 года получила регистрацию Международная инженерная академия (МИА). Президентом РИА и МИА был избран Б.В. Гусев.

В 1993 году РИА получила консультативный статус в ЮНИДО (ООН по промышленному развитию), а в 1997 году была включена в ЮНЕСКО в число экспертных организаций по новым технологиям в Центральной и Восточной Европе. В 2001 и в 2004 годах РИА успешно прошла государственную аккредитацию в РФ.

В настоящее время в состав РИА входит более 1350 действительных членов и членов-корреспондентов – видных российских ученых, инженеров и организаторов производства, свыше 200 коллективных членов, являющихся крупнейшими российскими научно-техническими организациями, а также более 40 региональных инженерно-технических структур – отделений РИА.

РИА проводит большую работу по развитию научно-технических направлений в науке, созданию образцов новой техники и технологий, организации эффективной деятельности российского инженерного сообщества.

За двадцатипятилетний период работы было разработано около 4,5 тыс. новых технологий, опубликовано более 6,5 тыс. монографий, получено свыше четырех тысяч патентов; опубликовано значительное количество статей, некоторые из них – в области применения нанотехнологий и наноматериалов [1–26]. Лауреатами Государственных премий и премий Правительства СССР и РФ стали соответственно 209 и 376 членов РИА. Ежегодный объем научно-исследовательских, проектных и других видов работ в области инженерной деятельности РИА составляет от 0,5 до 1 млрд рублей.

В числе приоритетных направлений деятельности РИА:

- информатизация общества на основе использования современных информационных технологий; Автомобильная развязка в Москве, пересечение Московской кольцевой автомобильной дороги (патент РИА)
- разработка системы контроля технического состояния комплексов и систем различного назначения;
- использование изделий и технологий двойного назначения при создании высокотехнологичной продукции и диверсификация оборонно-промышленного комплекса;

- применение в промышленности нанотехнологий и наноматериалов. Выездное заседание Президиума РИА в г. Омске

Но, несомненно, главным направлением деятельности РИА, по которому реализуются крупные проекты, является машиностроение. Значимые научно-практические исследования проводились членами академии в области судостроения, в первую очередь, на базе предприятия «Адмиралтейские верфи»: созданы новые классы арктических судов, в том числе сухогрузы с возможностью выполнения функций ледоколов во льдах толщиной до 2 метров. В партнерстве с компаниями ведущих индустриальных стран академия активно участвует в создании сложных морских информационных и роботизированных подводных комплексороботов. Суть проекта заключается в модернизации подводного технического сервиса на континентальном шельфе, в портах, озерах и водных путях.

Российская инженерная академия проводит широкий комплекс работ по материаловедению. Речь, прежде всего, идет о создании новых технологий и материалов в различных областях промышленности:

- космической и авиационной областях – это высоконадежные элементы конструкций на основе широкой гаммы углеродных, арамидных и других видов волокон (высокомодульные армированные композиты);
- для машиностроения – новые виды сталей и легких сплавов;
- для строительства – различные виды сталей и бетонов, стойких в условиях низких температур и при различных видах агрессии.

Например, использование защитных покрытий для бетонов и металлов существенно повышает их прочность, а долговечность можно увеличить в 3...7 раз. Результаты исследований были широко использованы на практике, в том числе при строительстве олимпийских объектов в Сочи.

Активно разрабатываются новые конструктивные решения в области строительства, в том числе при работе конструкций в условиях сейсмичности и вечной мерзлоты. Для повышения живучести зданий и сооружений предлагается дополнительное преднапряжение с усилением здания канатами в построечных условиях. Для оценки состояния надежности зданий и сооружений (плотин, энергетических установок и др.), оценки слабых зон или мест, которые при сейсмических воздействиях на конструкцию могут оказаться в неблагоприятном состоянии, предложены новые технологии 3D измерений.

В области энергетики и ресурсосбережения предлагаются решения по разработке энергетических установок с коэффициентом полезного действия более 70%, а теплообменников – выше 90%, а также переход от 20-летия Российской инженерной академии (в первом ряду – министры-учредители) централизованных к мобильным системам теплоснабжения. Активно ведутся разработки по нетрадиционной энергетике: использование ветрогенераторов, кавитационных нагревателей для тепловых сетей и др.

В академии широко изучаются волновые технологии, которые позволяют создавать различные режимы, в том числе биорезонансные в эмульсиях и суспензиях, и обеспечить получение материалов высокой степени гомогенности. Особенно серьезное внимание уделяется использованию волновых технологий для модификации бензина и дизельного топлива. Получены нерасслаиваемые эмульсии типа «топливо-вода» на волновых генераторах, что позволяет повышать октановое число топлива с одновременным снижением вредных выбросов в атмосферу окиси углерода и азота. Разрабатываются технологии для синтеза биогаза в реакторах новой конструкции: переработка биомассы в реакторе каталитического гидрокрекинга, что позволит экологически безопасным путем эффективно использовать естественные биологические субстанции для производства горючих газов, тепла и электроэнергии.

Существенно расширилась «география» научно-практической деятельности РИА. Так, значительный теоретический и практический интерес представляют работы большинства региональных структур. Среди них:

- проектирование волоконно-оптических устройств (Башкортостанское отделение);
- использование в различных отраслях производства, техники и технологий инженерных разработок оборонно-промышленного комплекса (Московское областное отделение);
- создание нормативов по оценке остаточного ресурса оборудования, работающего под большим давлением (Иркутское отделение);

- разработка методов синтеза адаптивных и самонастраивающихся систем управления многосвязных нелинейных динамических систем в условиях неопределенности и переменности их параметров (Приморское отделение);
- микро- и нанотрибология, создание наноэлектромеханических систем (Псковское отделение);
- построение интеллектуальных систем автоматизации технологических процессов (Томское отделение);
- переработка техногенных отходов, накопившихся за 300 лет работы промышленности Урала (Свердловское отделение);
- разработка геофизического комплекса, позволяющего не только отслеживать существующее расположение грунтов оснований зданий и сооружений, но и давать прогнозы направления геокриологических процессов (Якутское отделение) и др.

РИА выступала и выступает активным организатором крупных международных и всероссийских форумов. Среди них: I и II Съезды инженеров России и субъектов Российской Федерации, Всероссийская научно-техническая конференция «Резервы ускорения экономического роста и удвоения ВВП», Общероссийский форум «Использование космоса в мирных целях», международные и всероссийские конференции – «Перспективные задачи инженерной науки», «Теория и практика технологий производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов», «Малая и нетрадиционная энергетика, энергоэффективность», «Бетон и железобетон – взгляд в будущее», Научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве», специализированные выставки и конференции «Изделия и технологии двойного назначения, «Диверсификация ОПК» и другие. С участием РИА издаются «Инженерная газета», межотраслевые делегаты и участники I Съезда инженеров России в Большом кремлевском зале Президиум II Съезда инженеров России Церемония вручения Премии Тан в сентябре 2014 года (слева-направо в первом ряду: президент Тайваня Ма Ин-Цзю (Ma Ying-Jeou), основатель Премии доктор Самуэл Ин (Samuel Yin), нынешний президент Академии доктор Чи-Хуэй Вонг (Chi-Huey Wong), руководитель Фонда премии Тан Дженн-Чуан Черн (Jenn-chuan Chern) левой альманах «Деловая слава России», электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал», а также более 20 научно-технических журналов.

К 25-летию юбилею Российской инженерной академии приурочен выпуск информационно-справочного издания «Энциклопедия Российской инженерной академии». В энциклопедии представлены творческие биографии более 1750 действительных членов и членов-корреспондентов РИА – крупных ученых, заслуженных инженеров и организаторов промышленного производства, избранных в академию с момента создания. В энциклопедии приведена информация о людях, кто на рубеже XX–XXI веков активно способствовал сохранению и развитию интеллектуального потенциала науки и техники по основным инженерным направлениям путем эффективной реализации достижений фундаментальной науки в производственной сфере. Это, прежде всего, почетные президенты и почетные члены РИА, члены академии, о которых представлена необходимая информация.

В издании представлены также и иностранные члены РИА, которые своими научными и производственными достижениями способствуют повышению престижа Российской инженерной академии на международной арене.

Одной из актуальных задач энциклопедии является формирование широкого и устойчивого общественного интереса к науке и технике, повышению профессионального интереса научных работников, инженерных кадров и студенческой молодежи, а также профессиональной ориентации школьников на осознанный выбор профессии инженера.

Активную общественную позицию РИА занимает не только в вопросах технологического развития страны. На этапе реформирования высшей профессиональной школы была развернута серьезная работа по сохранению инженерного образования в России (более 1/3 членов РИА непосредственно работают в сфере профессионального образования). Вопросы оценки состояния и выбора основных направлений развития профессионального образования нашли свое отражение при подготовке предложений для Комиссии по модернизации при Президенте РФ.

Несомненно, в целях использования интеллектуального потенциала научно-инженерных структур приоритетной задачей РИА остается обеспечение конструктивного взаимодействия с федеральными и региональными органами законодательной и исполнительной власти, а также выстраивание эффективных механизмов взаимодействия общества, бизнеса и государства,

направленных на координацию совместных усилий при выработке и проведении национальной социально-экономической политики.

Российская инженерная академия – мощный двигатель интеграции инженерного сообщества не только в России, но и в странах Ближнего и Дальнего Зарубежья. Академия – своеобразный генератор свежих идей, содействующих развитию не только инженерных направлений реального сектора экономики страны, но и социально-экономического развития общества. Роль РИА в решении актуальных вопросов по разработке теоретических и практических основ создания принципиально нового технологического уклада, основанного на экономике знаний и конкурентоспособности во всех отраслях современного промышленного и аграрного производства, продолжает расти.

Российская инженерная академия открыта для широкого сотрудничества со всеми творческими организациями и отдельными лицами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Б.В. Развитие нанонауки и нанотехнологий. // Промышленное и гражданское строительство. 2007, № 4, сс. 45-46.
2. Ивасышин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии. // Межотраслевой альманах. Деловая слава России. – М.: Славица, 2007, III вып., сс. 47–48.
3. Ponomarenko A.T., Figovsky O., Shevchenko V.G. Multifunctional Polymer Composites for «Intellectual» Structures: Present State, Problems, Future. Journal Advanced Materials Research, 2008, Vol. 740 (47), pp. 81-84, Trans Tech.
4. Фаликман В.Р., Вайнер А.Я. Фотокаталитически активные строительные материалы с наночастицами диоксида титана – новая концепция улучшения экологии мегаполисов. // Вопросы применения нанотехнологий в строительстве: Сб. докл. участников круглого стола. – М.: МГСУ, 2009, сс. 35–49.
5. Фаликман В.Р. Об использовании нанотехнологий и наноматериалов в строительстве. // Нанотехнологии в строительстве. 2009, Том 1, № 1, сс. 24-34. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
6. Гусев Б.В., Минсадров И.Н., Мироевский П.В. и др. Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах с добавкой наночастиц диоксида кремния. // Нанотехнологии в строительстве. 2009, Том 1, № 3, сс. 8-14. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
7. Ивасышин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения. / Нанотехнологии в строительстве. 2010, т. 2, № 4, сс. 70-86. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
8. Фаликман В.Р., Соболев К.Г. «Простор за пределом», или как нанотехнологии могут изменить мир бетона. // Нанотехнологии в строительстве. 2010, Том 2, № 6, сс. 17-31. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
9. Ивасышин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии и гелиевое изнашивание. // Нанотехнологии в строительстве, 2011, т. 3, № 3, сс. 49-66. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
10. Falikman V., Vajner A., Zverev I. New photocatalytic cementitious composites containing modified titanium dioxide nanoparticles. Proceedings of the 3rd Int. Symposium on High Performance Concrete and Nanotechnology for High Performance Construction Materials (Hipermat), 7–9 March 2012, Kassel, Germany, pp. 147–152.
11. Баженов Ю.М., Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Системный анализ в строительном материаловедении. – Москва: Изд-во МГСУ, 2012. – 432 с.
12. Фиговский О.Л., Бейлин Д.А., Пономарев А.Н. Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах. // Нанотехнологии в строительстве, 2012, том 4, № 3, сс. 6-21. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
13. Falikman V.R., Petushkov A.V. Development of Russian Market of Nanotechnology Construction Products till 2020. Nanotechnology in Construction: 4th International Symposium. Agios Nicolaos. Crete: Greece. 2012. May 20-22. 120 p. CD. p. 112.
14. Фаликман В.Р. Наноматериалы и нанотехнологии в современных бетонах. // Промышленное и гражданское строительство, 2013, № 1, сс. 31-34.
15. Гусев Б.В., Фаликман В.Р., Лайстнер Ш. и др. Отраслевое технологическое исследование «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года». Часть 1. Постановка задачи и подход к реализации проекта. // Нанотехнологии в строительстве, 2013, том 5, № 1, сс. 6-17. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
16. Ивасышин Г.С. Физико-механические свойства наноматериалов и квантовая механика. // Нанотехнологии в строительстве, 2013, т.5, № 3, сс. 45-55. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
17. Гусев Б.В., Фаликман В.Р., Лайстнер Ш. и др. Отраслевое технологическое исследование «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года». Часть 2.

- Анализ мирового рынка. // Нанотехнологии в строительстве, 2013, том 5, № 2, сс. 6-20. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/(дата обращения: 12.03.2015).
18. Фаликман В.Р., Вайнер А.Я. Фотокаталитические цементные композиты, содержащие мезопористые наночастицы диоксида титана. // Нанотехнологии в строительстве, 2014, том 6, № 1, сс. 14-26. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 12.03.2015).
19. Фаликман В.Р., Вайнер А.Я. Новые высокоэффективные нанодобавки для фотокаталитических бетонов: синтез и исследование. // Нанотехнологии в строительстве, 2015, том 7, № 1, сс. 18-28. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-1-18-28.
20. Kudryavtsev P., Figovsky O. Nanomaterials based on soluble silicates, ISBN 978-3-659-63556-4, LAP Lambert Academic Publishing, 2014, 241 p.
21. Кудрявцев П., Фиговский О. Наноматериалы на основе растворимых силикатов. – ISBN 978-3-659-58361-2. LAP Lambert Academic Publishing. 2014, сс. 155.
22. Romm F., Figovsky O. Modeling of Mechanical Properties of Polymeric Systems with Branching/Crosslinking, Particularly Their Mechanical Resistance and Stability. Macromolecular Theory and Simulations. Vol. 11, Issue 1, pp. 93-101, January 2002.
23. Romm F., Figovsky O. Statistical polymer method: Modeling of macromolecules and aggregates with branching and crosslinking, formed in random processes, Discrete Dynamics in Nature and Society Vol. 2 (1998), 3, P. 203–208 <http://dx.doi.org/10.1155/S1026022698000181>.
24. Кудрявцев П.Г., Фиговский О.Л. Наноструктурированные материалы, получение и применение в строительстве. // Нанотехнологии в строительстве, 2014, том 6, № 6, сс. 27-45. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-27-45.
25. Гусев Б.В., Петрунин С.Ю. Кавитационное диспергирование углеродных нанотрубок и модифицирование цементных систем. // Нанотехнологии в строительстве, 2014, том 6, № 6, сс. 50-57. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-50-57
26. Кудрявцев П.Г., Фиговский О.Л. Квазигомогенное приближение для описания свойств дисперсных систем. Основные подходы к моделированию процессов отверждения в нанодисперсных силикатных системах. Часть I. Статистический полимерный метод. // Нанотехнологии в строительстве, 2015, том 7, № 1, сс. 29-54. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-1-29-54.

SUMMARY

RUSSIAN ACADEMY OF ENGINEERING – A POWERFUL ENGINE OF INTEGRATION OF THE ENGINEERING COMMUNITY

Gusev B.V.

International Engineering Academy

The Russian Academy of Engineering is the successor of the Engineering Academy of the USSR established on the 13th of May, 1990. From the very beginning, the Engineering Academy launched targeted efforts to strengthen the links between science and industry, to resolve the problems associated with the application of the results of fundamental research and their accelerated adaptation to industry. The Engineering Academy contributed and contributes to the preservation and development of the intellectual potential of science and engineering by effective implementation of the fundamental achievements of science in the industrial sector.

Keywords: Russian Academy of Engineering, engineering activity, fundamental research, new technology.



**Международная инженерная академия, Инженерная академия Грузии,
Редакция журнала „Georgian Engineering News“,
Грузинский технический университет**

**ПОЗДРАВЛЯЮТ АРЧИЛА ИВЕРИЕВИЧА ПРАНГИШВИЛИ
с избранием Вице-президентом Международной инженерной академии**

А. И. ПРАНГИШВИЛИ

Арчил Ивериевич Прангишвили - ректор Грузинского технического университета, президент Грузинской инженерной академии, вице-президент Международной инженерной академии, доктор технических наук (1992), профессор (1995), академик Национальной академии наук Грузии (2013) и других международных и зарубежных академий.

А. И. Прангишвили родился 13 апреля 1961 года в гор. Тбилиси. В 1983 г. окончил факультет автоматики и вычислительной техники Грузинского политехнического института по специальности «инженер-системотехник». В тот же год он поступил в аспирантуру кафедры вычислительной техники Грузинского политехнического института, а в 1987 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук в Московской инженерно-физическом институте. После защиты кандидатской диссертации 1987-1988 гг. – старший научный сотрудник Проблемной лаборатории Грузинского технического университета, доцент кафедры вычислительной техники Грузинского технического университета.

В 1992 г. защитил докторскую диссертацию по техническим наукам. В 1992-2003 гг. – заместитель директора Института информатики, систем управления и телекоммуникаций Грузинского технического университета, 1992-2005 гг. – научный руководитель Научно-исследовательской лаборатории компьютерных и информационных технологий Грузинского технического университета, 2002-2005 гг. – чрезвычайный уполномоченный президента Грузии в сфере энергетики, с 2009 г по сегодняшний день – ректор Грузинского технического университета.

С 2013 г. – Член Управляющего совета Международного благотворительного фонда возрождения и развития духовности, культуры и науки Католикоса-Патриарха Всея Грузии,

С 2011 г. по сегодняшний день – представитель Грузии в финансовом комитете Международной организации «Центр ядерных исследований» (г. Дубна, Российская Федерация),

С 2011 г. – представитель Грузии в Совете по развитию нанотехнологий в странах ГУАМ-а с 2010 г. – руководитель группы по изучению проблем нанотехнологии Национальной академии наук Грузии.

Награждён орденом Чести. А. И. Прангишвили дважды (1990г и 2012г) присвоена Национальная премия Грузии.

Под его научным руководством защищено 20 кандидатских и докторских диссертаций.

Является автором более 200 научных работ, в том числе 20 монографий, 11 учебников и 20 патентов.

**ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ ГРУЗИИ - ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ
УПРАВЛЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ В ПЛАНЕ СИСТЕМНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ**

Прангишвили А.И.

Президент Инженерной академии Грузии

Эконометрические реалии XXI века, еще раз, подкрепляют мнение о том, что недостатка свободных денег нет - есть недостаток хорошо подготовленных и обоснованных бизнес-идей и готовых к реализации, системно конструированных, проектов.

Видением Инженерной академии Грузии научная деятельность это системообразующие активация, связанная с проведением научных исследований, включая фундаментальные с выявлением закономерностей и механизмов процессов и явлений и прикладные - изучающие возможности извлечения практической выгоды из полученных знаний.

Результатом указанной деятельности, нередко, является разработка идей инновационной продукции в виде совокупности знаний об основных ее свойствах и принципах создания, что в свою очередь топологизирует следующие контенты: формулировка понятий, создание теорий, экспериментирование, классификация и обобщение полученных результатов, обработка и усвоение полученной информации.

С другой стороны мы в Инженерной академии Грузии считаем, что инженерная деятельность - это интеллектуализация, связанная с проведением технических разработок на основе использования научных знаний, включая проектирование, т.е. конструктивная разработка идей и вариантов продукции, конструирование - разработка конструкции продукции, дизайн - разработка внешнего вида продукции и технологическую разработку - т.е. разработка технологии изготовления продукции или методологии обслуживания. Важным результатом такой деятельности, как обычно, является создание новшеств в виде опытных образцов инновационной продукции.

Часто довольно трудно провести четкую границу между научной и инженерной деятельностью: обычно имеет место тесное переплетение той и другой, что в итоге приводит как к разработке инновационных идей, так и к созданию новшеств. В этой связи принято говорить о научно-технической деятельности, направленной на решение комплексных научно-технических проблем, обеспечение функционирования науки, техники и производства как единой системы.

Научно-техническая деятельность в Инженерной академии Грузии представляет собой синергию научной, инженерной и организаторской деятельности, что в свою очередь подразумевает научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы, которые включают научные исследования и технические разработки, завершающиеся изготовлением и испытанием опытных образцов продукции.

В Инженерной академии Грузии к научно-технической деятельности относятся работы по научно-методическому, организационно-техническому и программному обеспечению непосредственного проведения научных исследований и технических разработок, а также распространению и применению их результатов. Архиважно, что представители каждой науки, достигшей определенного уровня гносеологической и когнитивной зрелости, осуществляют рефлексию, формулируя общие законы и закономерности данной отрасли знания, то есть создают соответствующую метанауку. С другой стороны, любая зрелая наука становится предметом философских исследований, что в свою очередь является предметом интеллектуального поиска в Инженерной академии Грузии с целью разработки методологии управления инженерных отраслей.

Инженерная академия Грузии особое внимание уделяет научно-технологическому развитию инновационной философии, в формировании которой прослеживается несколько этапов: 1-й этап (40-ые и 50-е годы XX столетия) - эра институционализации инновационной философии, характеризующийся созданием в системе государственной власти специализированных органов, отвечающих за разработку и осуществление инновационной политики. 2-й этап (50-ые и 70-ые годы прошлого столетия) - эпоха резкого роста масштабов инвестирования научно-технологической сферы и, как следствие, бурного развития самой этой

сферы. 3-й этап (70-е и 80-е годы 20-го века) - этап формирования взвешенных подходов к решению проблем научно-технологического развития, для которого характерна стабилизация, а в ряде стран даже снижение объемов инвестиций в сферу научно исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и опытно-технологических работ (ОТР). Вместе с тем идет поиск наиболее эффективных форм организации НИОКР и ОТР. Для этого этапа характерен переход к селективной стратегии научно-технологического развития, то есть к инвестированию ограниченного круга приоритетных направлений этого развития. В развитых странах поощряется кооперативные исследования и разработки, осуществляемые совместно университетами, государственными научными учреждениями и частными фирмами.

С появлением новых наукоемких производственных отраслей происходит стирание границ между фундаментальной и прикладной наукой. 4-й этап (70-е и 80-е годы XX столетия) - этап интенсивного инновационного развития регионов. Государства, осуществляя централизованное управление НИОКР и ОТР, активнее привлекают к этому управлению региональные власти, концентрируя науку и наукоемкую промышленность в отдельных регионах. Этот этап характеризуется интенсивным развитием инновационной инфраструктуры, в первую очередь созданием сети технопарков и технополисов. В это же время большое внимание уделяется развитию малого высокотехнологичного бизнеса, чему также в немалой степени способствуют технопарки и технополисы. 5-й этап (середина 1980-х гг. по настоящее время) - эпоха дальнейшего совершенствования инновационной политики, которая обретает всеобъемлющий характер, охватывает все стадии инновационных процессов, включая выход новых видов технологий и продукции на рынках.

Основные особенности современной инновационной политики связаны с изменениями в характере научно-технологического развития, которые происходят в последнее время, а именно:

- Стремительно повышаются темпы научно-технологического развития, что находит свое отражение в сокращении длительности инновационных циклов. Как следствие, требуется повышение инновационной восприимчивости и инновационной активности со стороны государства.
- Четко вырисовывается ряд ключевых направлений научно-технологического развития, которые будут определять основное содержание инновационных процессов в мировой экономике на ближайшие десятилетия, по этой причине важно выбрать из них такие направления, которые обеспечат реальные технологические прорывы с учетом имеющихся у него потенциальных возможностей.
- По всем направлениям научно-технологического развития становится характерным резкое повышение уровня наукоемкости. Это означает, что в инновационной деятельности обязательно делается ставка на создание высокоинтеллектуальных производств.
- Научно-технологическое развитие идет по пути все большей ориентации на потребности экономики. Следовательно, необходимо обеспечивать более эффективную коммерциализацию результатов научных исследований и технологических разработок, их широкое распространение в различных производственных отраслях.
- Научно-технологическое развитие приобретает комплексный, системный характер, охватывая все большее число субъектов инновационной деятельности, внедряясь во все сферы этой деятельности: научную, инженерную, производственную, коммерческую. В связи с этим важно организовать оптимальное взаимодействие всех участников инновационных процессов.
- Научно - технологическое развитие становится интернациональным процессом, протекающим в условиях глобализации мировой экономической системы. Поэтому должно уделяться повышенное внимание международному сотрудничеству в области инноваций, обеспечивая при этом защиту своих национальных интересов.

В рамках распространения плодотворного управленческого опыта инновациями важно подчеркнуть, что большинстве индустриально развитых стран одним из важнейших направлений государственной инновационной политики является поддержка малого инновационного бизнеса. Решением соответствующих вопросов занимаются, как правило, специальные государственные органы. В США - это Администрация по делам малого бизнеса, Национальный научный фонд, НАСА, отраслевые министерства; Агентство мин. обороны

США для передовых оборонных исследовательских проектов - DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency); в Германии - Министерство экономики, Министерство научных исследований и технологий, Федерация промышленных исследовательских ассоциаций; во Франции - Министерство экономики, Национальное агентство по внедрению результатов исследований, Научно-технический фонд; в Японии - Корпорация финансирования мелкого бизнеса, Народная финансовая корпорация, Центр рискованного предпринимательства; в Италии - Фонд технологических инноваций. В этих странах государственное регулирование деятельности малых инновационных фирм осуществляется как прямыми, так и косвенными методами. Различаются две формы реализации прямых методов: административно-ведомственная, которая проявляется в виде дотационного финансирования малого бизнеса, и программно-целевая, которая предполагает финансирование малого бизнеса в рамках целевых инновационных программ.

Необходимость государственной поддержки малого инновационного бизнеса обусловлена рядом причин. С одной стороны, в такой поддержке заинтересованы малые инновационные фирмы, которые, нуждаются не только в финансовой поддержке, но также в помощи при решении различных проблем, особенно в начале своей деятельности, вызванных отсутствием необходимых знаний в маркетинге, финансировании, бухгалтерском учете, а также трудностями поиска потребителей и установления с ними деловых контактов. С другой стороны, в такой поддержке заинтересовано государство, поскольку малый инновационный бизнес играет весомую роль в научно-технологическое развитие. К примеру в США малые инновационные фирмы создают в 2,5 раза больше инноваций на каждый вложенный доллар, чем крупные компании, и быстрее и с меньшими затратами внедряют их в производство.

Структура государственных инвестиций в НИОКР и ОТР в основном носит отраслевой характер. Так, в США в областях, отвечающих важнейшим государственным интересам (оборона, космические исследования и т.д.), расходы на НИОКР и ОТР полностью берет на себя государство. В областях, отвечающих общегосударственным интересам развития экономики в целом (фундаментальные исследования, здравоохранение, экология, сейсмическая безопасность, сельское хозяйство и т. п.) главная ответственность за НИОКР и ОТР ложится на государство, при этом мера ответственности негосударственного сектора здесь менее значительна ввиду недостаточных стимулов вложения частных средств. В областях, отвечающих в определенной мере интересам и государства, и частных компаний (нетрадиционные виды энергии, новейшие конструкционные материалы для ВВС и гражданской авиации, автопрома и т. д.) государство, с одной стороны, несет значительную долю ответственности, с другой - активно стимулирует усилия негосударственного сектора.

Опыт индустриально развитых стран показывает, что методы инвестирования НИОКР и ОТР непрерывно меняются в зависимости от многих факторов: приоритетности, функциональной структуры исследований, например, доли фундаментальных наук, а в рамках прикладных - от удельного веса долговременных исследовательских работ, решающих проблемы широкого, часто общенационального масштаба. Эффект методов финансирования неодинаков на разных стадиях от разработки идеи до производственного освоения. Если для фундаментальных и долгосрочных прикладных исследований больше всего оправдало себя госбюджетное финансирование, то для стадии производственного освоения инноваций, когда, как правило, ухудшаются экономические показатели, чаще всего предоставляются временные льготы, особенно на приоритетных направлениях. Все более распространенным методом финансовой поддержки становится кредит, возвратность которого обеспечивается за счет эффекта, получаемого после освоения новых технологий, то есть в конечном итоге за счет растущей эффективности научно-технологического развития.

Необходимость государственного инвестирования НИОКР и ОТР вызвана самим характером науки, растущей ролью фундаментальных и долгосрочных прикладных исследований. Постепенно возникло своеобразное разделение труда между государством и корпорациями: дорогостоящие и ориентированные на длительную перспективу фундаментальные и прикладные исследования берет на себя государство, а исследования и разработки с меньшим риском и большей определенностью финансируют корпорации. Такое разделение труда сложилось постепенно, по мере осознания исключительной важности развития фундаментальной науки. Бюджетное финансирование фундаментальных

исследований дает корпорациям возможность проводить прикладные изыскания на прочной теоретической основе, экономя время и средства.

В большинстве индустриально развитых стран около 1/5 бюджетных ассигнований на науку предназначается для фундаментальных исследований. Таким образом покрывается львиная доля (в США, к примеру 2/3) всех национальных затрат на фундаментальные исследования. Одним из главных компонентов инновационной политики США становится подход к финансированию фундаментальной науки как к накопительно-резервирующему процессу, требующему стабильного ресурсного обеспечения, поскольку негативные последствия рыночных коллизии на одном этапе невозможно компенсировать даже резким увеличением ассигнований на последующих этапах.

Тенденциями роста характеризуются государственные инвестиции в прикладные исследования, что обусловлено их возрастающей стоимостью, комплексностью и длительностью. Стало отчетливо проявляться стремление государства снять с лабораторий фирм часть затрат по прикладной тематике за счет переключения ее финансирования на госбюджет, как это уже произошло с фундаментальной наукой. Ведущие индустриальные страны стремятся обеспечить наукоемкость ВВП на уровне 3 % (Япония - 2,99 %, США - 2,7 %, страны ЕС - 1,95 %).

В стратегии финансирования НИОКР и ОТР все больше уделяется внимания к социальным проблемам. Характерной чертой современных инновационных процессов является возрастание роли фондового рынка как инструмента инновационного инвестирования. Появление на фондовых рынках акций, связанных с новыми технологиями, расширило диапазон поиска критериев эффективности инвестирования и вместе с тем изменило экономическое содержание конкуренции.

В современных условиях интенсификации научно-технологического развития основной движущей силой конкуренции становится скорость реализации инноваций. Для ускорения инновационных процессов корпорации вынуждены увеличивать масштабы инвестиций, что, в свою очередь, снижает доходность их акций. Такая корреляция между динамикой инновационного развития фирм и стоимостью акций требует от фондового рынка учета долгосрочных коммерческих перспектив. Нередко стоило компаниям лишь заявить о новых дорогостоящих научных проектах, результаты которых будут известны в весьма отдаленном будущем, как фондовый рынок тут же реагировал на эту информацию, и курсы акций этих компаний за считанные дни вырастали в несколько раз, по этой причине, роль фондового рынка как механизма учета долгосрочных перспектив циклически меняется, понижаясь либо повышаясь. Несмотря на то что рынок ценных акций до сих пор остается сферой торговли рисками и ожиданиями, при разработке долгосрочной стратегии инвестор, как правило, учитывает связь между результатами деятельности и курсом акций фирмы как показателя, выявляющего убыточность или рентабельность фирмы в перспективе. В промышленно развитых странах рынок ценных бумаг дает основную часть всех финансовых инвестиций, которые значительно превосходят реальные инвестиции - в основной и оборотный капитал, землю и недвижимость. Более того, оборот ценных бумаг является существенным источником повышения общего уровня доходов все расширяющегося круга акционеров. Поэтому привлекательность данного вида инвестиций способствует расширению фондовых рынков.

Развитие инновационной деятельности определяется формированием инновационной инфраструктуры: инновационных бизнес-инкубаторов, инновационных центров (в том числе, центров трансфера технологий), технопарков и технополисов.

Формирование государственного сектора науки раньше других стран начало происходить в США, где первой и наиболее простой организационной формой НИОКР и ОТР стали государственные лаборатории, финансирование которых осуществлялось по институциональному принципу, а управление возлагалось на администрацию государственных ведомств.

Большое значение для государственного научного сектора сыграла разработка и широкое распространение программно-целевых методов организации науки. Включение государственных лабораторий в число соисполнителей многоотраслевых общенациональных и ведомственных программ дало возможность в ряде случаев ликвидировать мелкотемье научных работ, теснее увязать основные направления и планы исследований лабораторий с приоритетами, провозглашенными в качестве первоочередных для американской науки. Однако программно-целевой подход к организации научных исследований несет в себе и

отрицательные черты, влияние которых на эффективность работы государственных лабораторий проявилось достаточно полно с конца XX столетия. Сложившаяся к этому времени практика ежегодного распределения бюджета внутри федерального научного сектора по программам не делала исключения и для фундаментальных наук. Фундаментальные же исследования в силу их долгосрочного характера, неопределенности результатов, потребности в уникальных специалистах и оборудовании нуждаются не только в долгосрочном программировании, но и соответствующем финансировании. Учет этих требований особенно важен для государственных лабораторий. Кроме того, ежегодное распределение федерального научного бюджета дает возможность новой государственной администрации кардинально менять целевые установки в научно-технологической сфере, что негативно отражается на деятельности государственных лабораторий, лишенных уверенности не только в стабильном финансовом обеспечении, но и неизменности стоящих перед ними научных задач. Фрагментарно-латентный характер функций крупных государственных лабораторий, создает инерционность в их функциональном обеспечении, приводит к превышению масштабов лабораторий по сравнению с решаемыми ими задачами. Эта проблема существует и в настоящее время.

За последние годы между ведущими индустриальными странами появились определенные расхождения в подходе к развитию государственного научно-исследовательского сектора. Так, политика администрации США, направленная на активизацию роли частных фирм в сфере НИОКР и ОТР, привела к снижению роли государственного научно-исследовательского сектора при разработке, организации и реализации крупнейших национальных программ НИОКР и ОТР. Сформировавшаяся в США концепция идеальной структуры сферы НИОКР и ОТР предполагает концентрацию фундаментальных исследований в университетах, прикладных исследований - в государственных лабораториях, а технологических разработок - в промышленности.

Почти те же принципы заложены и в научную политику Великобритании, а точнее: сокращение бюджетного финансирования государственного сектора НИОКР и ОТР, продажа части лабораторий частным фирмам. Вместе с тем правительство Великобритании разработало ряд мер, косвенно стимулирующих расширение контрактных взаимоотношений государственных лабораторий и промышленности, что не только восполняет и стабилизирует бюджет лабораторий, но и повышает эффективность проводимых ими исследований за счет практического освоения результатов НИОКР и ОТР. Определенные шаги в этом направлении начала делать и Германия.

Наиболее серьезные меры по реорганизации государственного сектора НИОКР и ОТР в целях повышения его роли в научно-технологическое развитие предприняла Франция. Государственный сектор НИОКР и ОТР Франции достиг наибольших масштабов среди ведущих индустриальных стран: он осваивает более 40 % национальных затрат на науку. Вместе с тем имел место разрыв между результатами исследований и их практическим использованием, что в немалой степени было результатом преимущественно фундаментальной направленности исследований государственных лабораторий, недостаточности их связей с промышленностью. Поэтому Франция в развитии государственного сектора НИОКР и ОТР делает ставку на создание наукоемких производств.

Первостепенная роль в реализации этой политики отводится крупнейшей научно-исследовательской организации Франции, Национальному центру научных исследований (НЦНИ) - Le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), который активно работает над созданием сети представительств во всех регионах страны, основной функцией которых является помощь по заключению контрактов центра преимущественно с малыми и средними фирмами, реклама результатов исследований лабораторий центра. Научные исследования, осуществляемые в университетах, носят преимущественно фундаментальный характер. Таким образом, университеты, активно участвуя в инновационных процессах, формируют, прежде всего, фундаментальную базу научно-технического развития. Этим объясняется значительный уровень расходов на проводимые в них исследования. Однако степень ресурсного обеспечения науки в университетах остается все же более низкой, чем в государственных научных учреждениях и промышленности.

Экономическое значение научных исследований в промышленности заключается в том, что они создают потенциал новых технологических возможностей. Корпорация, ведущая научные исследования, может одной из первых реализовать новые технологии в производстве. Сильное научно-исследовательское подразделение фирмы может обеспечить опережающую коммерциализацию результатов научных исследований или изобретений и таким образом создать основы долгосрочной конкурентоспособности фирмы. Для этого подразделение фирмы должно вести как прикладные, так и фундаментальные исследования (или иметь тесные контакты с научными учреждениями, занимающимися фундаментальной наукой). В то же время, вышеупомянутая, корпорация должна уметь эффективно связывать технологические и рыночные возможности.

Роль корпораций в инновационных процессах индустриально развитых стран определяется двумя основными факторами: масштабами используемых ресурсов и получаемых результатов и экономической ответственностью за создание и коммерческую реализацию достижений научно-технологической деятельности. Доля затрат на НИОКР и ОТР корпораций в общем объеме национальных НИОКР и ОТР для большинства индустриально развитых стран превышает 65 %, а в среднем по странам ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития - Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD - международная межгосударственная организация экономически развитых стран) приближается к 70 %. Лидером в этом отношении являются США - американские корпорации ведут почти в 3 раза больший объем исследований, чем японские, и примерно в такой же мере опережают вместе взятые европейские компании. Высокие темпы развития НИОКР и ОТР в южнокорейских компаниях привело к тому, что по затратам на науку они приближаются к компаниям крупных европейских стран. Среди европейских стран по объемам финансирования корпоративной науки выделяется Швеция.

Масштабы и приоритеты научных исследований в промышленном секторе определяются в первую очередь задачами поддержания конкурентоспособности. Часть исследований в компаниях, прежде всего в аэрокосмической области и в производстве вооружений, поддерживается государством, однако доля государственных инвестиций в целом не является решающей. Наиболее значителен вклад государства в финансирование промышленных НИОКР и ОТР в США и Италии. В Великобритании, Франции и Канаде этот вклад менее весом. Меньше всего получают средств из государственного бюджета на проведение НИОКР и ОТР японские компании. В целом для индустриально развитых стран характерно постепенное уменьшение доли государственных расходов в финансировании промышленных НИОКР и ОТР.

Научные исследования в промышленном секторе отличаются высокой концентрацией ресурсов в небольшом числе крупных корпораций. Например, в США всего 1 % из общего числа компаний, ведущих НИОКР, контролируют около 70 % расходуемых средств (как частных, так и федеральных). Концентрация использования федеральных средств еще выше: 0,5 % компаний получают почти 84 % ассигнований, выделяемых государством на науку промышленному сектору. Это объясняется известными преимуществами крупных корпораций: им по силам дорогостоящие и длительные проекты, связанные с фундаментальными исследованиями; они ведут многоцелевые исследования и могут параллельно осуществлять разработку одного или нескольких альтернативных новшеств, так что коммерческие успехи одних проектов могут компенсировать убытки от провала других. Вместе с тем высокая степень монополизации науки вызывает ряд проблем, главная из которых — снижение конкурентного давления как движущей силы научно-технологического развития. Крупные корпорации часто оказываются неспособными быстро реагировать на изменение рыночных условий и делать ставку на новые технологии. Их приверженность к устоявшимся идеям становится препятствием к использованию инноваций, причем даже тех, которые рождаются в корпоративных научно-исследовательских центрах.

Подобного рода проблемы не свойственны малому бизнесу, для которого характерны высокая мобильность и склонность к риску, что особенно важно при разработке новых технологий. Малый наукоемкий бизнес разросся и укрепился в последние годы. Однако малые фирмы вовсе не вытесняют крупные корпорации, а образуют с ними жизнеспособный симбиоз, в котором крупные корпорации, как правило, выступают в качестве заказчиков и потребителей инновационной продукции малых фирм.

В отраслевой структуре промышленных НИОКР и ОТР происходит постепенный рост удельного веса исследований и разработок, связанных с созданием не продуктов или технологий, а услуг, особенно в сфере информатизации. Так, в США долгое время наиболее масштабные НИОКР и ОТР проводились в аэрокосмической промышленности, автомобилестроении и электротехническом машиностроении. На каждую из этих отраслей приходилось 10–15 % расходов на НИОКР и ОТР. В промышленной инфраструктуре ведущие позиции занимает сфера услуг, где доля расходов на НИОКР и ОТР имеет тенденцию увеличения. Подобная тенденция наблюдается в Японии и странах ЕС.

В глобальном масштабе, последние годы наиболее наукоемкими и, соответственно, быстро развивающимися являются отрасли, представляющие информационный комплекс и фармацевтику, для которых наукоемкость как отношение затрат на НИОКР и ОТР к продажам достигает 15–20 %.

Крупные корпорации оказывают большое влияние на развитие целого ряда научно-технологических направлений. История XX в. показывает, что создание каждого нового товара, формирующего отрасль, как правило, связано с деятельностью той или иной крупной корпорации: автомобили - Ford, нейлон - DuPont, полупроводники - Bell, компьютеры - IBM, программное обеспечение — Microsoft, процессоры - Intel, фармацевтика - Novartis, Pfizer, Merck & Co, Johnson & Johnson, Roche и т.д.

В настоящее время в США работают до 23 % от общего числа ученых, в Китае до 15 %, Японии - 12 %. Затраты в год на одного ученого составляют: в США до 270 тыс. долл. США, Японии - 170 тыс. долл. США, Китае - 90 тыс. долл. США. Доля США в мировом наукоемком экспорте гражданской продукции сегодня превысила 35 %, Японии - 31 %, Германии - 17 %, Китая - 8 %.

Если посмотреть на глобальную матрицу высоких технологий в целом, то в ней можно выделить следующие основные высокотехнологичные зоны: США, страны Европейского союза и страны Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии (включая в первую очередь такие азиатские страны, как Япония, Южная Корея, Китай, Сингапур, Индия). Основными показателями, определяющими положение той или иной зоны, являются доля зоны в стоимости высокотехнологического сектора промышленности и услуг. Согласно методическим рекомендациям ОЭСР, к высокотехнологическому сектору промышленности относятся пять отраслей: авиа- и ракетостроение, фармацевтика (производство медпрепаратов), офисная техника и компьютеры, электротехническое оборудование (радио, телевидение, средства связи), научное приборостроение (медицинское, точное и оптическое). К высокотехнологическому сектору услуг относятся пять отраслей: коммуникации, финансы и страхование, услуги по консультированию бизнеса, образование и здравоохранение.

За последние годы вырастает доля США в продуцировании высокотехнологичной продукции промышленности, такая тенденция инициирована политикой США по выманиванию научно-технического персонала (система грин-карт, международных образовательных и исследовательских грантов, более высокий уровень оплаты труда и мотивации научного персонала) из других стран и принятию ряда законодательных актов, стимулирующих развитие высокотехнологичного и инновационного бизнеса, включая широкое развитие венчурного предпринимательства, которое представляет собой весьма эффективную форму инвестиций. Так, в США в секторе научных исследований занято в 1,5 раза больше специалистов в расчете на 1000 работников, чем в ЕС. Разрыв в развитии высокотехнологичных секторов экономики США и ЕС в денежном выражении составляет около 150 млрд долл. США в год, и он с каждым годом увеличивается. При этом наглядным примером эффективности венчурных инвестиций является следующий факт: по данным Национальной ассоциации венчурного капитала США - венчурные предприятия в США производят 92 % продукции отрасли биотехнологий, около 70 % производства компьютеров, более 36 % программного обеспечения.

Для современной мировой экономики США являются пионером в стимулировании процессов коммерциализации интеллектуальной собственности в государственном секторе. Объем патентования в университетах США увеличивается быстрее, чем общий объем патентов, чем росли расходы университетов на исследования. Количество патентов, полученных университетами и родственными организациями, выросло в 7 раз за последние годы.

Университеты США увеличили свою предрасположенность к патентованию более чем в два раза, та же картина наблюдалась с государственными лабораториями США.

Особенно важными для процесса роста патентования в университетах и государственных лабораториях США были изменения в федеральном законодательстве, направленные на поддержку трансфера технологий в промышленность из финансируемых государством исследовательских организаций. Наиболее известен закон о патентных процедурах для университетов и малого бизнеса, который позволил университетам, некоммерческим структурам и предприятиям малого бизнеса получать права собственности на изобретения, созданные на государственные средства финансирования. Этот закон установил, что в обмен на раскрытие изобретения доходы от любого изобретения должны быть поделены между автором и его организацией. Закон также позволил исследовательским институтам передавать права собственника третьей стороне для дальнейшей разработки. В результате законодательство упростило и ускорило федеральные методы трансфера технологий, позволяя университетам проявить большую гибкость при заключении лицензионных соглашений, поощряя фирмы в желании заключить с ними такие соглашения.

Аналогично закон об инновациях Стивенсона - Видлера, измененный в 1986 г. Федеральным актом по трансферу технологий, уполномочил государственные лаборатории выполнять соглашения по партнерским исследованиям и разработкам с частными фирмами и передавать этим фирмам патенты, полученные в результате такого сотрудничества.

С конца XX столетия стратегия США была направлена на укрепление системы интеллектуальной собственности. США были первой страной, которая распространила патентную защиту на многие новые технологии и процедуры, тесно связанные с фундаментальными исследованиями, в частности в области биотехнологий и генной инженерии. Аналогично США были первыми среди стран, дававших патентную защиту программным разработкам и бизнес-методам на основе интернета, еще одной области, сильно связанной с университетами. При выдаче прав на интеллектуальную собственность США усовершенствовали процедуру защиты владельцев прав, организовав Апелляционный суд со специальной экспертизой по спорам в сфере интеллектуальной собственности.

Таким образом, за последние 30 лет США провели широкий спектр реформ интеллектуальной собственности, направленные на ускоренное развитие сектора высоких технологий и закрепление позиционирования себя в качестве мирового центра технологий и инноваций. Вслед за США многие страны также провели реформы интеллектуальной собственности, модернизировали законы, регулирующие вопросы собственности на результаты исследований в госсекторе, с тем чтобы облегчить их коммерциализацию и создать предпосылки для развития предпринимательства, ориентированного на высокие технологии в сфере производства и услуг.

В рамках применения вышеперечисленного высокотехнологичного опыта ведущих мировых центров технологий и инноваций Инженерная академия Грузии организовала стратегию рефлексивного управления и системного подхода к проблемам инженерной отрасли Грузии.

Инженерная академия Грузии учитывает факт определения мировым сообществом(ООН) главных приоритетных технологии XXI века - информационную и биотехнологию. В рамках вышесказанного можно подчеркнуть, что в недрах академии готовится план коммерциализации проекта по промышленному синтезу стресс белков подкреплённый европейским патентом на сумму 1500 М€. Кроме вышесказанного в Инженерной академии Грузии ведутся исследования по нижеперечисленным направлениям(см. часть перечня тематик инженерной академии):

- О некоторых алгоритмах решения систем нелинейных алгебраических уравнений на вычислительных системах с параллельными процессорами.
- Модели организации крупномасштабных технических систем.
- Исследование поведения одного класса стохастических автоматов в тернарной стационарной случайной среде.
- К вопросу применения узлов Чебышева в квадратурных формулах для сингулярных интегралов с ядром Коши и весовыми функциями Якоби.
- О некоторых квадратурных формулах для сингулярных интегралов с дискретными особенностями.

- Задача оптимального управления для квазилинейных дифференциальных уравнений с краевыми условиями Бицадзе-Самарского.
- Шаблоны для Haskell функций с бесконечными рекурсивными типами аргументов.
- Модели плоских задач оптимального поиска объектов.
- Линейное стохастическое дифференциальное уравнение в банаховом пространстве.
- Линейные центральные сплайновые алгоритмы, их обобщения и применения.
- Суммирование рядов Фурье почти-периодических функций на локально компактных Абелевых группах.
- Алгебра-геометрическая теория динамики процессов.
- Ветвящиеся решения нелинейных дифференциальных уравнений 2-го порядка физики.
- Оптотиристорный цифровой калибратор напряжения.
- Моделирование букмекерских коэффициентов в процессе теннисного матча.
- Интеллектуальный анализ данных в задачах медицинской диагностики.
- Применение теплонасосных установок для завяливания и хранения чая.
- Методика многократного корректирования баз данных в задачах распознавания образов.
- Пространственно-модулированная лазерная эмиссия.
- Оптическая запись информации в гиротропных жидких кристаллах.
- Поляризационно-чувствительные люминесцентные композиции для голографии.
- Оценка водных ресурсов, водопотребления и водообеспеченности территории и населения.
- Физиологические особенности лекарственных ароматических и пряных растений.
- Математическое и компьютерное моделирование электромагнитных переходных процессов в трехфазных управляемых выпрямителях электроснабжения тяговой подстанции.
- Математическое и компьютерное моделирование процессов в полупроводниковых преобразовательных системах электроснабжения тяговой подстанции.
- Повышение коэффициента мощности в тяговых подстанциях в условиях рекуперативного торможения.
- Функциональная схема системы векторного управления исполнительного двигателя электрогидравлического привода судового рулевого устройства.
- Иммитационная модель управления пуска элементов привода электровоза постоянного тока.
- Улучшение коэффициента реактивной мощности технологического комплекса с групповым асинхронным электроприводом.
- Об использовании аномальных режимов работы гидрогенераторов.
- Векторные уравнения вставки постоянного тока на основе сверхпроводящих трансформаторов с вращающимся магнитным полем.
- Математическая модель переходных процессов постоянного тока, с трёхфазным возбуждением ротора.
- математическая модель электромагнитных переходных процессов в зарядном устройстве емкостного накопителя энергии электрофизической установки.
- Социальная экономика - размышления математиков об экологии и её проблемах.

Общеизвестно, что управлять – значит предвидеть. Давно известно, что теория управления сложным объектом или процессом, представляет борьбу с неопределенностью описания этого сложного сопряжения (т.е. объекта или процесса).

Если дано достаточно точное описание сложного объекта или процесса и имеется достаточная исходная информация, тогда нет проблем, и никакая робастность (т.е. способность системы восстанавливаться при возникновении ошибочных ситуаций как внешнего, так и внутреннего происхождения) не требуется. Когда неопределенности много в описании сложного объекта или процесса, тогда требуется робастность управления.

Существует системная закономерность, по которой то, что природе удается преодолевать с легкостью, для техники представляется весьма трудной задачей. Управление сложными системами "автоматизация автоматизации", направленное на автоматизацию работы человека через новые корпоративные программные продукты, становится с каждым разом все

проблематичнее. И вот можно использовать автономную нервную систему (нейроны) – гениальное изобретение природы – в качестве прототипа для компьютерных сетей, способных к адаптации к изменяющимся условиям среды и к самоорганизации.

Биологические науки, сегодня, оказывают значительное влияние на сферу прикладных информационных технологий. Многие процессы в бизнесе могут быть описаны с помощью биологических законов и закономерностей. Например, общеизвестный принцип сложного целого, состоящего из простых элементов, может быть использован для описания функционирования человеческого мозга (в этом случае "простыми" элементами будут нейроны). По сути, миллиарды отдельных деталей функционируют независимо, но составленная ими система удивительно сложна. Простейший пример: если заменить в нашей модели "нейроны" на "муравьев", то в качестве сложного целого получим муравьиную колонию. Заменяя "муравьев" на "онлайн-покупателей и продавцов", получим eBay, а если заменим их на "фондовых биржевиков", то получим нечто похожее на NASDAQ. Таким образом, по-видимому, можно использовать автономную нервную систему в качестве прототипа для сложных компьютерных сетей, способных к адаптации к изменяющимся условиям среды и саморегуляции. Развитие человеческого мозга контролируют молекулы ДНК, описанные данными, эквивалентными 12 млн. байт.

Разработчики "эволюционного программирования" отказались от традиционного программирования, запертого в клетку контрольно-командного стиля, и стали использовать для написания кода симулирование процесса развития одноклеточных организмов в сложные многоклеточные. Для программ этот процесс сравним с естественным отбором, оставляющим только сильнейших или их гибридов, обладающих нужным качеством. Применение "генетического алгоритма" для создания наиболее совершенной модели авиационного двигателя фирмы "Боинг" является примером переноса знаний из биологии в сложную технику.

Краткое рассмотрение самоорганизации сложных систем показывает, что чем меньше взаимозависимы элементы сложной системы, тем проще оптимизировать систему, удалив из нее лишние связи, и тем быстрее система может восстановить общую нормальную деятельность в случае сбоя в одном из элементов. Проще говоря, относительная автономность элементов в сложной системе делает ее более устойчивой. Обеспечение автономности – весьма важная задача не только для корпораций и их бизнеса, но и для других крупных сложноорганизованных структур, например общественных организации каковым является Инженерная академия Грузии. Важно, чтобы относительно несерьезный «сбой» или «повреждение», возникшее в головной организации, не отражалось на работе вспомогательных служб. Как показывают исследования, "клеточное", или сеточное, устройство организации и сообществ наиболее устойчиво даже к серьезным «повреждениям».

Так что Инженерная академия Грузии в состоянии функционировать как в «унитарно-целостном» так и на уровне отдельных ее структурных подразделений с целью решения функциональных академических задач с учетом тесного международного сотрудничества с коллегиальными инженерными академиями.

SUMMARY

GEORGIAN ENGINEERING ACADEMY: FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF ORGANIZATION MANAGEMENT IN RESPECT OF SYSTEM LAWS

Prangishvili A.I.

President of the Georgian Engineering Academy

The scientific activity is the system activation associated with scientific research including fundamental studies with revealing the laws and mechanisms of processes and phenomena, and applied ones studying the possibilities for deriving practical benefit from the knowledge gained. The scientific and technical activities of the Georgian Engineering Academy represent the synergy of scientific, engineering and organizational activities, which, in its turn, implies research, R&D and technological work, including scientific studies and technological developments ending by production and testing of prototypes.

Keywords: Georgian Engineering Academy, engineering activity, fundamental research, new technology.

მიზნების სტრუქტურირება და „შეწონვა“ რეზონის მდგრადი
ბანძითარების ამოცანაში

ფრანგიშვილი ა.ი., ნამიჩიშვილი თ.მ., გასიტაშვილი ზ.ა., ვერულავა დ.ი., კიკნაძე მ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი

რეგიონის მდგრადი განვითარების მიზანთა ოპტიმალური ნაკრებისა და მათი ე.წ. „წონების“ შერჩევის საინფორმაციო ტექნოლოგია, გამომდინარე [1-6] ნაშრომებში მიღებული მნიშვნელოვანი შედეგებიდან, შეიძლება შემდეგ სამ ეტაპს შეიცავდეს.

1. მიზნების სტრუქტურირება. გამოიყოფა მთავარი (გლობალური) მიზანი, რომელიც რეგიონის მდგრადი განვითარების პრობლემაზე მუშაობას განსაზღვრავს. გლობალური მიზანი, რომელსაც ნულოვანი დონე ენიჭება, იმლება (განიცდის დეკომპოზიციას) პირველი დონის მდგენელებად - პირველი დონის მიზნებად. დაშლის არსი ის არის, რომ გარკვეული დონის მიზნის შესრულების უზრუნველყოფა ქვემდებარე დონის ყველა მიზნის შესრულებით ხდება (აღწერის გამჭვირვალობისათვის დასაშლელი მიზნის მდგენელთა რიცხვი არ უნდა აღემატებოდეს ოთხს - ხუთს, რაც ყოველთვის შესაძლებელია დონეთა რაოდენობის გაზრდით). ანალოგიურად ხდება პირველი დონის მიზანთა დაშლა და ასე შემდეგ, ვიდრე არ მიიღება დაუშლადი მიზნები, რომლებსაც ლოკალური (ანუ ელემენტარული) ვუწოდოთ. საქმიანობაში მიზნების იერარქიული სტრუქტურის წარმოდგენა ხორციელდება ხის ტიპის გრაფით, რომლის ფესვია გლობალური მიზანი, ხოლო ფოთლები ლოკალურ მიზნებს შეესაბამება.

2. მიზნების „შეწონვა“. დაეუშვათ, რომ პირველ ეტაპზე განსაზღვრული ლოკალური მიზნების რაოდენობა N -ს უდრის, ხოლო ყოველი მიზნის მიღწევადობის დონე k -ს ტოლია. ასეთ ვითარებაში მრავალმიზნობრივ ალტერნატივებად წოდებულ შესაძლო გადაწყვეტილებათა (ამონახსნების) სივრცე (ე.ი. ლოკალური მიზნების მიღწევადობის დონეთა მნიშვნელობების ნაკრებები) N^k სიდიდეს შეადგენს. ამ უზარმაზარი განზომილების სივრცეში ოპტიმალური ალტერნატივის პირდაპირი გზით არჩევა საჭკოა, რომ შესაძლებელი იყოს. ამიტომ მიზნების დასახვის ეფექტურად წარმართვისათვის, ჯერ ერთი, ლოკალური მიზნების რანჟირებას ახორციელებენ და მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვან მიზნებს ირჩევენ, რითაც N სიდიდე მცირდება, მეორეც და, ამცირებენ მიღწევადობის დონეთა k რიცხვს გონივრულად მინიმალურ ზღვრამდე (მაგალითად, მნიშვნელობამდე).

მიზნების რანჟირებისათვის ყოველი მათგანი ფასდება რიცხვითი სიდიდით - მიზნის ე.წ. წონით. წონების განსაზღვრის პროცედურას, რომელიც გარკვეული სფეროს ექსპერტების მონაწილეობით ხორციელდება, მიზნების „შეწონვა“ ეწოდება.

მიზნების „შეწონვის“ უნივერსალური მეთოდი, რომელსაც ასევე იერარქიათა ანალიზის ანუ თომას საატის [1] მეთოდი ეწოდება, თანამიმდევრობით გამოიყენება ორთარუსიანი ფრაგმენტების მიმართ მიზნების ხეზე, რომელიც შეიცავს ფესვის წვეროს და მისადმი დაქვემდებარებულ კვანძებს - ფოთლებს, რომლებიც განლაგებულია მიმართულებით ზემოდან ქვევით. საწყის ფრაგმენტში, რომლის ფესვის წვერო შეესაბამება გლობალურ მიზანს მოცემული წონით, ექსპერტი წვეილ-წვეილად ადარებს ყველა დაქვემდებარებულ ქსელს (ქვედა იარუსების ყველა წვეროს) განსაკუთრებული სკალის საფუძველზე, რომელიც ასახავს მიზნების მოწესრიგებული წვეილის შედარებით მნიშვნელოვნობას ხარისხობრივ და რაოდენობრივ გამოსახულებაში. შედარების შედეგად ხდება წრფივ განტოლებათა სისტემის შედგენა, რომლის ამოხსნა დაქვემდებარებული მიზნების დასადგენ წონებს იძლევა. შემდეგ მიზნების ხის საწყისი ფრაგმენტის ყოველი დაქვემდებარებული მიზნის გაიგივება ხდება ქვედა ფრაგმენტის ფესვის წვეროსთან (კვანძთან) და პროცედურა მეორდება სისტემის ლოკალური მიზნების წონათა გამოთვლამდე.

თუ მიზნების სტრუქტურა განისაზღვრება ზედა დონის მიზნების დაშლით ქვედა დონის მიზნების სიმრავლედ, მაშინ შეიძლება «შეწონვის» არსებითად უფრო მარტივი ემპირიული ხერხის გამოყენება.

ფრაგმენტის ყოველი i -ური ($i=1, \dots, n$) დაქვემდებარებული მიზნისათვის ექსპერტი უშუალოდ იძლევა მის „წილობრივ d_i კოეფიციენტს“, ისეთს, რომ w_i ხოლო მიზ-

ნის წონა განისაზღვრება $w_i = d_i \cdot w_k$ ნამრავლით, სადაც ფრაგმენტის ფესვის წვეროს წონაა.

ასეთი ხერხის დასაბუთებისას, რომელსაც წილობრივი კოეფიციენტების მეთოდს უწოდებენ, მისი ავტორები [3] ეყრდნობიან იმ ფაქტს, რომ ექსპერტისათვის უფრო ადვილია და ბუნებრივიც ერთბაშად შეაფასოს ფრაგმენტის ფესვური მიზნის მდგენელის (შესაკრების) წილი, ვიდრე იანგარიშოს მდგენელების შედარებითი მნიშვნელოვნობა, ე.ი. შეაფასოს მათი წყვილები (მდგენელების რაოდენობა ერთი რიგით ნაკლებია ამ მდგენელთა წყვილების რიცხვზე). გარდა ამისა არ წარმოიქმნება იმ გამოთვლითი პროცედურების აუცილებლობა, რომლებიც დამახასიათებელია საატის მეთოდისათვის, თუმცა ეს ძალიან უმნიშვნელო უპირატესობაა.

ამიტომ ქვემოთ მიზნების „შეწონვის“ მხოლოდ პირველი მეთოდი იქნება გამოყენებული.

3. ლოკალური მიზნების რაოდენობის მინიმიზაცია. რეგიონის მდგრადი განვითარების დასახვისას ყველაზე მნიშვნელოვანი ლოკალური მიზნების არჩევა სორციელდება განსაკუთრებით უმნიშვნელოთა ამოღებით იმ ლოკალური მიზნების სიმრავლიდან, რომლებიც განისაზღვრა პირველ ეტაპზე და „შეიწონა“ მეორე ეტაპზე.

ლოკალური მიზნების რაოდენობის მინიმიზაციისას საჭიროა ერთდროულად რამდენიმე პირობის შესრულება:

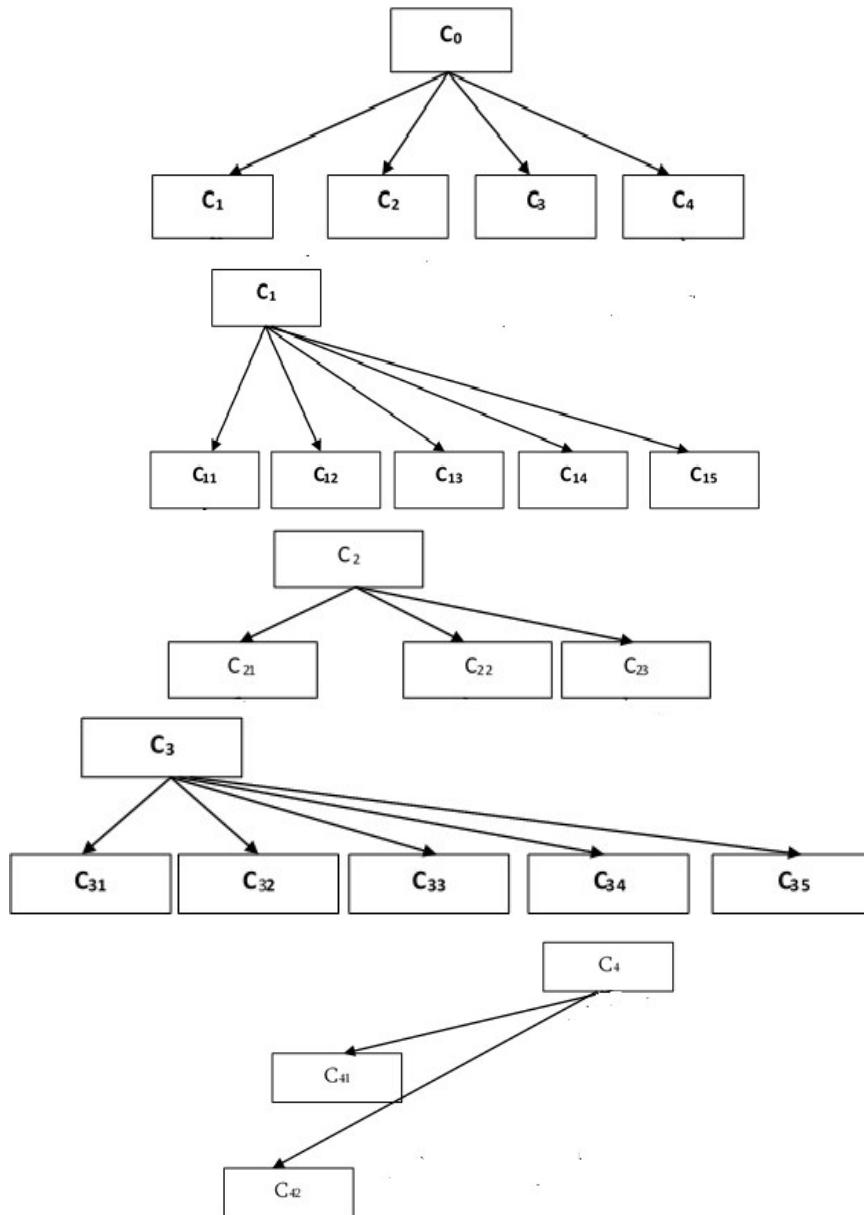
- აუცილებელია ლოკალური მიზნების ურთიერთგავლენის გათვალისწინება, რომელიც ასახულია მატრიცით - კოგნიტური რუკით [2, 3];
- ამოსაღები მიზნების მიღწევადობის ჯამური ხარისხი, რომელსაც რიცხვითი გამოსახულება აქვს და კოგნიტური რუკის საშუალებით განისაზღვრება, არ უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ ზღურბლს - გარკვეულ მნიშვნელობას;
- ამოსაღები ლოკალური მიზნების რაოდენობა უნდა იყოს მაქსიმალური.

მიზნების სტრუქტურირება რეგიონის მდგრადი განვითარების დაგეგმვისას.

ნახაზზე ნაჩვენებია რეგიონის მდგრადი განვითარების გეგმის განმსაზღვრელი მიზნების ხის ძალიან გამარტივებული მაგალითი. მიზნები აღნიშნულია ასოთი, რომელსაც აქვს ქვედა ინდექსი ციფრების ნაკრების სახით. თუ მიზნის დაშლა მდგენელებად ხდება, ეს უკანასკნელები $c_{i,1}, c_{i,2}, \dots$ სახით აღინიშნება. გლობალური მიზანი (ხის ფესვი) აღინიშნება c_0 სიმბოლოთი, მაგრამ ამ ფესვის ინციდენტური წვეროების ინდექსში ნული არ იწერება. განვსაზღვროთ მიზნების აღნიშვნათა შინაარსი (ცხრ.1).

ცხრილი 1. მიზნების აღნიშვნათა შინაარსი

აღნიშვნა	შინაარსი
c_0	რეგიონის მდგრადი განვითარება
c_1	სოციალური ინდიკატორების შერჩევა
c_2	ეკონომიკური ინდიკატორების შერჩევა
c_3	ეკოლოგიური ინდიკატორების შერჩევა
c_4	ორგანიზაციული ინდექსების შერჩევა
$c_{1,1}$	სიღარიბესთან ბრძოლა
$c_{1,2}$	დემოგრაფიული დინამიკის გაუმჯობესება
$c_{1,3}$	რეგიონული კადრების მომზადებისთვის ხელშეწყობა
$c_{1,4}$	მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვა
$c_{1,5}$	მოსახლეობის დასაქმება
$c_{2,1}$	ტრადიციული ეკონომიკის განვითარება
$c_{2,2}$	მოთხოვნის ხასიათის ცვლილება
$c_{2,3}$	ფინანსური მექანიზმების სრულყოფა
$c_{3,1}$	წყლის რესურსების გამოყენების მოწესრიგება
$c_{3,2}$	სახმელეთო რესურსების გამოყენების გაფართოება
$c_{3,3}$	სხვა ბუნებრივი რესურსების მოხმარების რაციონალიზაცია
$c_{3,4}$	ატმოსფეროს მდგომარეობაზე მონიტორინგის გაფართოება
$c_{3,5}$	ნარჩენების უტილიზაციის სრულყოფა
$c_{4,1}$	გადაწყვეტილებათა მიღების სტრატეგიის დამუშავება
$c_{4,2}$	ინფორმაციული ბაზის შექმნა რეგიონის მოსახლეობის ნაციონალური ტრადიციების შესახებ



მიზნების შეკვეცილი ხე

გამოყოფთ ხეზე (მისი შემოვლისას ზემოდან ქვევით) ორდონიანი ფრაგმენტები, რომლებიც შედგება „მშობლის“ წვეროსგან და მისი ინციდენტური წვეროების — „შთამომავლების“ — ერთობლიობისაგან. ფრაგმენტს, რომელშიც „მშობელია“ ხის „ფესვური“ წვერო, ენიჭება ნულოვანი რანგი. ამ ფრაგმენტის ქვედა დონის წვეროები „მშობლებია“ პირველი რანგის ფრაგმენტებისათვის და ა.შ.

ნახაზის მაგალითში ნულოვანი რანგი წარმოდგენილია $\{c_0, c_1, c_2, c_3, c_4\}$ ფრაგმენტით, მიზნების პირველი რანგი — $\{c_1, c_{1.1}, c_{1.2}, c_{1.3}, c_{1.4}, c_{1.5}\}$, $\{c_2, c_{2.1}, c_{2.2}, c_{2.3}\}$, $\{c_3, c_{3.1}, c_{3.2}, c_{3.3}, c_{3.4}, c_{3.5}\}$ და $\{c_4, c_{4.1}, c_{4.2}\}$ ფრაგმენტებით, ხოლო მეორე და მომდევნო რანგის ფრაგმენტები, შეკვეცილი მოცემულობის შესაბამისად, არ არსებობს.

3. მიზნების „შეწონვა“

განვიხილოთ მიზნების ხის „შეწონვის“ მეთოდი წყვილ-წყვილად შედარებათა საფუძველზე. მიზნების შედარებითი მნიშვნელოვნობა ფასდება ბალების b_{ij} რიცხვით ექსპერტებთან შეთანხმებული სკალით, რომელიც ასახულია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2. მიზნების შედარებითი მნიშვნელოვნობა

სიტყვიერი (ვერბალური) მნიშვნელობა	რიცხვითი (ბალობრივი) მნიშვნელობა
c_i და c_j მიზნების ერთნაირი მნიშვნელოვნობა	1
c_i -ის მნიშვნელოვნობის c_j -ის მნიშვნელოვნობაზე გარკვეული (სუსტი) ჭარბობა	3
c_i -ის მნიშვნელოვნობის c_j -ის მნიშვნელოვნობაზე არსებითი (ძლიერი) ჭარბობა	5
c_i -ის მნიშვნელოვნობის c_j -ის მნიშვნელოვნობაზე ცხადი (ძალიან ძლიერი) ჭარბობა	7
c_i -ის მნიშვნელოვნობის c_j -ის მნიშვნელოვნობაზე აბსოლუტური ჭარბობა	9
შუალედური მნიშვნელობები სკალის მეზობელ მნიშვნელობებს შორის	2, 4, 6, 8

მიზნების ხის ყოველი ფრაგმენტისთვის, ნულოვანი რანგიდან დაწყებული, აიგება კვადრატული მატრიცა.

R მატრიცის სტრიქონები (სვეტები) შეესაბამება ხის ფრაგმენტის წვეროებს - „მემკვიდრეებს“. განაპირა მარცხენა სვეტის ზედა უჯრედში იწერება ფრაგმენტის მშობელი წვეროს მოცემული წონა (ხის ფესვისათვის - გლობალური მიზნისათვის - წონა). სტრიქონისა და c_j სვეტის გადაკვეთაზე უთითებენ r_{ij} ელემენტის მნიშვნელობას, რომელიც არის:

- 1, თუ $c_i = c_j$;
- ბალების b_{ij} რიცხვი შედარებითი მნიშვნელოვნობის სკალით (იხ. ზემოთ), როცა უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე c_j ;
- $1/b_{ij}$, თუ c_i ნაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე c_j

დაუშვათ, რომ **R** მატრიცის სტრიქონები (სვეტები) შეესაბამება მიზნებს, რომლებიც ფასდება საძიებელი W_1, W_2, \dots, W_p წონებით, ხოლო მშობლის წვეროს მოცემული W_q წონა აქვს. ამასთან ერთად სამართლიანია შემდეგი პირობა:

$$W_q = \sum_{i=1}^p W_i \tag{1}$$

საძიებელი W_1, W_2, \dots, W_p წონები წრფივ ალგებრულ განტოლებათა შემდეგი სისტემის ამონახსნებია:

$$\left\{ \begin{array}{l} W_1 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p r_{1,j} W_j \\ W_2 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p r_{2,j} W_j \\ \dots \dots \dots \\ W_{p-1} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p r_{p-1,j} W_j \\ W_p = W_q - \sum_{i=1}^{p-1} W_i \end{array} \right. \tag{2}$$

ნულოვანი რანგის $\{c_0, c_1, c_2, c_3, c_4\}$ ფრაგმენტისთვის ნახაზის მაგალითში მატრიცა ასახულია ცხრ. 3-ში.

ცხრილი 3. წყვილ-წყვილად შედარებათა მატრიცა ნულოვანი რანგის ფრაგმენტისათვის $\{c_0, c_1, c_2, c_3, c_4\}$

$W_q \equiv W_0 = 1$	C_1	C_2	C_3	C_4	მიზნის წონა
C_1	1	3	3	3	$W_1 = 0,50$
C_2	1/3	1	3	3	$W_2 = 0,28$
C_3	1/3	1/3	1	3	$W_3 = 0,15$
C_4	1/3	1/3	1/3	1	$W_4 = 0,07$

წრფივ აღგებრულ განტოლებათა ზემოთ მოტანილი მე-(2) სისტემა სახისაა და $W_1 = 0,5$, $W_2 = 0,277778 \approx 0,28$, $W_3 = 0,154321 \approx 0,15$, $W_4 = 0,067901 \approx 0,07$ ამონახსნს იძლევა, როგორც ეს ცხრ. 3-ის მარჯვენა სვეტშია ასახული.

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= \frac{1}{4}(W_1 + 3W_2 + 3W_3 + 3W_4) \\ W_2 &= \frac{1}{4}\left(\frac{1}{3}W_1 + W_2 + 3W_3 + 3W_4\right) \\ W_3 &= \frac{1}{4}\left(\frac{1}{3}W_1 + \frac{1}{3}W_2 + W_3 + 3W_4\right) \\ W_4 &= 1 - W_1 - W_2 - W_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

მომდევნო პირველი რანგის ერთ-ერთი $\{c_1, c_{1.1}, c_{1.2}, c_{1.3}, c_{1.4}, c_{1.5}\}$ ფრაგმენტისთვის მატრიცა ასახულია ცხრ. 4-ში.

ცხრილი 4. წყვილ-წყვილად შედარებათა მატრიცა პირველი რანგის ფრაგმენტისათვის $\{c_1, c_{1.1}, c_{1.2}, c_{1.3}, c_{1.4}, c_{1.5}\}$

$W_q \equiv W_1 = 0,5$	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	$C_{1.3}$	$C_{1.4}$	$C_{1.5}$	მიზნის წონა
$C_{1.1}$	1	3	3	3	3	$W_{1.1}=0,21$
$C_{1.2}$	1/3	1	3	3	1/3	$W_{1.2}=0,05$
$C_{1.3}$	1/3	1/3	1	3	1/2	$W_{1.3}=0,05$
$C_{1.4}$	1/3	1/3	1/3	1	1,3	$W_{1.4}=0,13$
$C_{1.5}$	1/3	3	2	1/3	1	$W_{1.5}=0,06$

წრფივ აღგებრულ განტოლებათა მე-(2) სისტემას ამჯერად უკვე ასეთი სახე აქვს:

$$\left. \begin{aligned} W_{1.1} &= \frac{1}{5}(W_{1.1} + 3W_{1.2} + 3W_{1.3} + 3W_{1.4} + 3W_{1.5}) \\ W_{1.2} &= \frac{1}{5}\left(\frac{1}{3}W_{1.1} + W_{1.2} + W_{1.3} + \frac{1}{3}W_{1.4} + \frac{1}{3}W_{1.5}\right) \\ W_{1.3} &= \frac{1}{5}\left(\frac{1}{3}W_{1.1} + W_{1.2} + W_{1.3} + \frac{1}{2}W_{1.4} + \frac{1}{2}W_{1.5}\right) \\ W_{1.4} &= \frac{1}{5}\left(\frac{1}{3}W_{1.1} + 3W_{1.2} + 2W_{1.3} + W_{1.4} + 3W_{1.5}\right) \\ W_{1.5} &= 0,5 - W_{1.1} - W_{1.2} - W_{1.3} - W_{1.4} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

საიდანაც $W_{1.1} = 0,214286 \approx 0,21$, $W_{1.2} = 0,046584 \approx 0,05$, $W_{1.3} = 0,052795 \approx 0,05$, $W_{1.4} = 0,125111 \approx 0,13$, $W_{1.5} = 0,061224 \approx 0,06$, როგორც ეს ცხრ. 4-ის მარჯვენა სვეტშია ასახული.

ანალოგიურად განისაზღვრება წვეროთა წონები მიზანთა ხის ყველა დანარჩენი ფრაგმენტისთვის. სათანადო წრფის ალგებრულ განტოლებათა მე-(2) სისტემის ამოსახსნელად შეიძლება, მაგალითად, Wolfram Research კომპანიის კომპიუტერული ალგებრის „Wolfram Mathematica 10.4.1.“ სისტემის გამოყენება [7].

ლოკალური მიზნების მინიმიზაცია

რეგიონის მდგრადი განვითარების დაგეგმვისას ლოკალური მიზნების შესამცირებლად აიგება ცხრილი - კოგნიტური რუკა, რომელიც ლოკალური მიზნების ურთიერთგავლენას წარმოაჩენს. საზოგადოდ კოგნიტური რუკა არის ნაცნობი სივრცითი გარემოცვის სახე ზოგადობის სხვადასხვა ხარისხით და ეს ტერმინი შემოღებულია 1948 წელს ცნობილი ამერიკელი ფსიქოლოგის ედვარდ ჩეის ტოლმენის (ინგლ. Edward Chace Tolman, 1886-1959) მიერ.

ამ კოგნიტური რუკის სტრიქონები და სვეტები შეესაბამება ლოკალურ მიზნებს, მარცხნივ სტრიქონის წინ დასმულია c_i მიზნის აღნიშვნა, ხოლო მარჯვნივ სტრიქონის შემდეგ - მისი W_i წონა.

c_i სტრიქონისა და c_j ($i, j = 1, \dots, N$) სვეტის გადაკვეთაზე ჩაიწერება $+\alpha_{ij}$ საექსპერტო შეფასება, თუ c_i მიზნის მიღწევა აძლიერებს (ხელს უწყობს) c_j მიზნის მიღწევას, და $-\alpha_{ij}$ შეფასება, თუ, პირიქით, ასუსტებს.

ასეთ α_{ij} ($0 \leq \alpha_{ij} \leq 1$) საექსპერტო შეფასებას, რომელიც ასახავს c_i მიზნის ზემოქმედების ძალას c_j მიზანზე რეგიონის მდგრადი განვითარების დაგეგმვისას, შეიძლება მეხუთე ცხრილით მოცემული ფორმა გააჩნდეს.

პრაქტიკაში α_{ij} შეფასება შეიძლება არ ემთხვეოდეს წერტილებს ამ ცხრილის სკალაზე და იმყოფებოდეს მათ შორის. მაგალითად, c_i მიზნის ზემოქმედების ძალა c_j მიზანზე, როცა ეს ძალა შეფასებულია 0,2; 0,4; 0,6 ან 0,8 რიცხვებით წარმოადგენს შუალედურ მნიშვნელობას სათანადო სიტყვიერ („ძალიან სუსტ“ და „სუსტ“, „სუსტ“ და „საშუალო“, „საშუალო“ და „ძლიერ“, „ძლიერ“, და „აბსოლუტურ“) შეფასებებს შორის. თუ მიზნები გავლენას არ ახდენს ერთმანეთზე ($\alpha_{ij} = 0$) ან მათი თანამოქმედების ხასიათი უცნობია, მაშინ ცხრილის (c_i, c_j) უჯრედი ცარიელი რჩება.

ცხრილი 5. c_i და c_j მიზნების ურთიერთგავლენის შეფასების სიტყვიერი და რიცხვითი სკალა

c_i და c_j მიზნების ურთიერთგავლენის შეფასების სიტყვიერი (გერბალური) სკალა	c_i და c_j მიზნების ურთიერთგავლენის შეფასების რიცხვითი სკალა: α_{ij} ($0 \leq \alpha_{ij} \leq 1$)
გავლენის არარსებობა	0
ძალიან სუსტი გავლენა	0,1
სუსტი გავლენა	0,3
საშუალო გავლენა	0,5
ძლიერი გავლენა	0,7
აბსოლუტური გავლენა	1,0

მიზნების ურთიერთგავლენის კოგნიტურ რუკაზე შემოაქვთ რაოდენობრივი მახასიათებლები - გლობალური (c_0) და ლოკალური (c_j) მიზნების მიღწევადობის (ინგლ. reachability) ხარისხები:

$$J(c_0) = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N \alpha_{ij} \cdot W_i, \tag{5}$$

$$J(c_j) = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_{ij} \cdot W_i}{J(c_0)} = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_{ij} \cdot W_i}{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N \alpha_{ij} \cdot W_i}. \tag{6}$$

ყველა ლოკალური მიზნის სიმრავლე აღვნიშნოთ C სიმბოლოთი, ამოსაღები მიზნების ქვესიმრავლე - C^* -თი, ხოლო მისი სიმძლავრე - $|C^*|$ ნიშნით. მიზნების ქვესიმრავლის მიღწევადობის ხარისხი ამ მიზნების ურთიერთგავლენის გათვალისწინებით განისაზღვრება შემდეგი თანაფარდობით:

$$J(C^*) = J(c_{j1}) + \dots + J(c_{jk}) \quad (7)$$

$J(C^*)$ სიდიდის მაქსიმალური დასაშვები მნიშვნელობა აღვნიშნოთ ასოთი. მაშინ ლოკალური მიზნების მინიმიზაციის ამოცანა შეიძლება ასეთნაირად ჩამოყალიბდეს: განისაზღვროს ისეთი C^* და C , რომ ერთდროულად სრულდებოდეს შემდეგი პირობები:

$$\left. \begin{array}{l} J(C^*) \leq \Delta \\ |C^*| = \max \end{array} \right\} \quad (8)$$

ასეთი ტიპის ამოცანების გადასატრედად კი მრავალი ეფექტური ალგორითმია ცნობილი.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდისა და უკრაინის სამეცნიერო ტექნოლოგიური ცენტრის ერთობლივი მიზნობრივი კვლევებისა და განვითარების პროგრამის ფინანსური მხარდაჭერით (გრანტი MTCU/64/4-141/14 და გრანტი 6076).

ლიტერატურა

1. Thomas L. Saaty. Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.- New York : McGraw-Hill, 1980, 287 pages.
2. Fred Stephen Roberts Discrete mathematical models: with applications to social, biological, and environmental problems. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1976, 559 pages.
3. Семён А. Юдицкий, Павел Н. Владиславлев. Основы предпроектного анализа организационных систем. -М.: Финансы и статистика, 2005, 144 с.
4. Олег И. Ларичев. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в Волшебных Странах.-М.: Логос, 2000, 296 с.
5. Oleg I. Larichev and Helen M. Moshkovich. Verbal Decision Analysis for Unstructured Problems. -Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1997, 260 pages.
6. Lotfi Aliasker Zadeh The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. // Information Sciences, 1975: Part I, Volume 8, Issue 3, Pages 199-249; Part II, Volume 8, Issue 4. Pages 301-357; Part III, Volume 9, Issue 1, Pages 43-80.
7. Stephen Wolfram. An Elementary Introduction to the Wolfram Language. Wolfram Media, Inc., 2015, 324 pages.

SUMMARY

STRUCTURING AND «WEIGHING» OF THE GOALS IN THE TASK OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION

Prangishvili A.I., Namicheishvili N.O., Gasitashvili Z.A., Verulava D.Y. and Kiknadze M.G.

Georgian Technical University

A significant step in the establishment, development and realization of the organizational system is a pre-design analysis and modeling. The development of modern, large-scale and complex systems revived interest in the techniques of their modeling, including the development and analysis of the system model. We can formulate a set of goals and factors based on the analysis of complex organizational systems. Usually, these goals are structured, i.e. consist of sub-goals, these sub-goals may include other sub-goals, etc. As a result, we get a list of atomic goals. The number of sub-goals may be very large. Also we must underline that particular elements of these atomic goals do not have an equal impact on the main goal. The selection of an optimal set of system goals and information technology for system operation includes several stages. The objective of the paper is to develop the theory and methodology of economic-mathematical modeling based on a cognitive approach to the research methodology and decision-making for sustainable development of regional socio-economic systems. The present study considers the possibility of applying the cognitive analysis to the solution of the following tasks: minimization of the local goals based on the mathematical model; selection of more important goals among the obtained local goals; expert estimation of goals interrelation and establishment of goals weights for the developed model; minimization of the local goals based on the mathematical model; construction of the model of the region sustainable development based on the cognitive modeling methodology.

Keywords: local goals, weights of goals, expert estimation, tree of goal, structurization of system goals, indicators of sustainable development.

КОМПЕНСАЦИЯ ИСКАЖЕНИЙ СИГНАЛОВ В ПРОСТОЙ ВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЕ

Морозов В.П., Бабаян Р.Р.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва

Введение

В данной работе термин «воспроизведение» употребляется в связи с понятием воспроизводящей системы, как оно было определено в работах Я.З. Цыпкина и В.Г. Васильева [1]. Под такой системой подразумевалось устройство с любым принципом действия, назначение которого – преобразовать поступающий на его вход сигнал в выходной сигнал при заданном соответствии их временных зависимостей. По характеру соответствия между сигналом выхода (воспроизведением) и сигналом входа (воздействием) из множества воспроизводящих систем были выделены системы простого воспроизведения, для которых характер требуемого соответствия между сигналом выхода $U_{\text{вых}}(t)$ и входным воздействием $U_{\text{вх}}(t)$ описывается равенством

$$U_{\text{вых}}(t) = KU_{\text{вх}}(t). \quad (1)$$

Наиболее простым из простых воспроизводящих систем можно считать полностью удовлетворяющий соотношению (1) аналоговый масштабный блок, применяемый в качестве инвертирующего усилителя с фиксированным K – коэффициентом передачи (масштабирования) входного сигнала в уравнении (1). В схеме такого блока (рис. 1) на операционном усилителе (ОУ) с отрицательной обратной связью (ООС) для сопротивлений резисторов на входе $R_{\text{вх}}$ и в цепи ООС – $R_{\text{ос}}$ должно быть выполнено соотношение $R_{\text{ос}} / R_{\text{вх}} = K$ [2].

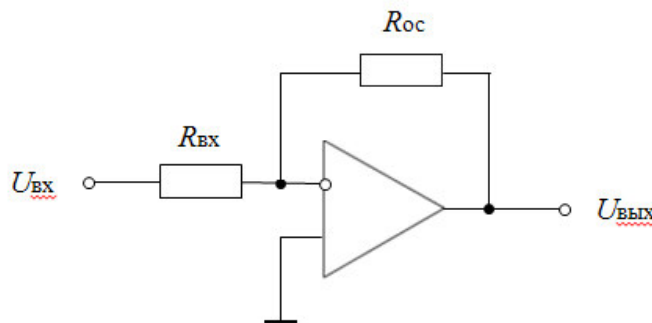


Рис.1. Схема аналогового масштабного блока

Нетрудно проверить, что результат обратного преобразования (в данном случае, деления на K) точного значения выходного сигнала блока рис. 1 должен быть равен входному сигналу. Как было показано в работе [3], реализовать требуемое преобразование позволяет еще один резистивный делитель из резисторов $R_{\text{ос}}$ и $R_{\text{вх}}$, включенных между выходом и входом блока рис. 1, если точка их соединения подключена к входу преобразователя тока в напряжение. Таким преобразователем может служить второй, дополнительный операционный усилитель (ДОУ), охваченный ООС через резистор с сопротивлением $R_{\text{ос}}$, как это показано на рис.2. В случае точного выполнения операции (1) выходной сигнал ДОУ будет равен нулю, поскольку напряжение U полностью скомпенсирует входной сигнал.

Если же выходной сигнал искажен и в какой-то момент времени отличается от точного значения на некоторую величину δU , то-есть равен $U_{\text{вых}} - \delta U$ (рис. 2), то составляющая погрешности будет преобразована так же, как и точное значение выходной величины $U_{\text{вых}}$. В результате на выходе ДОУ будет непрерывно присутствовать напряжение погрешности с обратным знаком относительно его текущего значения на выходе основного ОУ [3].

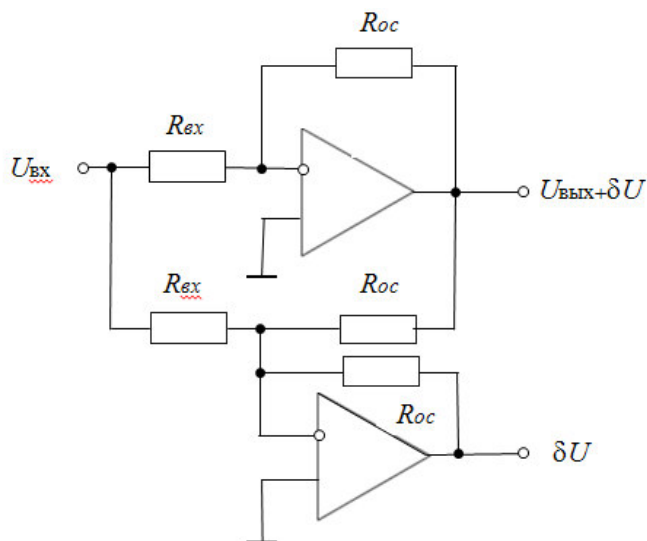


Рис. 2.

Имея в чистом виде мгновенные значения напряжения, соответствующего погрешности, можно попытаться осуществить компенсацию погрешности для повышения точности воспроизведения. Именно это и является целью данной работы.

Принцип компенсации и схема блока

Изложенное в предыдущем разделе позволяет сделать вывод, что для компенсации погрешности воспроизведения достаточно просуммировать имеющиеся в чистом виде выходные напряжение масштабного блока и напряжение погрешности с обратным знаком, то есть реализовать соотношение

$$U_{\text{ВЫХ}} - \delta U + \delta U = U_{\text{ВЫХ}}, \quad (2)$$

соответствующее точному значению выходного сигнала (идеальному воспроизведению).

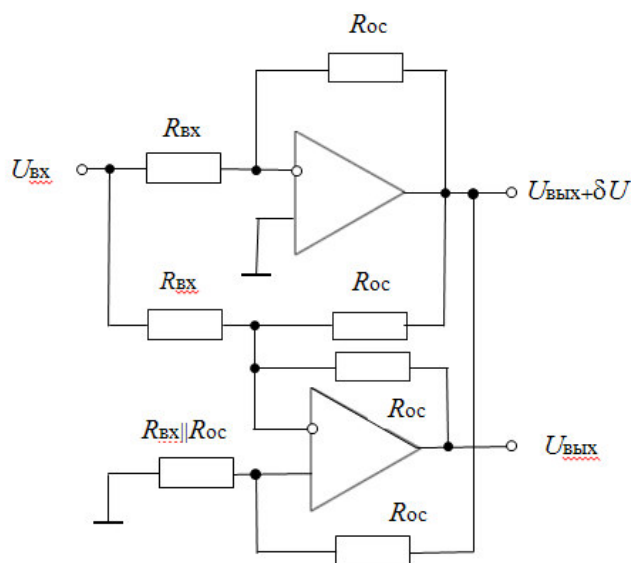


Рис.3.

Операция суммирования двух непрерывных сигналов в базе аналоговых операционных блоков несомненно относится к элементарным. Однако традиционный путь, а именно введение

в схему рис. 2 еще одного, третьего ОУ и сложение сигнальных токов в его суммирующей точке, был бы слишком затратным с аппаратурной точки зрения. Более целесообразно, на наш взгляд, выполнить суммирование на ДОУ. Соответствующая схема показана на рис. 3.

В предлагаемой схеме на выход ДОУ сигнал погрешности δU поступает, как и в схеме рис. 2, поскольку все элементы цепи выделения погрешности оставлены без изменения. Но помимо этого на выход ДОУ проходит также сигнал с его не инвертирующего входа, содержащий погрешность, поступающую на выход с обратным знаком, так что компенсация в принципе возможна. Приняв это в качестве условия, определим величину сопротивления резистора, включенного между неинвертирующим входом ДОУ и общей шиной (землей). При этом не будем принимать во внимание конкретное значение, указанное на рис. 3, поскольку в начале расчета это значение нам еще не известно. Укажем, однако, что сопротивление резистора между выходом основного и неинвертирующим входом ДОУ целесообразно выбрать равным R_{oc} основного ОУ. Поэтому выполним расчет только нижнего сопротивления делителя на неинвертирующем входе ДОУ, обозначив предварительно коэффициент передачи делителя $D < 1$. Запишем уравнение напряжений на входах ДОУ, которые для идеального ОУ равны между собой [4]:

$$\left(\frac{U_{ex}}{R_{ex}} - \frac{KU_{ex}(1-\delta)}{KR_{ex}} - \frac{KU_{ex}}{KR_{ex}} \right) \frac{R_{oc}R_{ex}}{R_{oc} + 2R_{ex}} = DU_{вых}(1-\delta). \quad (3)$$

Здесь слева произведение суммы токов, поступающих в суммирующую точку ДОУ, на эквивалентное сопротивление в этой точке, равное параллельному соединению трех резисторов – двух R_{oc} и R_{ex} . В правой части формулы (3) – напряжение на неинвертирующем входе, обусловленное наличием делителя. После несложных преобразований с учетом $R_{oc} = KR_{ex}$ и $U_{вых} = KU_{ex}$ получим:

$$D = \frac{1}{K + 2}. \quad (4)$$

Если обозначить нижнее, неизвестное пока сопротивление через R_x , то выражение (4) можно раскрыть в виде

$$1 + \frac{R_{oc}}{R_x} = K + 2, \quad (5)$$

откуда и получено значение $R_x = R_{ex} \parallel R_{oc}$, показанное на рис. 3.

Экспериментальная проверка

По методу выделения погрешности воспроизведения сигнала инвертирующим масштабным блоком было проведено сравнение частотных погрешностей схем рис. 1 и рис. 3. В качестве ОУ и ДОУ применялись усилители 140УД17А. Статические параметры этой микросхемы ($\Delta U_{вх} = \pm 75$ мкВ, $I_{вх} = 4$ мкА) соответствуют усилителям высокой точности, но по величине частоты единичного усиления, равной 0,4 МГц, она уступает даже таким устаревшим ОУ как 140УД6. Именно поэтому данная микросхема была выбрана в качестве объекта для эксперимента по компенсации частотной погрешности.

Сравнивались зависимости погрешности воспроизведения синусоидального сигнала от частоты для масштабных блоков с коэффициентом усиления $K = 20$, выполненных по схемам рис. 1 и рис. 3. Были выбраны следующие значения сопротивлений резисторов: $R_{ex} = 5$ кОм, $R_{oc} = 100$ кОм (применялись резисторы С2-29 с допуском $\pm 0,1\%$). Амплитуды сигналов составляли: $U_{ex} = 250$ мВ, $U_{вых} = 5$ В (на нижней частоте). Измеренные значения погрешности представлены в таблице.

Измеренные значения погрешности

Частота, кГц	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4
$\delta U_{сх.}$ Рис. 1	25	50	90	180	380	750	–
$\delta U_{сх.}$ Рис. 3	3	5	8	10	20	50	220

Измерения были завершены на частоте 6,4 кГц, когда в схеме рис.1 возникли значительные нелинейные искажения из-за ограничения скорости нарастания выходного напряжения при воспроизведении сигнала с амплитудой 5 В (напряжение питания составляло ± 12 В. Вполне возможно, что при меньшей амплитуде и номинальном питании частотный диапазон мог быть расширен.

Из полученных данных видно, что применение компенсации искажений предложенным способом приводит к расширению полосы частот, воспроизводимых с погрешностью не более 1% в 16 раз.

Вместе с тем, нельзя не отметить значительное увеличение аппаратных затрат при использовании данного способа. Тем более, что в настоящее время доступны ОУ, обеспечивающие значительно меньшие частотные погрешности на значительно более высоких частотах, чем использовались в эксперименте. Однако данный способ весьма полезен при разработке гибридных микросхем усилителей и аналоговых фильтров, в комплектowaniu которых возможности выбора бескорпусных ОУ с высокими точностными характеристиками довольно ограничены. Кроме того, в гибридных микросхемах довольно остро стоят вопросы экономии мощности, потребляемой активными элементами [5], а экономичные ОУ обладают пониженными частотными свойствами. Важной особенностью предложенного схемного решения можно считать наличие всего двух номиналов сопротивления, что позволит облегчить проектирование гибридной микросхемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В.Г. Об оценке точности воспроизведения воздействий линейными следящими и регистрирующими системами. // Автоматика и телемеханика, 1958, т. 19, №1, сс. 26 - 48.
2. Тетельбаум И.М., Шнейдер Ю.Р. Практика аналогового моделирования динамических систем: Справочное пособие. -М: Энергоиздат, 1987, 384 с.
3. Морозов В.П. Контроль исправности аналоговых операционных блоков. // Датчики и системы, 2003, №8, сс. 35-37.
4. Корис Р., Шмидт-Вальтер Х. Справочник инженера –схемотехника. -М: Техносфера, 2008, 608 с.
5. Бабаян Р.Р., Морозов В.П. Решение краевой задачи о нагреве пластины полупроводника в интегральной микросхеме. //Georgian Engineering News, 2014, No. 4 (vol. 72), pp. 5-7.

SUMMARY

DISTORSION COMPENSATION IN SIMPLE REPRODUCING SYSTEMS

Morozov V. P. and Babayan R.R.

V. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Russia

The circuit of the analog scaling unit with additional amplifier circuitry for distortions extraction and compensation is presented.

Keywords: reproducing system, analog scaler, amplification error, compensation.

МЕХАНИЗМЫ УМНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Бурков В.Н., Буркова И.В., Гаситашвили З.А., Горгидзе И.А., Джавахадзе Г.С.,
Хуцишвили С.А.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва
Грузинский технический университет

Двадцать первый век часто называют веком «умных вещей» (умный дом, умная машина, умные системы и т.д.)

Настало время и «умного управления». Умное управление – это умные руководители плюс умные механизмы. О руководителях поговорим позже. А что такое «умные механизмы»? Умные механизмы обладают рядом свойств, полезных для общества. Дело в том, что механизм – сильнейший воспитатель. Вспомним известное выражение «Бытие определяет сознание». Оно не совсем правильное. Сознание изменить очень трудно. Честно говоря, по уровню сознания современный человек недалеко ушел от первобытных людей. Более правильно говорить «Бытие определяет поведение». Изменить механизмы управления и поведение человека изменится: лживый станет честным, лентяй – трудолюбивым и т.д. Так вот, умные механизмы это такие механизмы, которые изменяют поведение человека в лучшую сторону, то есть воспитывают честность, ответственность, скромность, бережливость, стремление к развитию. Созданием умных механизмов занимается теория активных систем.

Рассмотрим ряд таких механизмов.

Неманипулируемые механизмы или воспитание честности – это механизмы, при которых человеку выгодно быть честным, то есть сообщать достоверную информацию о возможностях, потребностях, целях.

Главный принцип неманипулируемых механизмов (их еще называют механизмами «честной игры») состоит в следующем: решения, принимаемые на основе полученной информации, не должны навредить тем, кто эту информацию сообщает! Простой и понятный принцип, но как часто он нарушается.

Согласованные механизмы или воспитание ответственности – это механизмы, при которых исполнителям выгодно выполнить принятые обязательства и планы, то есть они воспитывают ответственность.

Основной принцип согласованных механизмов: планы должны быть выгодными для исполнителей. Немного истории. В 70-х годах прошлого века в советской экономике главенствовала идеология СОФЭ (система оптимального функционирования экономики). Суть ее в следующем. Разрабатывается оптимальный народно-хозяйственный план. Затем этот план делается выгодным для предприятий на основе так называемых двойственных оценок академика Л.В. Канторовича. Однако оказалось, что интересы предприятий не удалось «уложить» в жесткую структуру двойственных оценок. В последних работах академик Л.В. Канторович признавал ограниченность идеологии двойственности для решения проблемы согласования интересов предприятий с интересами государства. В 80-х годах нами была предложена другая идеология СОСФЭ (система оптимального согласованного функционирования экономики). Было предложено искать оптимальный народнохозяйственный план на множестве согласованных планов, то есть планов, которые предприятиям выгодно выполнять.

Фундаментальный результат в этой области состоит в следующем: при достаточно общих условиях оптимальным механизмом планирования является механизм согласованного планирования. Системы согласованного планирования были внедрены на ряде предприятий Казахстана и Тверской области. По сути дела идеология СОСФЭ уже весьма близка к риску. Действительно, если предприятие получает выгодный для себя план, то этот план оно бы выбрало и в условиях рынка. Можно сказать, что это «информационный рынок» в условиях плановой системы. К концу 80-х годов идеология СОСФЭ была разработана, проверена на практике и готова к массовому внедрению. Но перестройка спутала все карты. Однако, мы считаем. Что еще не поздно вернуться к плановой экономике на основе идеологии согласованного планирования.

Советующие механизмы разрабатывают рекомендации (советы) лицу, принимающему решения (ЛПР). Это могут быть компьютерные экспертные системы, либо группа экспертов. Советующие механизмы бывают двух типов – пассивные советчики и активные советчики.

Пассивные советчики не отвечают за эффективность своего совета (например, прогноз погоды или валютного курса). В случае активных советчиков производится сравнение эффективности рекомендации советчика с решением ЛПР с соответствующим стимулированием.

Рассмотрим пример пассивного советчика. В 80-х годах Институт проблем управления РАН проводил исследования с Академией наук Болгарии по совершенствованию системы управления водными ресурсами. В первую очередь был проанализирован существующий механизм распределения водных ресурсов. Он оказался весьма простым. Все потребители направляли заявки на требуемую потребность в воде. Как правило, воды на всех не хватало, поэтому заявки «урезались» пропорционально величине заявленной потребности. Фактически действовал принцип «больше просишь – больше получаешь», что естественно приводило к тенденции роста заявок (так называемый «искусственный дефицит»). Было ясно, что если не сменить принцип, задачу не решить. Мы взяли за основу противоположный принцип «больше просишь – меньше получаешь» (но не больше, чем просишь). Обоснование принципа довольно простое. Поделив потери потребителя, при полном отсутствии воды на заявку, мы получали удельные потери. Представляется естественным распределять воду пропорционально величине удельных потерь. Но заявка стоит в знаменателе и чем она больше, тем меньше удельные потери! Проблема была решена. Оказалось, что оптимальная стратегия потребителей просить даже меньше, чем требуется. Этот принцип, названный принципом «обратных приоритетов» был внедрен также в радиопромышленности при распределении комплектующих.

Приведем пример активного советчика. В металлургии имеется весьма сложный процесс выплавки стали. Им управляет оператор. Ученые разработали математическую обучающуюся модель процесса (советчик оператора). Сначала это был пассивный советчик. Поскольку советчик обучался, то его первые советы были не очень качественными. С течением времени оператор переставал обращать внимание на рекомендации советчика, хотя он, обучившись, давал уже хорошие рекомендации. Было предложено организовать соревнование между советчиком и оператором. Дело в том, что после завершения процесса выплавки стали, можно было оценить, что было эффективнее – рекомендации советчика или решение оператора. Если решение оператора было более эффективным, он получал премию, если нет, то нет. При внедрении таких активных советчиков ситуация в корне изменилась. Сначала оператор по-прежнему не обращал внимания на рекомендации советчика. Но он стал проигрывать в премии и его поведение изменилось. Он стал прислушиваться к рекомендациям. Следует заметить, что за массовое внедрение таких активных советчиков в черной металлургии коллективу разработчиков была присуждена Государственная премия СССР.

Развивающие механизмы стимулируют развитие (снижение издержек, внедрение инноваций и т.д.).

Сначала рассмотрим противозатратные механизмы, то есть механизмы, стимулирующие снижение издержек. Они предназначены для борьбы с монополистом. Действительно, монополист, пользуясь своим монопольным положением, продает продукцию по максимальной (лимитной) цене, по которой ее еще покупают, производит продукцию с минимальными затратами, получая сверхприбыль. Кратко говоря, лозунг монополиста – «дешево производить, дорого продавать». Для борьбы с монополистом была сделана попытка ограничить рентабельность его продукции (прибыль на единицу затрат). Думали, что он будет снижать цены. На самом деле он стал завышать затраты, так чтобы не выйти за норматив рентабельности. Продавая продукцию по-прежнему по максимальной цене. В этом случае его лозунг «дорого производить и дорого продавать».

Заметим, что в плановой экономике Советского Союза цены определились именно по отраслевым нормативам рентабельности, что и привело к затратной экономике. Проблема стояла так – можно ли предложить механизмы ценообразования и налогообложения, при которых монополисту выгодно «дешево производить и дешево продавать». Также механизмы были разработаны в теории активных систем в конце восьмидесятых годов. Идея состоит в том, что норматив рентабельности был поставлен в зависимость от себестоимости, то есть с уменьшением себестоимости норматив увеличивался, однако, так что цена при этом уменьшалась. По аналогичному принципу устроен и противозатратный механизм налогообложения. Противозатратный механизм налогообложения прошел экспериментальную проверку в двухлетнем эксперименте по новым системам налогообложения в науке, проведенном

Государственным комитетом по науке и технике СССР в девяностом и девяносто первом годах. В эксперименте по противозатратной системе налогообложения приняли участие два института – Институт проблем управления РАН и Московский телевизионный институт. Эксперимент полностью подтвердил теоретические выводы. Институтам было невыгодно брать с заказчика большие деньги, хотя по многим видам продукции они были монополистами. К сожалению, этот уникальный эксперимент был забыт в связи с перестройкой.

Рассмотрим еще один **развивающий механизм**. Речь идет о механизмах оценки деятельности чиновников и руководителей любого уровня, стимулирующих повышение эффективности направлений, за которые они отвечают и в частности инновационное развитие. Сейчас много говорят о необходимости оценки деятельности руководителей и чиновников. Однако, дело фактически не движется. Регулярного отлаженного механизма оценки деятельности, завязанного на материальное и моральное поощрение, нет. Уверены, что без такого механизма решить проблемы повышения эффективности экономики невозможно. При этом материальная мотивация должна быть ощутимой. Если, например, направление, за которое отвечает чиновник, повысило эффективность, что принесло экономике России, скажем, 1 млрд. рублей, то почему бы чиновника не поощрить в размере 50 млн. (или даже более)? Такой механизм оценки деятельности необходим и для борьбы с коррупцией. На правой чаше весов – эффективная работа с высокой платой за эффективность плюс моральное поощрение (герой труда, лучший менеджер, человек года и т.д.). На левой – коррупционный доход минус угроза тюремного срока, конфискации имущества и осуждения общественности. Достаточно сделать так, чтобы правая часть перевесила левую и коррупция будет не выгодна.

В середине 80-х годов предприятиям (организациям) Первомайского района г. Тбилиси была предложена методика премирования. Методика была разработана и внедрена учеными НПО «АЛГОРИТМ» и ИПУ РАН (в рамках научной программы «АККОРД» (автоматизированная комплексная количественная оценка результатов деятельности предприятий) и давала возможность распределения премиального фонда по иерархической структуре управления предприятием, тем самым разрешая системную взаимосвязь качества труда производственных звеньев с мерой их материального стимулирования. И этот эксперимент был забыт в связи перестройкой.

Мы привели только несколько примеров умных механизмов. В теории активных систем их разработано более тридцати с охватом всего управленческого цикла. На базе этих разработок и опыта практического консалтинга Институтом проблем управления РАН и консалтинговой фирмой «РОЭЛ – КОНСАЛТИНГ» разработана уникальная комплексная технология повышения эффективности предприятий и регионов. Она базируется на трех основаниях – программно-целевой подход, проектное управление и комплекс умных механизмов. Программно-целевой подход обеспечивает четкую постановку целей и разработку эффективной программы их достижения. Проектное управление рассматривает программу как проект, управляемый единой командой от концепции до завершения. Наконец, комплекс умных механизмов обеспечивает эффективную реализацию программы. Новые технологии в управлении это как новые лекарства в медицине. Фармацевтические фирмы тратят большие деньги за многолетние клинические испытания новых лекарств. Такие испытания необходимы и для новых технологий в управлении. Они проводились параллельно с созданием технологии, начиная с 90-х годов. Испытание технологии на более чем 150 предприятиях различного масштаба и отраслевой принадлежности убедительно подтвердило ее эффективность. Средний рост выручки составил 1,5–2 раза за 1,5–2 года. Мы говорим о процентах роста ВВП, и здесь 150–200% за 1,5–2 года. Есть о чем задуматься! [1,2]

Возникает закономерный вопрос - почему мало умных механизмов в экономике, почему медленно внедряются инновации в управление? Назовем четыре причины.

Первая – безусловная сложность задачи перевода экономики на инновационный путь развития. Эту сложность хорошо иллюстрирует фраза Виктора Черномырдина «хотели как лучше, а получилось как всегда». Это и понятно. Шутка ли – повернуть такой инерционный корабль как экономика России (Белоруссии, Казахстана, Грузии и т.д.) на новый инновационный путь развития. Это многократно сложнее, чем запустить космический корабль.

Вторая причина – незаинтересованность чиновников и руководителей в внедрении умных механизмов. Это и понятно - внедрение инновации в управление – это хирургическая операция на живом теле организации, причем без наркоза и болеутоляющих. Это

действительно больно и вызывает сопротивление коллектива. Далее, отсутствие эффективной системы оценки деятельности чиновников и руководителей, нацеленной на рост эффективности, также не стимулирует их на внедрение инноваций в управление. Наконец, определенное недоверие к экспертам и консультантам, которые за время перестройки столько насоветовали, что у многих руководителей аллергия на их советы.

Третья причина – проблема совместимости. Она хорошо известна в медицине. Отличное искусственное сердце, а организм его отторгает. Аналогичная картина и в живых организациях. Отличный новый метод управления, хорошо себя показавший на ряде предприятий, а на данном предприятии не приживается, поскольку несовместим с его менталитетом, традициями и т.д.

Наконец, четвертая причина – отсутствие в достаточном количестве специалистов, способных решать задачи внедрения умных механизмов. Это и понятно. Теория активных систем, которая занимается разработкой умных механизмов, читается в считанном числе университетов. У нас хорошо учат, как действовать в существующей системе управления, но практически не учат, как изменять систему управления. Часто приходится читать лекции в университетах. Задаем вопрос студентам: «Кто знает, что такое теория активных систем?» Редко поднимется хотя бы одна рука.

Итак, что делать и с чего начать? Нужны руководители с государственным мышлением, патриоты, способные пойти риск, нужны пилотные проекты. Далее широкое обсуждение результатов на семинарах, в прессе, на телевидении с параллельным обучением специалистов – консультантов. Далее кратное увеличение числа проектов, опять широкое обсуждение и подготовка консультантов и т.д. В общем, нужна государственная программа «Умное управление». Хочется надеяться, что приведенные выше слова Виктора Черномырдина в скором времени будут звучать иначе: «Хотели как лучше! И получилось! Как всегда!»

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. – М.: Либроком, 2009, 264 с.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять организациями. – М.: Синтег, 2004, 400 с.

SUMMARY

INTELLIGENT CONTROL MECHANISMS

Burkov V.N., Burkova I.V., Gasitashvili Z.A., Gorgidze I.A., Javakhadze G.S. and Khutsishvili S.A.

V. Trapeznikov Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Russia

Georgian Technical University

The paper deals with intelligent control mechanisms. Some examples are given. The elaboration of intelligent control mechanisms is based on the active systems theory. For further progress of economy the state program “Intelligent Control” is essential.

Keywords: intelligent control, active systems.

ROBUST DECENTRALIZED INVENTORY CONTROL IN LARGE-SCALE SUPPLY NETWORKS

Lyubchik L. M. and Dorofieiev Yu.I.

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”

Abstract. The problem of decentralized inventory control in large-scale supply chains under uncertain but bounded external demand and transport time-delays and in the presence of asymmetric structural constraints on states and controls is considered. Local inventory controllers use linear dynamic feedback with respect to deviation of the current inventory levels from the chosen safety levels. To suppress the influence of disturbances, modelling external demand, while ensuring robust stability of closed local subsystems, the method of invariant ellipsoids is used, which allowed formulating the problem in terms of linear matrix inequalities, wherein the synthesis of control reduced to a semi-definite programming problem. Stability analysis of inventory control systems for large-scale supply networks with decentralized controllers is performed using the comparison method and vector Lyapunov functions technique.

Keywords: invariant ellipsoids, inventory control, linear matrix inequality, semidefinite programming, comparison method, robust control, supply network, vector Lyapunov function.

Introduction

A supply network is a complex large-scale system consisting of interconnected agents which is engaged in the extraction of raw materials, production, storage, transportation and distribution of products to satisfy consumer demand [1]. Supply network model is usually represented as a directed graph so that its vertices corresponding to the network nodes define the types and volumes of the controllable inventory and its arcs represent controllable and uncontrollable flows in the network. Controllable flows describe the processes of resource reprocessing and redistributing between network nodes and external supply processes for raw materials while uncontrollable flows describe the resource demand formed by external consumers.

Operation of production links associated with supply network nodes and influence of demand from external consumers make typically resource inventory in the network nodes vary over time. Thus there is a need to develop methods for inventory control for supply networks in order to meet external demand and minimize own costs. At that under inventory control strategy is meant the structure of the rules for determining the time of order formation and its sizes to resupply.

From the point of supply network control, it is reasonable to consider volumes of demand on the resources which acts at the network nodes from the external environment as external disturbances. The choice of inventory control model is defined by nature of demand.

Inventory control strategy with the given demand model is usually designed by the Model Predictive Control method [2], application of this approach to the problems of robust inventory control considered in [3,4]. In practice, generally, there is no information in order to select a proper model of external demand needed to predictive control. One of approaches to the solution of the inventory control problem under demand uncertainty is use of the concept of "unknown, but bounded" disturbances [5,6], wherein the corresponding demand model is characterized by the interval uncertainty.

Another source of uncertainty in the inventory control problems is the presence of transport lag caused by delays in restocking regarding the moments of order formation. It is assumed that the values of the duration of processing and transportation resources in the nodes of the network are known. However, during the operation supply network parameters may vary from their nominal values. As a result, there is a need to ensure the robustness of the control system with respect to variations in these parameters.

In the last decade, it has formed a new approach to robust control problem, based on the concept of invariant sets [5], among which especially allocated ellipsoids due to their simple structure and a direct connection with quadratic Lyapunov functions.

The inventory controller design problem need to take into account some constrains of network variables. Thus, as a rule, in control theory frequently considering constrains specified in any norm, while the specifics of inventory control problems is non-negative values of variables, which

characterized by asymmetric constraints on values of states and control actions. In such a case a constrained Predictive Control Method may be used for inventory controller design [7,8].

Most of the procedures for the analysis and synthesis of inventory control systems in recent decades were developed using a centralized approach, where all the information about the current system state is transferred to a single controller, which formed the control actions for all system nodes. However, a centralized approach to the large-scale control system design is characterized by significant computational complexity and the need a centralized system for collecting information. Therefore, to solve the control problems of supply networks perspective is decentralized approach, in which the original control optimization problem is replaced by a set of local problems of smaller dimension that can be solved in parallel and independently of each other. At once, it is necessary to ensure the robust stability of the entire system, taking into account the presence of interconnections.

The problem of robustness in a decentralized control structure was considered in [9, 10]. For the design of stabilizing control algorithms in the form of a static output feedback the authors propose to use the estimate of the upper bound of non-linear terms or interconnections between local subsystems. To get the results that are acceptable from the point of view of computational complexity, the stability conditions are formulated using the technique of Linear Matrix Inequalities (LMI) [11]. However, in this approach, decentralized control is found by solving the optimization problem whose dimension is determined by the dimension of entire system. Also it should be noted that in the works devoted to the problem of suppression of bounded external disturbances, LMI technique is usually applied to suppress disturbances that are limited in some norm. While expanding this approach for asymmetric constraints of the states and control actions is of a great scientific and practical interest.

To reduce the dimension of the problem in the synthesis of decentralized control for large-scale systems the concept of a diagonal or block-diagonal dominance may be used [12]. Though this concept, an approach to decentralized control design based on equivalent subsystems method is proposed [12]. The main advantage of this approach is that the static output feedback, providing robust stability and given performance values, is designed on the level of the individual subsystems, which reduces the dimension of the problem to the dimension of the subsystems. In this case, the estimates of the degree of subsystems stability obtained as a result of the optimization problem solution are considered as constraints on the value of the interconnections between the subsystems. However, this approach does not take into account the structural constraints, as well as external disturbances are not considered.

Thus, the actual problem for large-scale supply network efficiency improvement is robust decentralized inventory control design in the presence of unknown, but bounded external demand and transport delays, taking into account structural constraints on the states and control actions.

Problem statement

Consider the supply network S , consisting of interconnected nodes S_i , $i = \overline{1, N}$, which described by discrete state-space model. As state variables available inventory levels of resources are considered. Control actions are orders volumes for the resources supply, which are formed by nodes in the current period, as well as external disturbances is the demand orders, which act at the network nodes from the outside.

System behavior is determined by the equations describing the change of inventory levels of each node S_i . It is assumed that the supply network structure is known, and the states are available to direct measurement. It is also assumed that the measured values of the local states used only by their local controllers. Transport time-delays are described using the discrete delay model. Values of time-delays that give the duration of transportation and resource reprocessing at the network nodes are supposed to be known and are multiples of the sampling period.

Then each of the supply network nodes is described by a difference equation with delay

$$\mathbf{x}_i(k+1) = \mathbf{x}_i(k) + \sum_{t=0}^{A_i^{\max}} \mathbf{B}_i^t \mathbf{u}_i(k-t) + \mathbf{E}_i \mathbf{w}_i(k), \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

where $k = 0, 1, 2, \dots$ is number of discrete time interval; $\mathbf{x}_i(k) \in \mathbf{R}^{n_i}$ is state vector of node S_i ; $\mathbf{u}_i(k) \in \mathbf{R}^{m_i}$ is control actions vector; $\mathbf{w}_i(k) \in \mathbf{R}^{n_i}$ is external disturbances vector; A_i^{\max} is discrete variable, multiple of the sampling period, that determines the maximum value of the time-delays of controlled flows between the node S_i and the network nodes that are resource suppliers for him; $\mathbf{B}_i^t \in \mathbf{R}^{n_i \times m_i}$, $t = \overline{0, A_i^{\max}}$ are control influence matrices, $\mathbf{E}_i \in \mathbf{R}^{n_i \times n_i}$ is disturbances influence matrix. Obviously, the network structure is determined by the matrices \mathbf{B}_i^t , \mathbf{E}_i , methods of construction which are set out in [13]. The composite vector $\mathbf{x}(k) = [\mathbf{x}_1^T(k), \mathbf{x}_2^T(k), \dots, \mathbf{x}_N^T(k)]^T$, which composed of the individual nodes state vectors, is the state vector of the whole system S and has dimension $n = \sum_{i=1}^N n_i$.

External actions for each node S_i include the external demand generated outside the network, and internal demand generated by nodes for which the node S_i is a resources supplier

$$\mathbf{w}_i(k) = \sum_{j=1, j \neq i}^N \mathbf{\Pi}_{ij} \mathbf{u}_j(k) + \mathbf{\Pi}_i \mathbf{d}(k), \quad (2)$$

where $\mathbf{d}(k) \in \mathbf{R}^q$ is external demand vector; $\mathbf{\Pi}_{ij} \in \mathbf{R}^{n_i \times n_j}$, $i, j = \overline{1, N}$ are technological matrices, which are formed on the basis of the process description being implemented by the supply network, namely, the element value $\mathbf{\Pi}_{ij}(s, t)$ is equal to the amount of resource units $s = \overline{1, n_j}$ of node S_j required to produce one resource unit $t = \overline{1, n_i}$ by node S_j ; $\mathbf{\Pi}_i \in \mathbf{R}^{n_i \times q}$ is external demand influence matrix. Obviously, a matrix completely characterizes the nodes interactions that define the supply network structure and given technological process.

$$\mathbf{\Pi} = \begin{bmatrix} 0 & \mathbf{\Pi}_{12} & \cdots & \mathbf{\Pi}_{1N} \\ \mathbf{\Pi}_{21} & 0 & \cdots & \mathbf{\Pi}_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{\Pi}_{N1} & \mathbf{\Pi}_{N2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

During the system's operation, the following structural constraints should hold

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_i(k) \in X_i &= \left\{ \mathbf{x}_i \in \mathbf{R}^{n_i} : 0 \leq \mathbf{x}_i \leq \mathbf{x}_i^{\max} \right\}, \\ \mathbf{u}_i(k) \in U_i &= \left\{ \mathbf{u}_i \in \mathbf{R}^{m_i} : 0 \leq \mathbf{u}_i \leq \mathbf{u}_i^{\max} \right\}, \end{aligned} \quad (4)$$

where vectors \mathbf{x}_i^{\max} and \mathbf{u}_i^{\max} setting maximal storage capacities of the network nodes and maximal transportation volumes are considered given.

We assume that the vectors of external disturbances satisfy the constraints:

$$\mathbf{d}(k) \in D = \left\{ \mathbf{d} \in \mathbf{R}^q : \mathbf{d}^{\min} \leq \mathbf{d} \leq \mathbf{d}^{\max} \right\}, \quad (5)$$

where vectors \mathbf{d}^{\min} and \mathbf{d}^{\max} give the boundary values of demand and are supposed to be known. Sets of admissible values of the states X_i , controls U_i and demand D are bounded polyhedrons given by intersection of finite number of closed subspaces, i.e. they are compact convex sets, with the coordinate origin being outside their interior: $0 \notin \text{int}(X_i)$, $0 \notin \text{int}(U_i)$, $0 \notin \text{int}(D)$.

For a system consisting of the nodes described by equations (1) and interconnections defined by (2), consider the problem of decentralized inventory robust control design with respect to unknown, but

bounded demand disturbances $\mathbf{d}(k) \in D$ that for any initial state $\mathbf{x}(0)$, where $\mathbf{x}_i(0) \in X_i, i = \overline{1, N}$ provides

- full and timely satisfaction of both external and internal demand;
- minimization of the local quality criteria;
- asymptotic robust stability of the entire interconnected system;
- fulfillment the given constraints on the state and control.

Local inventory controllers design

Carrying out the transformation network node model (1) to the standard form without delays based on extending state vector $\xi_i(k) = [\mathbf{x}_i^T(k), \mathbf{u}_i^T(k-1), \mathbf{u}_i^T(k-2), \dots, \mathbf{u}_i^T(k-A_i^{\max})]^T$. by including vectors of previously ordered volumes resources which are in the process of transportation and processing [6], the equations of the extended model of the node obtained in the following form

$$\begin{aligned} \xi_i(k+1) &= \mathbf{A}_i \xi_i(k) + \mathbf{B}_i \mathbf{u}_i(k) + \mathbf{G}_i \mathbf{w}_i(k), \\ \mathbf{x}_i(k) &= \mathbf{C}_i \xi_i(k), \end{aligned} \tag{6}$$

where matrices $\mathbf{A}_i \in \mathbf{R}^{N_i \times N_i}, \mathbf{B}_i \in \mathbf{R}^{N_i \times m_i}, \mathbf{G}_i \in \mathbf{R}^{N_i \times q_i}, \mathbf{C}_i \in \mathbf{R}^{n_i \times N_i}, N_i = n_i + m_i A_i^{\max}$ have the corresponding block structure[4, 13]

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_i &= \begin{pmatrix} \mathbf{I}_{n_i \times n_i} & \mathbf{B}_i^1 & \dots & \mathbf{B}_i^{A_i^{\max}-1} & \mathbf{B}_i^{A_i^{\max}} \\ [0]_{m_i \times n_i} & [0]_{m_i \times m_i} & \dots & [0]_{m_i \times m_i} & [0]_{m_i \times m_i} \\ [0]_{m_i \times n_i} & \mathbf{I}_{m_i \times m_i} & \dots & [0]_{m_i \times m_i} & [0]_{m_i \times m_i} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ [0]_{m_i \times n_i} & [0]_{m_i \times m_i} & \dots & \mathbf{I}_{m_i \times m_i} & [0]_{m_i \times m_i} \end{pmatrix}, & \mathbf{B}_i &= \begin{pmatrix} \mathbf{B}_i^0 \\ \mathbf{I}_{m_i \times m_i} \\ [0]_{m_i \times m_i} \\ \vdots \\ [0]_{m_i \times m_i} \end{pmatrix}, \\ \mathbf{G}_i &= \begin{pmatrix} \mathbf{E}_i \\ [0]_{m_i \times n_i} \\ [0]_{m_i \times n_i} \\ \vdots \\ [0]_{m_i \times n_i} \end{pmatrix}, & \mathbf{C}_i^T &= \begin{pmatrix} \mathbf{I}_{n_i \times n_i} \\ [0]_{m_i \times n_i} \\ \vdots \\ [0]_{m_i \times n_i} \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

The necessary conditions for the existence of an inventory control strategy for every node S_i , providing full and timely satisfaction of uncertain but limited, external demands are

- stabilizability conditions for pairs matrices $(\mathbf{A}_i, \mathbf{B}_i), i = \overline{1, N}$;
- conditions for the presence of required control resources[14], which has the following geometric interpretation: a convex polyhedron, which describes the influence of external disturbances should be strictly within the convex polyhedron, describing control resources constraints for each node S_i , namely, $\mathbf{G}_i D \subset -\mathbf{B}_i U_i$.

Checking such aconditions for each node is a NP-complete problem of $2^{m_i+q_i}$ dimension, which may be formulated as a linear programming problem, whose solution presented in [14] along with corresponding computational algorithm.

The next step is external disturbance set for each node approximation by ellipsoid of minimum volume. The boundary values of the external disturbance may be obtained as

1. $\mathbf{d}_i^{\min} = \Pi_i \mathbf{d}^{\min}$, $\mathbf{d}_i^{\max} = \Pi_i \mathbf{d}^{\max}$, $i = \overline{1, N}$.
2. $\forall i = \overline{1, q}$: $\Pi_i^{\min} = \sum_{j=1, j \neq i}^q \Pi_{ij} \mathbf{d}_j^{\min}$, $\Pi_i^{\max} = \sum_{j=1, j \neq i}^q \Pi_{ij} \mathbf{d}_j^{\max}$,
 $\mathbf{w}_i^{\min} = \mathbf{d}_i^{\min} + \Pi_i^{\min}$, $\mathbf{w}_i^{\max} = \mathbf{d}_i^{\max} + \Pi_i^{\max}$. (7)
3. $\forall i = \overline{q+1, N}$: $\Pi_i^{\min} = \sum_{j=1}^{i-1} \Pi_{ij} (\Pi_j^{\min} + \mathbf{d}_j^{\min})$, $\Pi_i^{\max} = \sum_{j=1}^{i-1} \Pi_{ij} (\Pi_j^{\max} + \mathbf{d}_j^{\max})$,
 $\mathbf{w}_i^{\min} = \mathbf{d}_i^{\min} + \Pi_i^{\min}$, $\mathbf{w}_i^{\max} = \mathbf{d}_i^{\max} + \Pi_i^{\max}$.

Then the external disturbance set for node S_i can be approximated by an ellipsoid

$$E(\mathbf{w}_i^*, \mathbf{P}_i^w) = \left\{ \mathbf{w}_i \in \mathbf{R}^{n_i} : (\mathbf{w}_i(k) - \mathbf{w}_i^*)^T (\mathbf{P}_i^w)^{-1} (\mathbf{w}_i(k) - \mathbf{w}_i^*) \leq 1 \right\}, \quad (8)$$

whose matrix \mathbf{P}_i^w and vector \mathbf{w}_i^* are determined by solving a convex optimization problem:

$$-\log \det \mathbf{W} \rightarrow \min \quad (9)$$

subject to constraints on the matrix $\mathbf{W} = \mathbf{W}^T \in \mathbf{R}^{n_i \times n_i}$ and vector $\mathbf{z} \in \mathbf{R}^{n_i}$ variables

$$\mathbf{W} \succ 0, \quad \begin{bmatrix} 1 & (\mathbf{W} \mathbf{w}_j - \mathbf{z})^T \\ \mathbf{W} \mathbf{w}_j - \mathbf{z} & \mathbf{I}_{n_i \times n_i} \end{bmatrix} \succeq 0, \quad j = \overline{1, 2^{n_i}}, \quad (10)$$

where \mathbf{w}_j are the vectors includes all possible combinations of vectors \mathbf{w}_i^{\min} and \mathbf{w}_i^{\max} .

The solution of (10) $\hat{\mathbf{W}}, \hat{\mathbf{z}}$ defines the parameters of the ellipsoid (8)

$$\mathbf{P}_i^w = \hat{\mathbf{W}}^{-2}, \quad \mathbf{w}_i^* = \hat{\mathbf{W}}^{-1} \hat{\mathbf{z}}. \quad (11)$$

We construct the local control law in the form of non-stationary linear feedback with respect to the deviation between the available and safety inventory levels

$$\mathbf{u}_i(k) = \mathbf{K}_i(k) (\xi_i(k) - \xi_i^*), \quad (12)$$

where $\mathbf{K}_i(k) \in \mathbf{R}^{m_i \times N_i}$ is the non-stationary feedback gain matrix at the instant k .

The values of the vector ξ_i^* that consists of $A_i^{\max} + 1$ vectors \mathbf{x}_i^* and gives the amount of safety inventory levels are calculated based on the upper boundary values \mathbf{w}_i^{\max} of external disturbances for the node S_i subject time-delay value A_i^{\max} , namely,

$$\xi_i^* = \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{x}_i^{*\top} & \dots & \mathbf{x}_i^{*\top} \end{bmatrix}^T}_{A_i^{\max} + 1}, \quad \mathbf{x}_i^* = A_i^{\max} \mathbf{w}_i^{\max}.$$

Then the extended model of the closed-loop node for control law (12) may be presented as

$$\begin{aligned} \xi_i(k+1) &= \mathbf{A}_{f_i}(k) (\xi_i(k) - \xi_i^*) + \mathbf{A}_i \xi_i^* + \mathbf{G}_i (\mathbf{w}_i(k) - \mathbf{w}_i^*) + \mathbf{G}_i \mathbf{w}_i^*, \\ \mathbf{x}_i(k) &= \mathbf{C}_i \xi_i(k), \quad \mathbf{A}_{f_i}(k) = \mathbf{A}_i + \mathbf{B}_i \mathbf{K}_i(k). \end{aligned} \quad (13)$$

Local control design problem is to find the feedback gain matrices $\mathbf{K}_i(k)$ such that closed-loop subsystems (13) are asymptotically robustly stable. The stability conditions of the entire controlled supply network with decentralized controllers will be discussed below.

Designed controller should ensure the minimizing of the following local subsystem criteria in case of an infinite time horizon

$$J_i^\infty(k) = \sum_{k=0}^{\infty} \left((\xi_i(k) - \xi_i^*)^T \mathbf{R}_i^\xi (\xi_i(k) - \xi_i^*) + \mathbf{u}_i^T(k) \mathbf{R}_i^u \mathbf{u}_i(k) + \Delta \mathbf{u}_i^T(k) \mathbf{R}_i^\Delta \Delta \mathbf{u}_i(k) \right), \quad (14)$$

where $\mathbf{R}_i^\xi \in \mathbf{R}^{N_i \times N_i}$, $\mathbf{R}_i^u \in \mathbf{R}^{m_i \times m_i}$, $\mathbf{R}_i^\Delta \in \mathbf{R}^{m_i \times m_i}$ are diagonal positive definite weighting matrices, $\Delta \mathbf{u}_i(k) = \mathbf{u}_i(k) - \mathbf{u}_i(k-1)$.

The first term in (14) determines the amount of penalties for deviation of available resources levels from safety inventory levels, the second take into account the cost of resources transportation and storage, and the third is introduced for smoothing of control actions jumps, since the change in resources production volumes should be carried out smoothly.

Stabilizing control algorithm are generally based on the estimation of the upper boundary value of the system performance criterion using a suitable quadratic Lyapunov function, defined on the subsystem (13) models equations solutions

$$V_i(\xi_i(k) - \xi_i^*) = (\xi_i(k) - \xi_i^*)^T \mathbf{P}_i(k) (\xi_i(k) - \xi_i^*), \quad \mathbf{P}_i(k) = \mathbf{P}_i^T(k) \succ 0. \quad (15)$$

Let's require that $\forall k \geq 0$ and for any value of the external disturbance belonging to approximating ellipsoid $\mathbf{w}_i(k) \in E(\mathbf{w}_i^*, \mathbf{P}_i^w)$ for the first difference of the Lyapunov function holds the inequality, guaranteeing the Lyapunov function decreasing over time

$$V_i(\xi_i(k+1) - \xi_i^*) - V_i(\xi_i(k) - \xi_i^*) \leq -J_i^\infty(k). \quad (16)$$

If inequality (16) holds it may be show that $\forall k \geq 0$ the following inequality is valid

$$V_i(\xi_i(k) - \xi_i^*) \geq \max_{\mathbf{w}_i(k) \in E(\mathbf{w}_i^*, \mathbf{P}_i^w)} J_i^\infty(k). \quad (17)$$

Local control actions $\mathbf{u}_i(k)$ will be determined from the minimization of criterion (14) upper bound. Then in accordance with (17) the control actions may be found from the minimization condition of the Lyapunov function

$$\mathbf{u}_i(k) = \arg \min_{\mathbf{u}_i(k) \in U_i} V_i(\xi_i(k) - \xi_i^*). \quad (18)$$

The problem (18) is equivalent to the problem of calculating the minimum value of a scalar $\gamma_i(k) > 0$ such that $\forall k \geq 0$ the following inequality is valid

$$(\xi_i(k) - \xi_i^*)^T \mathbf{P}_i(k) (\xi_i(k) - \xi_i^*) \leq \gamma_i(k). \quad (19)$$

In accordance with [8] matrix variables should be introduced

$$\mathbf{Q}_i(k) = \gamma_i(k) \mathbf{P}_i^{-1}(k) \quad (20)$$

and using Schur lemma the problems of minimizing the scalar value $\gamma_i(k)$ under the condition (19) may be presented as a semidefinite programming problem(SDP)

$$\min_{\mathbf{Q}_i(k)} \gamma_i(k) \quad (21)$$

$$\gamma_i(k) > 0, \quad \mathbf{Q}_i(k) \succ 0, \quad \begin{bmatrix} 1 & (\xi_i(k) - \xi_i^*)^T \\ (\xi_i(k) - \xi_i^*) & \mathbf{Q}_i(k) \end{bmatrix} \succeq 0.$$

Thus the synthesis of local robustly stable control is to calculate at each instant k the feedback gain matrix $\mathbf{K}_i(k)$ which stabilizes the closed-loop subsystems (13) and minimizes the Lyapunov function (17). The appropriate results are presented in the following theorem.

Theorem. Consider the set of subsystems (6) with constraints (4) with the control law (12), and let the feedback gain matrix $\mathbf{K}_i(k) = \mathbf{Y}_i(k) \mathbf{Q}_i^{-1}(k)$ is obtained by solving the optimization problem

$$\min_{\mathbf{Q}_i(k), \mathbf{Y}_i(k), \alpha_i} \gamma_i(k) \quad (22)$$

subject to matrix variables $\mathbf{Q}_i(k)$, $\mathbf{Y}_i(k) \in \mathbf{R}^{m_i \times N_i}$ and scalar parameters $\alpha_i, \gamma_i(k)$ constraints

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Q}_i(k) & \mathbf{Y}_i^T(k)\mathbf{R}_i^\Delta\mathbf{K}_{k-1} & 0 & 0 & \Sigma_i^T(k) & 0 & \mathbf{Q}_i(k)\mathbf{R}_i^{\xi/2} & \mathbf{Y}_i^T(k)\mathbf{R}_i^{1/2} \\ \mathbf{K}_{k-1}^T\mathbf{R}_i^\Delta\mathbf{Y}_i(k) & \gamma_i(k)\mathbf{K}_{k-1}^T\mathbf{R}_i^\Delta\mathbf{K}_{k-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (\mathbf{A}_i - \mathbf{I})^T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{G}_i^T & 0 & 0 & 0 \\ \Sigma_i(k) & 0 & \mathbf{A}_i - \mathbf{I} & \mathbf{G}_i & \mathbf{Q}_i(k) & \gamma_i(k)\mathbf{G}_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_i(k)\mathbf{G}_i^T & \gamma(k)\alpha_i(\mathbf{P}_i^w)^{-1} & 0 & 0 \\ \mathbf{R}_i^{\xi/2}\mathbf{Q}_i(k) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_i(k)\mathbf{I} & 0 \\ \mathbf{R}_i^{1/2}\mathbf{Y}_i(k) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_i(k)\mathbf{I} \end{bmatrix} \succeq 0, \quad (23)$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{P}_i^x & \gamma_i(k)\mathbf{C}_i \\ \gamma_i(k)\mathbf{C}_i^T & \mathbf{Q}_i(k) \end{bmatrix} \succeq 0, \quad \mathbf{Y}_i(k)(\xi_i(k) - \xi_i^*) \succeq 0, \quad (24)$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_i^T(k)\left(\mathbf{u}_i^{\max}\right)^T (\xi_i(k) - \xi_i^*)^T & \mathbf{Y}_i^T(k)\left(\mathbf{u}_i^{\max}\right)^T (\xi_i(k) - \xi_i^*)^T \\ (\xi_i(k) - \xi_i^*)\left(\mathbf{u}_i^{\max}\right)^+ \mathbf{Y}_i(k) & \mathbf{Q}_i(k) \end{bmatrix} \succeq 0, \quad (25)$$

where $\Sigma_i(k) = \mathbf{A}_i\mathbf{Q}_i(k) + \mathbf{B}_i\mathbf{Y}_i(k)$, $\mathbf{K}_{k-1} = \mathbf{K}_i(k-1)$, $\mathbf{R}_i = \mathbf{R}_i^u + \mathbf{R}_i^\Delta$, «+»denote Moore-Penrose pseudoinverse.

If the problem (22) which can be considered as a set of one-dimensional convex optimization problem with respect to the parameter α_i and SDP has a solution, then the set of closed-loop subsystems (6) with control law (12) for any initial state $\mathbf{x}_i(0) \in X_i$ in the presence of external disturbances $\mathbf{w}_i(k) \in E(\mathbf{w}_i^*, \mathbf{P}_i^w)$ is asymptotically robustly stable. ∇

Herein \mathbf{P}_i^x is the matrix of the ellipsoid that approximates set X_i of admissible state values, calculated by solving the problem, which is similar to the problem (9). The proof is analogous to the proof of the Theorem 2 in [4].

Stability analysis of decentralized inventory control system

If during the process of decentralized control design for each subsystem the optimization problem (22) – (25) is solved, it can be asserted that all closed local subsystems are asymptotically robust stable. To analyze stability of the entire controlled supply network S with decentralized controllers represent the equations of the extended node models (6), taking into account the relationships (2), by analogy with [5] as follows

$$\xi_i(k+1) = \mathbf{A}_i\xi_i(k) + \mathbf{B}_i\mathbf{u}_i(k) + \sum_{j=1, j \neq i}^N \mathbf{B}_{ij}\mathbf{u}_j(k) + \mathbf{F}_i\mathbf{d}(k), \quad (26)$$

where $\mathbf{B}_{ij}^T = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_i\mathbf{\Pi}_{ij} & \mathbf{0}_{m_i \times m_j} & \cdots & \mathbf{0}_{m_i \times m_j} \end{bmatrix}$, $\mathbf{F}_i^T = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_i\mathbf{\Pi}_i & \mathbf{0}_{m_i \times q} & \cdots & \mathbf{0}_{m_i \times q} \end{bmatrix}$.

The dynamic equation (26) under the control (12) takes the form

$$\xi_i(k+1) = \mathbf{A}_{f_i}(k)(\xi_i(k) - \xi_i^*) + \mathbf{A}_i\xi_i^* + \sum_{j=1, j \neq i}^N \mathbf{F}_{ij}(k)(\xi_j(k) - \xi_j^*) + \mathbf{F}_i\mathbf{d}(k),$$

where $\mathbf{F}_{ij}^T(k) = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_i\mathbf{\Pi}_{ij}\mathbf{K}_j(k) & \mathbf{0}_{m_i \times N_j} & \cdots & \mathbf{0}_{m_i \times N_j} \end{bmatrix}$

To analyze the stability of the entire controlled supply network S with decentralized controllers it is effective to use the method of comparison based on vector Lyapunov functions approach [15]. Consider a vector Lyapunov function

$$V(\xi(k) - \xi^*) = \left[v_1(\xi_1(k) - \xi_1^*), \dots, v_N(\xi_N(k) - \xi_N^*) \right]^T, \quad (27)$$

where $\xi(k) = \left[\xi_1^T(k), \dots, \xi_N^T(k) \right]^T$ and $\xi^* = \left[(\xi_1^*)^T, \dots, (\xi_N^*)^T \right]^T$ are a component vectors of appropriate dimension. The components of vector function (27) are Lyapunov functions of local subsystems in the Siljak form [9]

$$v_i(\xi_i(k) - \xi_i^*) = \left((\xi_i(k) - \xi_i^*)^T \mathbf{P}_i(k) (\xi_i(k) - \xi_i^*) \right)^{1/2}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (28)$$

where the matrices $\mathbf{P}_i(k)$ in accordance with (20) are equal $\mathbf{P}_i(k) = \gamma_i(k) \mathbf{Q}_i^{-1}(k)$.

On the basis of vector Lyapunov function (27) the general Lyapunov function for controlled supply network S is the following

$$V_0(\xi(k) - \xi^*) = \mathbf{P}_0 V(\xi(k) - \xi^*), \quad (29)$$

where $\mathbf{P}_0 = [p_{01}, \dots, p_{0N}]$, $p_{0i} > 0$, $i = \overline{1, N}$.

With controlled large-scale system S may be associated the linear comparison system [15]

$$v(k+1) = \mathbf{\Lambda}(k)v(k), \quad \eta(k) = \mathbf{P}_0 v(k), \quad (30)$$

where $v = [v_1^T, \dots, v_N^T]^T$ is the state vector of comparison system; η is scalar function, which is the output of comparison system; $\mathbf{\Lambda}(k) \in \mathbf{R}^{N \times N}$ is non-stationary matrix with non-negative elements, describes the comparison system dynamics.

In [16] was formulated the theorem according to which for the vector Lyapunov function (27) and general Lyapunov function (29) the following inequalities are equitable

$$V(\xi(k) - \xi^*) \leq v(k), \quad V_0(\xi(k) - \xi^*) \leq \eta(k), \quad (31)$$

if matrix $\mathbf{\Lambda}(k)$ elements is determined by the characteristic equation of quadratic form pencil

$$\begin{aligned} \det(\mathbf{A}_{f_i}^T(k) \mathbf{P}_i(k) \mathbf{A}_{f_i}(k) - \mu_{ii} \mathbf{P}_i(k)) &= 0, \quad i = \overline{1, N}, \\ \det(\mathbf{F}_{ij}^T(k) \mathbf{P}_i(k) \mathbf{F}_{ij}(k) - \mu_{ij} \mathbf{P}_j(k)) &= 0, \quad i, j = \overline{1, N}, \quad j \neq i. \end{aligned} \quad (32)$$

Herewith $\lambda_{ij}(k) = \left[\mu_{ij}^{\max} \right]^{1/2}$, where μ_{ij}^{\max} is the maximum value of the appropriate characteristic equation (32) root. Thus the comparison system (30) majorizes componentwise vector Lyapunov function (27) and gives an upper estimate of the processes behavior of entire system S . As a result stability analysis of the entire controlled supply network S with decentralized controllers reduces to the analysis of the comparison system (30) stability.

Under supply network model construction the nodes are numbered and grouped according to the stages of processing of raw materials and semi-finished products, starting with those that exposed external disturbance, specifically demand. Moreover, any layer of the network combines nodes that are resource suppliers for the nodes belonging to the layers with numbers strictly less than l and at least for one node of the layer $l - 1$. If a directed graph described the supply network, is a tree, that is, has

no cycles, then non-stationary dynamic matrix $\Lambda(k)$ of the comparison system (30) is lower triangular. Since the diagonal elements of the matrix $\Lambda(k)$ are calculated based on the first of equations (32), their values are positive and $0 < \lambda_{ii}(k) < 1$.

As a result, non-stationary matrix $\Lambda(k) \forall k$ is nilpotent and therefore, the comparison system (30) is stable. Consequently, the entire controlled supply network S consisting of interconnected subsystems $S_j, j = \overline{1, N}$, which with local feedback decentralized controllers (12) will be Lyapunov stable.

Conclusions

The invariant ellipsoids method along with LMI technique is an effective approach to solving the robust decentralized inventory control problem in large-scale supply networks. The specific features of this problem are decomposed structure of complex supply network, the uncertainty, but boundedness of external demand and the presence of asymmetric structural constraints on the states and control actions values.

To suppress influence of disturbances which describes the change of external demand together with ensuring stability of the closed-loop local subsystems the invariant ellipsoid technique is applied that allowed control problem statement in terms of LMI and reduce the control synthesis to SDP and one-dimensional convex optimization problems. The most important property of obtained solution is the Lyapunov stability of the entire controlled supply network with decentralized controllers which is guaranteed by use of the comparison method and the technique of vector Lyapunov functions.

The resulting control depends on the chosen value of the safety inventory levels. One can choose optimal values of local safety levels within the proposed technique since the solution of the robust decentralized control synthesis problem involved actually gives the algorithmic dependence between the local safety inventory level and the optimal value of the local performance criterion.

Further research in this area may be related to the multi-agent and consensus control theory for load and flows coordination in large-scale supply chains networks.

REFERENCES

1. Bartmann D., Beckmann M. Inventory control: Models and methods. – Heidelberg: Springer-Verlag, 1992, 252 p.
2. Bemporad A., Morari M. Robust model predictive control: A survey. //Lecture Notes in Control and Information Sciences, 1999, Vol. 245, pp. 207-226.
3. Lyubchik L., Dorofieiev Yu. and Nikul'chenko A. Robust Model Predictive Control of Constrained Supply Networks via Invariant Ellipsoids Technique. //Proc. 7-th IFAC Conference on Manufacturing Modeling, Management and Control (MIM'2013), St. Petersburg, Russia, June 19-21, 2013, 6 p.
4. Dorofieiev Yu., Lyubchik L. and Nikul'chenko A. Robust stabilizing inventory control in supply networks under uncertainty of external demand and supply time-delays. //Journal of Computer and Systems Sciences International. 2014, Vol. 53, No. 5, pp. 761-775.
5. Blanchini F., Miani S. Set theoretic methods in control. – Boston: Birkhäuser, 2008, 504 p.
6. Blanchini F., Pesenti R., Rinaldi F. and Ukovich W. Feedback control of production-distribution systems with unknown demand and delays. //IEEE Transactions on Robotics and Automation, Special Issue on Automation of Manufacturing Systems. 2000, Vol. RA-16, No. 3, pp. 313-317.
7. Mayne D., Rawlings J., Rao C. and Scokaert P. Constrained model predictive control: Stability and optimality. //Automatica. 2000, vol. 36 (6), pp. 789-814.
8. Kothare M., Balakrishnan V. and Morari M. Robust constrained model predictive control using linear matrix inequalities. 1996, vol. 32(10), pp. 1361-1379.
9. Siljak D. Decentralized Control of Complex Systems. – New York: Academic Press, 1991.
10. Siljak D., Stipanovic D. Robust stabilization of nonlinear systems: the LMI. Mathematical Problems in Engineering. 2000, vol. 6, pp. 461-493.
11. Boyd S., Ghaoui E., Feron E. and Balakrishnan V. Linear matrix inequalities in system and control theory. – Philadelphia: SIAM, 1994, 187 p.
12. Rosinova D., Thuan N., Vesely V., Marko L. Robust decentralized controller design: subsystem approach. //Journal of Electrical Engineering. 2012, vol. 63, No. 1, pp. 28-34.
13. Dorofieiev Yu., Nikul'chenko A. Constructing mathematical models of controllable supply networks given flow delays. //System Research & Information Technologies. 2013, No. 1, pp. 16-27.

14. Blanchini F., Rinaldi F and Ukovich W. Least inventory control of multistorage systems with non-stochastic unknown inputs. //IEEE Trans. on Robotics and Automation. 1997, vol. 13, pp. 633-645.
15. Voronov A.A., Matrosov V.M. Metod vektornyh funktsij Ljapunova v teorii ustojchivosti. – M.: Nauka, 1987, 312 p. (in Russian).
16. Bobtsov V.V., Boltunov G.I., Bystrov S.V and Grigor'ev V.V. Upravlenie nepreryvnyimi diskretnymi processami. – SPb.: SPbGU ITMO. 2010, 175 p. (in Russian).

РЕЗЮМЕ

РОБАСТНОЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В БОЛЬШИХ СЕТЯХ ПОСТАВОК

Любчик Л.М., Дорофеев Ю.И.

Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, Украина

Рассматривается проблема децентрализованного управления запасами в больших сетях поставок в условиях неопределенного, но ограниченного спроса и временных задержек на транспортировку при наличии асимметричных структурных ограничений на переменные состояния и управления. Локальные регуляторы уровней запасов используют линейную динамическую обратную связь по отклонению текущего уровня запасов от выбранного страхового уровня. Для подавления влияния возмущений, моделирующих внешний спрос, с одновременным обеспечением робастной устойчивости замкнутых локальных подсистем, используется метод инвариантных эллипсоидов, позволяющий сформулировать задачу в терминах линейных матричных неравенств и привести синтез управления к решению задачи полуопределенного программирования. Анализ устойчивости систем управления запасами для больших сетей поставок с децентрализованным управлением проводится с использованием методов сравнения и векторных функций Ляпунова.

Ключевые слова: инвариантные эллипсоиды, управление запасами, линейное матричное неравенство, полуопределенное программирование, метод сравнения, робастное управление, сеть поставок, векторная функция Ляпунова.

ABSOLUTE CONVERGENCE AND SUMMABILITY OF THE FOURIER-BESSEL SERIES

Skhirtladze I.A. and Skhirtladze N.I.

V. Chavchanidze Institute of Cybernetics, Georgian Technical University

Abstract. The sufficient conditions for absolute convergence and summability of the Fourier-Bessel series are given.

Keywords: Fourier-Bessel series, absolute convergence, absolute summability.

1. Some Notions and Definitions

We deal with Lebesgue integrable functions, periodic with period 1, i.e. $f \in L[0;1]$. Let us introduce the following notions

$$\Delta_h^{(l)} f(x) = \sum_{k=0}^l (-1)^{l-k} \binom{l}{k} f(x+kh) \tag{1}$$

It is called the l -order difference.

It is well known that the $\nu \geq 0$ order Bessel function is determined by the equation [1]

$$J_\nu(x) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m \left(\frac{x}{2}\right)^{\nu+2m}}{\Gamma(m+1) \cdot \Gamma(\nu+m+1)} \tag{2}$$

where Γ is the Euler integral of the first kind and is given for the $\nu \geq 0$ number by the equality $\Gamma(\nu) = \int_0^{+\infty} e^{-x} x^{\nu-1} dx$. If we determine the Γ function by the equality $\Gamma(\nu) = \frac{\Gamma(\nu+1)}{\nu}$, we can

assume in Eq (2) that $\nu > -1$. Let $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n \dots$ be the zeroes of the ascending Bessel $J_\nu(x)$ -function. Then the [nb:3] system of functions $J_\nu(\lambda_1 x), J_\nu(\lambda_2 x) \dots J_\nu(\lambda_n x) \dots$ is an xdx -weight orthogonal system defined on the $[0, 1]$ segment. Hence, to any $f \in [0;1]$ function, we can match the

Fourier-Bessel series $\sum_{n=1}^{\infty} c_n J_\nu(\lambda_n x)$, where the Fourier-Bessel coefficient C_n is computed by formula

$$C_n = \frac{\int_0^1 f(x) J_\nu(\lambda_n x) x dx}{\int_0^1 J_\nu^2(\lambda_n x) x dx}$$

Assume $f(x, y) \in L[0,1;0,1]$ is a Lebesgue function, periodic with separate variables with period 1. In this case, the Bessel system is written in the multiplication form $J_\nu(\lambda_m x) \cdot J_\nu(\lambda_n y)$.

It is obvious that this product is orthogonal $[0,1; 0,1]$ on the two-dimensional segment, and its Fourier-Bessel series takes the form [2]

$$\sum_{m,n} C_{mn} J_\nu(\lambda_m x) J_\nu(\lambda_n y)$$

where the coefficient C_{mn} is determined by the equality [3]

$$C_{mn} = \frac{\int_0^1 \int_0^1 f(x, y) J_\nu(\lambda_m x) J_\nu(\lambda_n y) xy dx dy}{\int_0^1 J_\nu^2(\lambda_m x) x dx \cdot \int_0^1 J_\nu^2(\lambda_n y) y dy}.$$

Let us introduce the functions

$$\alpha(x) = \int_0^1 f(x, y) dy \text{ and } \beta(y) = \int_0^1 f(x, y) dx$$

and quantities

$$A_m^{(r)}(f)_p = \left(2^m \int_0^1 \left| \Delta_{\frac{1}{2^{m+1}}}^{(r)} \alpha(x) \right|^p dx \right)^{\frac{1}{p}},$$

$$B_n^{(s)}(f)_p = \left(2^n \int_0^1 \left| \Delta_{\frac{1}{2^{n+1}}}^{(s)} \beta(y) \right|^p dy \right)^{\frac{1}{p}},$$

$$D_{mn}^{(t,d)}(f)_p = \left(2^{m+n} \int_0^1 \int_0^1 \left| \Delta_{\frac{1}{2^{m+1} \cdot 2^{n+1}}}^{(t,d)} f \right|^p dx dy \right)^{\frac{1}{p}},$$

where $\Delta_{h_1, h_2}^{(t,d)} = \sum_{\lambda=D}^t \sum_{k=0}^d (-1)^{t+\lambda-d-k} \binom{t}{\lambda} \binom{d}{k} f(x + \lambda h_1, y + k h_2)$ [4].

2. Theorems about Absolute Convergence and Summability

Theorem 1. Say $p \in (1, 2]$ is some number, and function f with period 1 belongs to $L_p[0, 1]$, or for some natural number

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left[A_n^{(l)} f_p \right]^\beta \cdot 2^{n(\gamma+1-\beta)} < \infty \text{ where } \gamma \geq 0, 0 < \beta < \frac{p}{p-1}$$

Then $\sum_{n=1}^{\infty} |C_n|^\beta (n+1)^\gamma < \infty,$

hence follows the absolute convergence of the Fourier-Bessel series.

Theorem 2. Say $f \in L_p[0, 1; 0, 1]$ $p \in (1, 2]$ and

$$\sum_{m=1}^{\infty} \left[A_m^{(r)} f_p \right]^\beta \cdot 2^{m(\gamma_1+1-\beta)} < \infty, \sum_{n=1}^{\infty} \left[B_n^{(s)} f_p \right]^\beta \cdot 2^{n(\gamma_2+1-\beta)} < \infty,$$

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} D_{mn}^{(t,d)} \cdot 2^{m(\gamma_1+1-\beta)} \cdot 2^{n(\gamma_2+1-\beta)} < \infty,$$

where $\gamma_1, \gamma_2 \geq 0, 0 < \beta < \frac{p}{p-1}$, then

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} |C_{mn}|^\beta (m+1)^{\gamma_1} \cdot (n+1)^{\gamma_2} < \infty.$$

Theorem 3. Say $f \in L_p [0, 1; 0, 1]$ and $1 < p \leq 2$. if $\sum_{m=1}^{\infty} A_m^{(r)} f_p \cdot 2^{m\gamma_1} < \infty$, $\sum_{n=1}^{\infty} B_n^{(s)} f_p \cdot 2^{n\gamma_1} < \infty$, and

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} D_{mn}^{(r,d)} \cdot 2^{m\gamma_1} \cdot 2^{n\gamma_2} < \infty$$

Then the Fourier-Bessel series $|C, -\gamma_1, -\gamma_2|$ is summarized.

REFERENCES

1. Tolstov G.P. Fourier Series. – Moscow, Nauka, 1980.
2. Chelidze V.G. //Proceedings of Tbilisi Institute of Mathematics, 1959, XXVI, pp.91-104
3. Skhirtladze I.A. //Bulletin of the Academy of Sciences of GSSR, 1973, vol. 69, No. 1, pp. 17-21.
4. Jack M.E., Timan M.F.//Mathematics Collection, 1954, vol. 35, pp. 22-56.

РЕЗЮМЕ

АБСОЛЮТНАЯ СХОДИМОСТЬ И СУММИРУЕМОСТЬ РЯДА ФУРЬЕ-БЕССЕЛЯ

Схиртладзе И.А., Схиртладзе Н.И.

Институт кибернетики им. В. Чавчанидзе Грузинского Технического Университета

Представлены достаточные условия для абсолютной сходимости и суммируемости ряда Фурье-Бесселя.

Ключевые слова: ряд Фурье-Бесселя, абсолютная сходимость, абсолютная суммируемость.

ფოთის პორტის შემოსასვლელი არხის მიმდებარე ტერიტორიის
ლითონინამიკის რიცხვითი მოდელირება.
მოსილვების საწინააღმდეგო საინჟინრო ღონისძიებები

საღინაძე ი.ს., ბრეგვაძე ა.გ., გაგოშიძე შ.ნ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ფოთის ნავსადგურის შემოსასვლელი არხის მოსილვისაგან დაცვის პრობლემა აქტუალური და მნიშვნელოვანია. მისი მოუგვარებლობის შემთხვევაში, ახლო მომავალში შესაძლოა ნავსადგურის ფუნქციონირების შეზღუდვა.

1939 წლამდე მდინარე რიონის შესართავი მდებარეობდა ნავსადგურის სამხრეთით. ის წარმოადგენდა ორტოტიან დელტას, რომლის ჩრდილოეთი ტოტის შესართავი მდებარეობდა ნავსადგურის სამხრეთი მოლოს სიახლოვეს, ხოლო სამხრეთი ტოტის შესართავი შუქურას სიახლოვეს. გაზაფხულის წყალდიდობების დროს ქ. ფოთის ტერიტორიები იტბორებოდა, რაც დიდ ზიანს აყენებდა ქალაქს. აღნიშნული უარყოფითი პროცესების თავიდან არიდების მიზნით 1939 წელს მდინარე რიონი გადაგდებული იქნა ნავსადგურის ჩრდილოეთით ნაბადის მიდამოებში.

მდინარის გადაგდების შემდეგ ქ. ფოთის პორტის სამხრეთით დაიწყო სანაპიროს ინტენსიური წარეცხვები, რაც განპირობებული იყო მყარი ნატანის დეფიციტით. საწინააღმდეგო პროცესები დაიწყო ნავსადგურის შემოსასვლელ არხსა და მის ჩრდილოეთით. ამ მიდამოებში დაფიქსირებულია ფსკერის სიდრმეების შემცირება (ნატანის აკუმულაცია) სიჩქარით 0,2-0,3 მეტრი წელიწადში. ეს პროცესი მიმდინარეობს მდ.რიონიდან შემოტანილი ნატანის წვრილმარცვლოვანი ფრაქციების ხარჯზე.

ტვირთბრუნვის გაზრდის შემთხვევაში ნავსადგურს აქვს შემუშავებული არსებული პორტის ჩრდილოეთით, ნაბადის დელტის მიმართულებით გაფართოების გეგმა. ეს გეგმა გულისხმობს მდინარე რიონის ნაბადის არხის შესართავის მიმდებარე ტერიტორიიდან სამხრეთით არსებული პორტის მიმართულებით 2-2,5 კილომეტრი სიგრძის დამცავი მოლის მშენებლობას. ეს მოლი პორტის შემოსასვლელ არხს ააცილებს რიონის ჩრდილოეთ ტოტიდან შემოტანილ ნატანს და დაიცავს მას მოსილვებისაგან.

იმ შემთხვევაში, როცა დამცავი მოლი არ შენდება საჭიროა პროცესების შესწავლა და შესაბამისი საინჟინრო ღონისძიებების დასახვა.

პრობლემის შესწავლისას ვისარგებლეთ პორტის შესასვლელი არხის მიმდებარე ტერიტორიის ლითონინამიკის მათემატიკური მოდელირების მეთოდებით. ამოცანა დაყვავით სამ ეტაპად რაც ნიშნავს, რომ თავიდან ამოვხსნათ ტალღების ორგანოზომილებიანი ამოცანა, შემდეგ მიღებული შედეგების გამოყენებით გამოვთვალოთ სანაპირო დინებები და ბოლოს მიღებული შედეგების გამოყენებით ნატანის მოძრაობა და ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილება [1-4].

როგორც ნატანის მასის მუდმივობის განტოლებიდანაა ცნობილი, წყლის სიდრმის ცვლილება შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად [1,5,6]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y}, \quad (1)$$

სადაც x და y კორიზონტალური კოორდინატებია; q_x და q_y კი - ელემენტის საზღვრებში ნატანის მოძრაობის მოცულობითი სიჩქარე X და Y მიმართულებებით. მოძრაობის მოცულობითი სიჩქარეები გამოისახება ელემენტის ვერტიკალური განივი კვეთის მიერ დროის ერთეულში გატარებული ეფექტური ნატანის მოცულობით.

ნატანის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის მიღებულია ფორმულა [1,5]:

$$(q_x, q_y) = (q_{cx}, q_{cy}) + (q_{wx}, q_{wy}), \quad (2)$$

სადაც (q_{cx}, q_{cy}) გასაშუალებული დინებებით გამოწვეული ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარეა, (q_{wx}, q_{wy}) კი - ტალღებით გამოწვეული ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარე. დინებებით გამოწვეული ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$q_{cx} = Q_c U, \quad q_{cy} = Q_c V, \quad Q_c = A_c(\tau_m - \tau_{cr}) / \rho g,$$

სადაც U და V გასაშუალებული დინებების სიჩქარეებია x და y მიმართულებით, $A_c=0,1-1$ რიგის უგანზომილებო კოეფიციენტია; τ_m - ტალღებისა და დინებების ერთობლივი მოქმედებით გამოწვეული ფსკერული ძერის ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობაა.

ტალღების მიერ ნატანის მოძრაობა გამოწვეულია ფსკერული ტალღური სიჩქარის ასიმეტრიულობით და უფრო რთულია, რადგანაც ის ითხოვს ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებას, როგორცაა ტალღათა რეფრაქცია, დიფრაქცია, დამსხვრევა, არეკვლა და ფსკერის დახრილობა. ტალღებით გამოწვეული ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით [5]:

$$q_{wx} = F_d Q_w \hat{u}_b \cos \alpha, \quad q_{wy} = F_d Q_w \hat{u}_b \sin \alpha, \quad Q_w = A_w(\tau_m - \tau_{cr}),$$

სადაც A_w უგანზომილებო კოეფიციენტია; \hat{u}_b ფსკერული ორბიტული სიჩქარის ამპლიტუდაა; α კუთხეა ტალღების გავრცელების მიმართულებასა და x ღერძს შორის.

ფორმულებში, რომლებითაც განისაზღვრება (q_x, q_y) , არ არის გათვალისწინებული ფსკერის დახრის ფაქტორი. მისი გათვალისწინებით მიიღება:

$$q'_x = q_x + \varepsilon_s |q_x| \frac{\partial h}{\partial x}, \quad q'_y = q_y + \varepsilon_s |q_y| \frac{\partial h}{\partial y} \quad (3)$$

და (1)-ის ნაცვლად მივიღებთ:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q'_x}{\partial x} + \frac{\partial q'_y}{\partial y}. \quad (4)$$

ამოხსნის ალგორითმი. შემოვიტანოთ (3) განტოლებებში აღნიშვნები:

$$A = q_x, \quad B = \varepsilon |q_x|, \quad C = q_y, \quad D = \varepsilon |q_y|.$$

და (4) გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right). \quad (5)$$

ჩამოვაცალიბოთ განზოგადოებული ამოცანა. (5) განტოლების განზოგადოებული ამოხსნა ვუწოდოთ ფუნქციას $h \in \tilde{W}_2^{(1)}(\tilde{W}_2^{(1)})$ -სობოლევის ფუნქცია, რომელიც აკმაყოფილებს განტოლებას [3-5]:

$$\iint_S \frac{\partial h}{\partial t} \omega_{i,j} dS = \iint_S \frac{\partial}{\partial x} \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) \omega_{i,j} dS + \iint_S \frac{\partial}{\partial y} \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right) \omega_{i,j} dS. \quad (6)$$

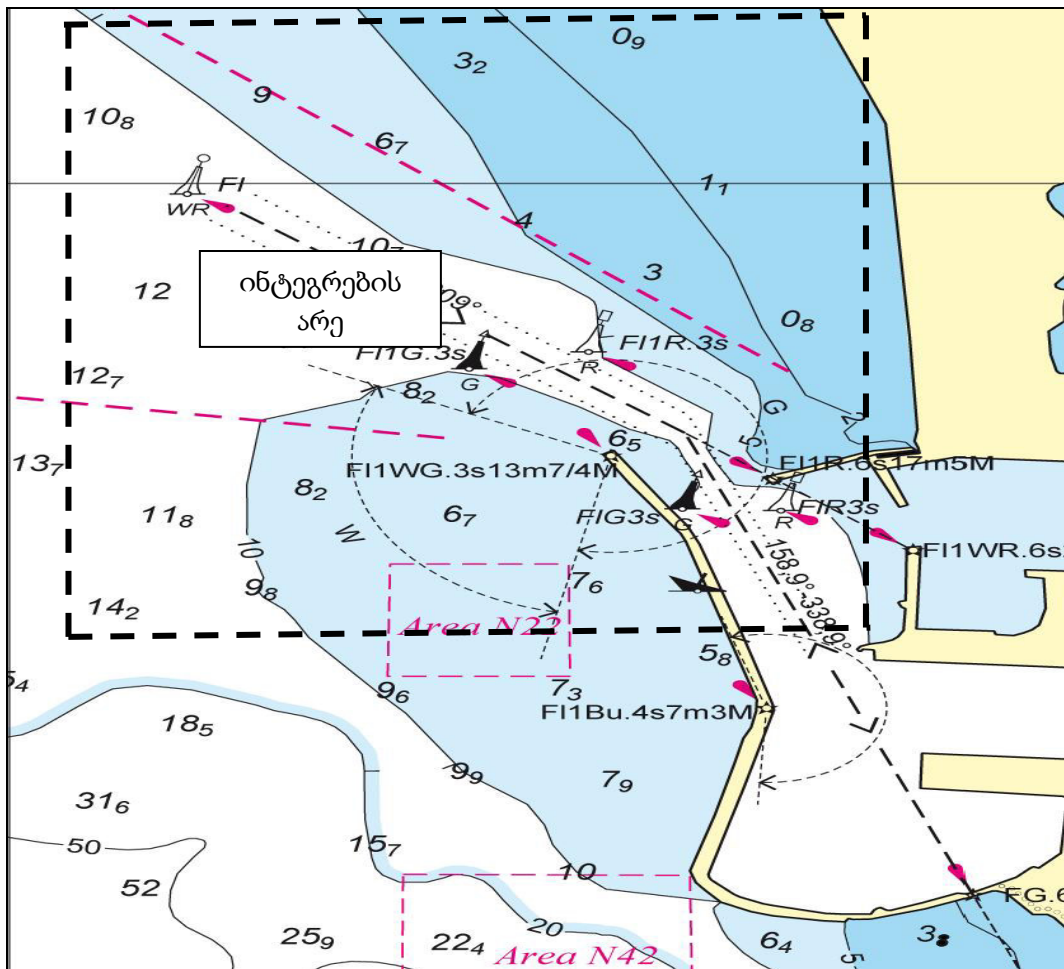
ნებისმიერი $\omega_{i,j} \in W_2^{(1)}$, აქ $W_2^{(1)}$ - თავის პირველი რიგის წარმოებულთან ერთად კვადრატულად შეჯამებადი ფუნქციების სივრცეა, რომელიც Γ საზღვარზე ნულის ტოლია და ღებულობს ნებისმიერ ფიქსირებულ მნიშვნელობას S არის შიგნით.

გამოვიყენოთ (6)-ში გრინის ფორმულა, მივიღებთ:

$$\iint_S \frac{\partial h}{\partial t} \omega_{i,j} dS = - \iint_S \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) \frac{\partial \omega_{i,j}}{\partial x} dS - \iint_S \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right) \frac{\partial \omega_{i,j}}{\partial y} dS. \quad (7)$$

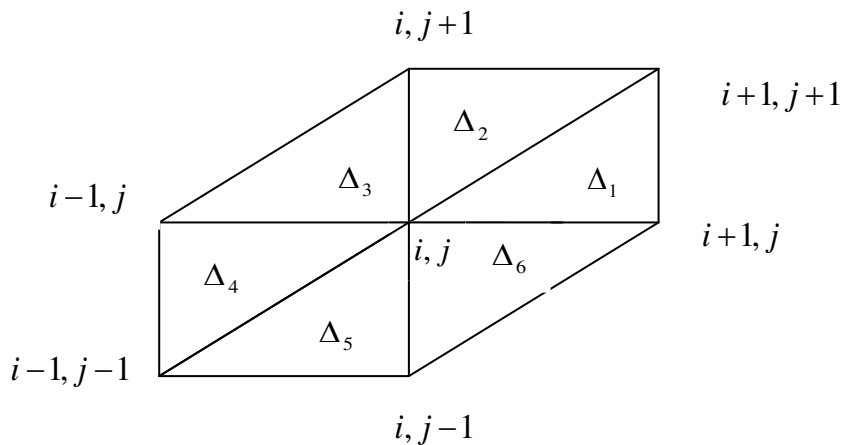
გადავიდეთ აპროქსიმაციის სქემის შედგენაზე. შემდგომში S არეში ვაგებთ ბადურ მართკუთხოვან S^n არეს ბიჯით $a = \Delta x$ და $b = \Delta y$. პროექციულ-სხვაობიანი სქემის ასაგებად S^n არეზე ბადის თითოეულ კვანძს (x_i, y_j) ვუთავსებთ კურანტის $\omega_{i,j}$ ფუნქციას, რომელიც მოცემულ კვანძში ერთის ტოლია, ხოლო ბადის დანარჩენ კვანძებში – ნულისა:

$$\omega_{m,n}(x_i, y_j) = \begin{cases} 1, (i, j) = (m, n) \\ 0, (i, j) \neq (m, n) \end{cases}$$



ნახ. 1. ინტეგრების არე, რომელიც მოიცავს პორტის შემოსასვლელ არსს (ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზებით)

ფუნქციებს $\omega_{m,n}(x_i, y_j)$ მატარებლად აქვს ექვსკუთხედი, რომელიც გამოსახულია ნახ. 2-ზე:



ნახ. 2. სასრული ელემენტი

მე-(5) განტოლების მიახლოებითი ამონახსნის პოვნა შესაძლებელია ფორმულით:

$$h = \sum_{i,j \in S^n} h_{i,j}(t) \omega_{i,j}(x, y) \quad (8)$$

$\omega_{i,j}(x, y)$ - ფუნქცია ნულისგან განსხვავებულია მხოლოდ არის (x_i, y_j) კვანძის მომიჯნავე ექვს სამკუთხედში. ამიტომ მე-(5) განტოლების ინტეგრირება ხდება ამ სამკუთხედების გაერთიანებით.

$h_{i,j}(t)$ კოეფიციენტების მოსაძებნად (7) განტოლება ჩავწერთ შემდეგი სახით:

$$\left(\iint_S \omega_{i,j} dS \right) \frac{dh_{i,j}}{dt} + \iint_S \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) \frac{\partial \omega_{i,j}}{\partial x} dS + \iint_S \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right) \frac{\partial \omega_{i,j}}{\partial y} dS = 0 \quad (9)$$

ჩავსვათ (8) გამოსახულება (9)-ში და საბოლოოდ ვღებულობთ ვექტორულ ტოლობას:

$$\theta \frac{\partial \vec{h}}{\partial t} + E \vec{h} = 0, \quad \vec{h}(0) = \vec{h}_0, \quad \theta = \Delta x \Delta y = ab. \quad (10)$$

უნდა აღინიშნოს, რომ ნაშრომში დროითი წევრის აპროქსიმაციის დროს გამოყენებულია მათემატიკური ფორმულები:

$$\left(\dot{\vec{h}}, \omega_{i,j} \right) = \theta \dot{h}_{i,j}.$$

ეს იძლევა საშუალებას, რომ გამოთვლების გასამარტივებლად ევოლუციური ამოცანის ნაცვლად შემდგომში განხილულ იქნეს კომის ამოცანა. როგორც ცნობილია, ამ დროს აპროქსიმაციული თვისებები არ იცვლება [3,4].

ყოველი $(i, j) \in S^n$ -სათვის (10) ტოლობას მივცეთ სახე:

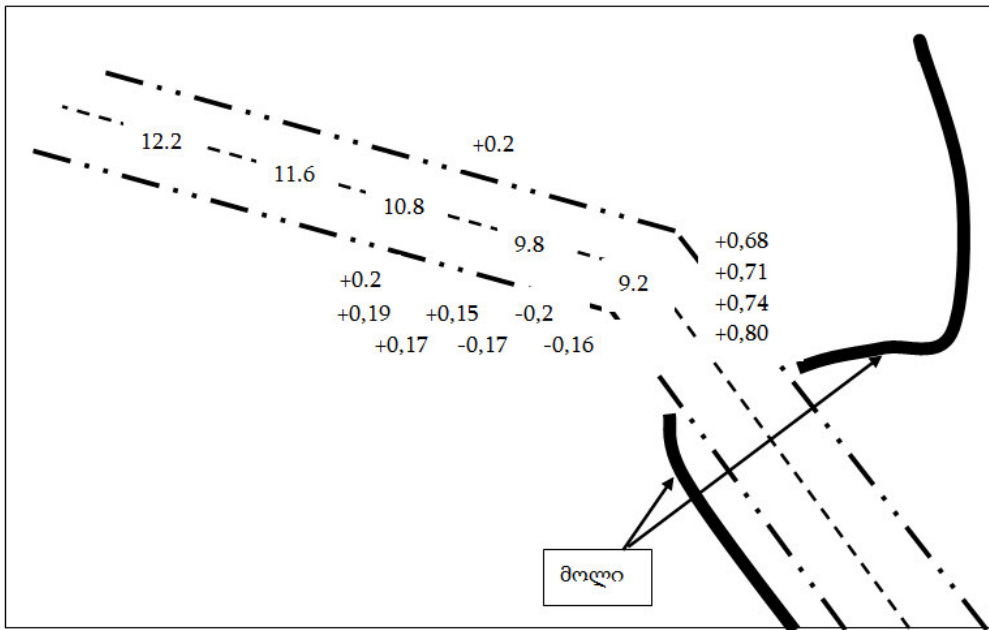
$$\theta \frac{dh_{i,j}}{dt} + E_1 h_{i,j} - E_2 h_{i+1,j} - E_3 h_{i,j+1} - E_4 h_{i-1,j} - E_5 h_{i,j-1} = F, \quad (11)$$

მე-(11) განტოლების ამოხსნისას ვიყენებთ კრანკ-ნიკოლსონის სქემას, რომელიც უზრუნველყოფს დროში მეორე რიგის აპროქსიმაციას. მიღებული განტოლებები შესაბამისი სასაზღვრო და საწყისი პირობების დროს ეფექტურად იხსნება ზედა რელაქსაციის მეთოდით.

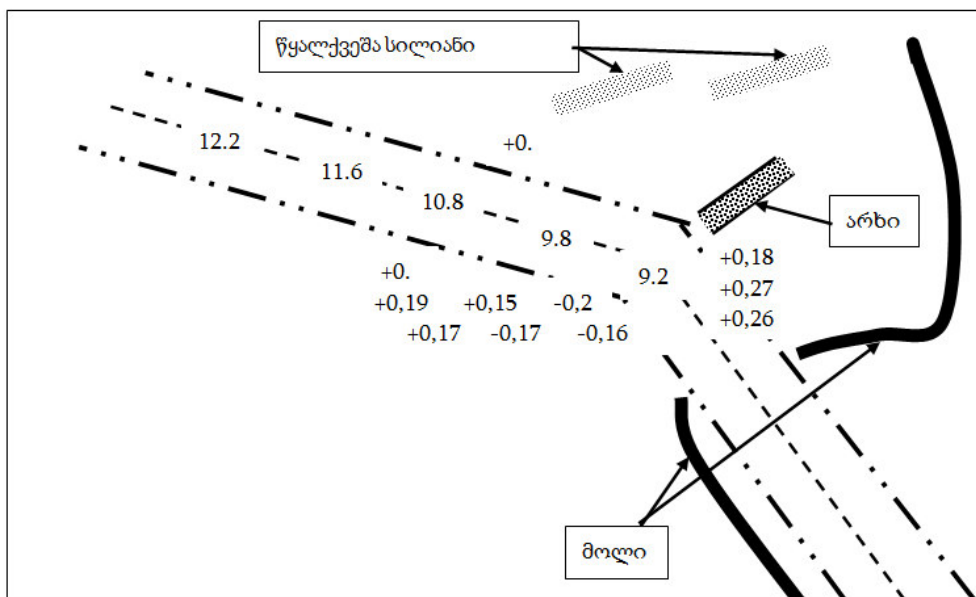
რიცხვითი გამოთვლების შედეგები მოცემულია ნახ. 3 და 4-ზე. სამოდელო დროა 48 საათი (ერთოშტორმი - 5-6 ბალიანი), დროის ბიჯი - 5 წუთი. ზღვის დონის საშუალო აწევის საწყისი სიდიდე ანგარიშის დროს არის 0,1მ.

პორტის შემოსასვლელ არხში ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილება არსებული მდგომარეობის შემთხვევაში მოცემულია ნახ. 3-ზე. უარყოფითი მნიშვნელობები შეესაბამება ფსკერის ეროზიას, დადებითი კი – აკუმულაციას. ის იცვლება – 0,16 მ-დან 0,80 მ-მდე. ნატანის მნიშვნელოვან აკუმულაციას ადგილი აქვს პორტის შემოსასვლელი არხის მოსახვევში და იცვლება 0,68-დან 0,80 მეტრამდე (ნახ. 3).

ნახ. 4-ზე მოცემულია პორტის შემოსასვლელ არხში ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილება წყალქვეშა არხის გაჭრისა და ტომრების განლაგების შემთხვევაში. როგორც ნახ. 4-დან ჩანს არხის გაკეთებისა და ტომრების განლაგების შემთხვევაში შემოსასვლელი არხის მოსახვევში დაღეჭვის სურათი იცვლება და ის მოთავსებულია დიაპაზონში 0,18-0,26მ, ე. ი. შემცირდა დაახლოებით 60-70%-ით.



ნახ. 3. პორტის შემოსასვლელ არხში ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილება არსებული მდგომარეობის შემთხვევაში



ნახ. 4. პორტის შემოსასვლელ არხში ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილება არხის გაკეთებისა და ტომრების განლაგების შემთხვევაში

ნახ. 4-ზე მოცემულია პორტის შემოსასვლელ არხში ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილება წყალქვეშა არხის გაჭრისა და ტომრების განლაგების შემთხვევაში. როგორც ნახ. 4-დან ჩანს არხის გაკეთებისა და ტომრების განლაგების შემთხვევაში შემოსასვლელი არხის მოსახვევში დალექვის სურათი იცვლება და ის მოთავსებულია დიაპაზონში 0,18-0,26მ, ე. ი. შემცირდა დაახლოებით 60-70%-ით.

ამრიგად, ფოთის ნავსადგურის შემოსასვლელი არხის მოსილვისაგან დაცვისათვის საჭიროა:

1. პორტის ჩრდილოეთით გარკვეულ სიღრმემდე დამცავი მოლოს მშენებლობა, რომელიც შესასვლელ არხს ააცილებს ნატანის შეტანას და დაიცავს მას მოსილვებისგან.

2. იმ შემთხვევაში, თუ დამცავი მოლო არაშენდება, მაშინ საჭიროა პორტის შესასვლელი არხის მიმდებარე ტერიტორიაზე წყალქვეშა არხის გაჭრა და გარკვეული წესით სილით ავსებული ტომრების განლაგება (ნახ. 4) რიცხვითი მოდელირება გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული ღონისძიება 60-70%-ით შეამცირებს დასილვების ინტენსიობას.

სამუშაო შესრულებულია რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტი № AR/22/3-109/14 ფინანსური მხარდაჭერით. წინამდებარე პუბლიკაციაში გამოქვეყნებული ნებისმიერი აზრი ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

ლიტერატურა

1. Horikawa K. Nearshore dynamics and coastal processes. –Tokyo, Univ. press. 1988, pp.522.
2. Сагинадзе И.С., Твалчредидзе А.К., Адамия Г.К. Математическая модель транспорта наносов и литерального дрейфа. //Georgian Engineering News, №2, 1999, сс.38-40.
3. Оганесян Л.А., Ривкинд В.Я., Руховец Л.А. Вариационно-разностные методы решения эллиптических уравнений. С. 818. Дифференциальные уравнения и их применение. -Вильнюс, 1973, вып, 5, с.394.
4. Марчук Г.И., Численное решение задач динамики атмосферы и океана на основе метода расщепления. -Новосибирск, Наука, 1972, 170с.
5. Сагинадзе И.С., Брегвадзе А.В. Математическая модель транспорта наносов в прибрежной зоне Черного моря в районе Поти (Модель и алгоритм). //Проблемы прикладной механики. Международный научный журнал. Тбилиси, №1(16), 2002, с.77-80.
6. Larson M., Camenen B., Nam P. A unified sediment transport model for inlet application. //Journal of Coastal Research, 2010 (in press).

SUMMARY

NUMERICAL SIMULATION OF LITHODYNAMICS PROCESSES IN THE AREA OF THE CHANNEL TO THE PORT OF POTI: ENGINEERING MEASURES AGAINST SILTING CHANNEL

Saghinadze I.S., Bregvadze A.V. and Gagoshidze Sh.N.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

Georgian Technical University

In the paper the problem of protecting the channel and internal waters of the Poti port from silting is discussed. A mathematical model of lithodynamics of the channel and the algorithm for the numerical solution of the problem are designed. The finite element method and the Crank-Nicholson scheme are used. The numerical experiments show that the deposition of sediment in the channel is intense 0.7-0.8m/year. Engineering measures are proposed to solve the existing problems.

Keywords: seaport channel, silting, lithodynamics, numerical simulation, engineering measures.

**TRANSVERSE DAMPING OF MAIN PIPELINES OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS
UNDER THE INFLUENCE OF PARAMETRIC FORCES**

Makharadze L.I. and Gavasheli L. Sh.

Georgian Technical University

Abstract: The paper deals with damping of transverse vibrations in main hydrotransport pipelines with consideration for the effect of parametric forces. It was determined that the transverse (parametric) forces are damped when a flexible damping device is installed at one end of the pipeline. The intensity of transverse vibrations increases with the damping factor and the liquid mass (hydro-air mixture) flow velocity in the pipeline. Besides, the system is entirely in the low-frequency range of transverse vibrations, which, for its part, exerts an additional effect on the sustainability and reliability, i.e. the safe operation, of the main.

Keywords: hydrotransport systems, main pipeline, liquid mass, flow frequency, vibration, flexible damping device.

1. Introduction

Transverse vibrations always develop in main pipelines of pressure hydrotransport systems as in distributed parametric systems which transport the liquid mass (mixture of water and loose solid material particles – hydraulic fluid) during operation. These vibrations are also called parametric vibrations, as their origin and development depend on the range of variation of the values of hydrodynamic parameters of liquid mass transported through the pipeline. Sometimes, the transverse vibrations are characterized by high frequency and amplitude in accordance with the dynamic processes developed in the main pipeline, which exerts an adverse effect on the sustainability and reliability of the main pipeline, the main pipeline and the pipeline fittings are expected to break down.

Despite the importance and newsworthy of the problem, which has been studied by the many famous scientists since last century, there are still several issues which have never been considered. Such issue is the one of pipeline transverse vibrations, which in specific circumstances have a significant impact on the sustainability of the entire hydrotransport operation. This was proved by our experimental research, which was carried out on industrial sites of different capacity and semi-industrial laboratory equipment [1-10].

It should be noted that, for its part, the pipeline represents a damping element to a certain extent, which contradicts the development of transverse, i.e. parametric vibrations.

Therefore, the objective of our research was to establish the link between the damping forces predetermined by the pipeline and the velocity of the liquid mass flow transported through the main pipeline, as well as to identify the conditions which ensure the minimum vibrations of the main pipeline in the transverse direction.

It was determined that the transverse (parametric) vibrations of the pipeline are damped if a flexible damping device is attached to the one end of the main pipeline (Fig. 1). The intensity of damping increases with the increasing velocity of the liquid mass (liquid flow) transported through the pipeline and the damping capacity (damping factor) of the damping device when the pipeline system entirely falls within the range of low-frequency transverse vibrations, which in its part, exerts an additional effect on the sustainability and safe operation of the pipeline.

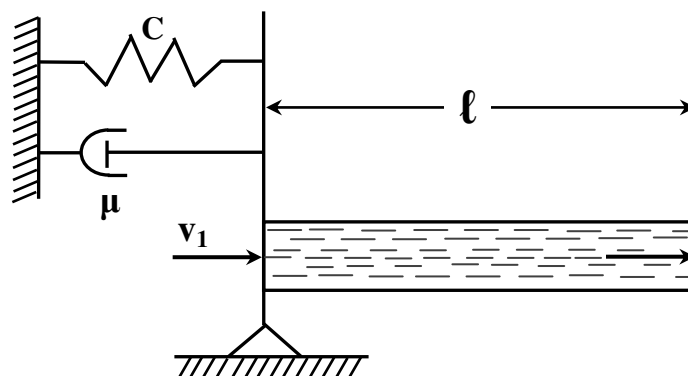


Fig. 1. Mechanical model of the system "Pipeline – Flexible damping element"

For a theoretical analysis, let us review the distributed parameter stem (pipeline) of a certain length equal to the length of the wave propagated in it. One end of the pipeline is attached to the flexible-damping element and the other end is free (Fig. 1).

2. Theoretical analysis

In the considered case, the frequency of parametric vibrations is calculated based on the relationship

$$\omega = \sqrt{\frac{3c - \mu^2}{m\ell^3}}, \quad (1)$$

where m is the mass of unit length of the stem (pipeline), km; ℓ is the entire length of the stem, m; c is the stiffness of the stem (pipeline) during its transverse movement at an angle equal to its unit, N/M, μ is the viscous friction factor of the stem (pipeline).

In case of parametric vibrations of the reviewed model, a certain force ($-2mv\dot{\varphi}_0$) develops in it (where v is the velocity of the longitudinal wave propagated in the stem (pipeline), m/sec; φ_0 is the angle between the longitudinal displacement point and the horizontal state (in degrees) which is directed against the transverse displacement, which acts against their critical amplitudes forced by the system and to a certain extent acts as a damper to suppress the transverse vibrations of the stem (pipeline).

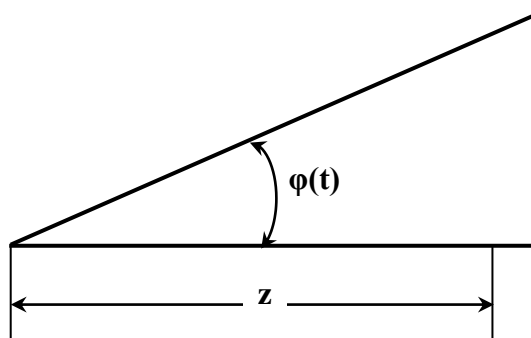


Fig. 2. Graphical drawing of the inclination angle in the pipeline transverse plane at any moment of time

In the course of the analysis of transverse vibrations of pipelines, it should be considered that the parametric vibrations occurring in the system are to a certain extent influenced by the velocity of the liquid mass flow moving in it and the pressure pulsation (fluctuation). Thus, the objective of our next research is to establish the link between the above-mentioned damping force, the flow velocity and the pressure pulsation to identify the conditions under which the displacement (vibration) in the transverse plane of the pipeline will be minimal.

Let us use the following symbols to make up a differential equation of transverse vibrations of the reviewed system.

In Fig. 2 is shown a longitudinal z section of the pipeline in coordinate x , $\varphi(t)$ being the angle of pipeline deflection at any moment of time. Accordingly, φz , $\dot{\varphi} z$ and $\ddot{\varphi} z$ will be the displacement, velocity and acceleration of this pipeline section, respectively. The forces developing during the interaction of liquid mass particles and pipeline walls will be dependent on the coordinates of z and will be directed perpendicular to the pipeline axis, i.e. $F = F(z, t)$. Accordingly, the force acting on the pipeline section of dz length will be Fdz , while the mass of liquid particles will be equal to $m_1 dz$ (where m_1 is the mass equal to the unit length of liquid flow). In this case, the differential equation of transverse vibrations of the system will be as follows:

$$F(z, t) = m_1 \ddot{x}(t) , \quad (2)$$

where $\ddot{x}(t)$ is the acceleration of liquid particles moving perpendicular to the pipeline axis.

In our case,

$$\ddot{x}(t) = \ddot{\varphi} z + 2\dot{\varphi} v , \quad (3)$$

where v is the velocity of liquid flow in the pipeline.

From equation (2) the intensity of forces acting on the liquid flow from the pipeline walls may be identified, i.e. it can be written as follows

$$F(z, t) = m_1 (\ddot{\varphi} z + 2\dot{\varphi} v) . \quad (4)$$

Really, analogous opposite forces from the liquid flow act on the pipeline walls as well and will create a negative point in respect to the center of connection of the flexible-damping device:

$$M = - \int_0^{\ell} m_1 (\ddot{\varphi} z + 2\dot{\varphi} z) dz = - m_1 \left(\ddot{\varphi} \frac{\ell^3}{3} + \dot{\varphi} v \ell^2 \right) . \quad (5)$$

Besides, the point of connection of the flexible-damping device to the pipeline – M_1 acts on the pipeline, which will be directed perpendicular to its geometric axis, opposite its transverse displacement which will be equal to:

$$M_1 = - (c\varphi + \mu\dot{\varphi}) . \quad (6)$$

Due to the above reasoning, the differential equation of the pipeline transverse vibration will be as follows:

$$M + M_1 = \frac{m\ell^3}{3} \ddot{\varphi} . \quad (7)$$

If expressions (5) and (6) are considered in this equation, we will obtain:

$$\frac{m\ell^3}{3} \ddot{\varphi} + m_1 \left(\frac{\ell^3}{3} \ddot{\varphi} + v \ell^2 \cdot \dot{\varphi} \right) + (c\varphi + \mu\dot{\varphi}) = 0 ,$$

$$\text{i.e. } \ddot{\varphi} + \frac{3(m_1 v \ell^2 + \mu)}{\ell^3(m + m_1)} \dot{\varphi} + \frac{3c}{\ell^3(m + m_1)} \varphi = 0 . \quad (8)$$

It is seen from expression (8) that $\varphi(t)$ represents an angle between the horizontal position of the pipeline and its inclination at a certain moment of time. The factor of its first derivative is positive, i.e. the process of vibration of the pipeline in transverse direction entirely bears a suppressible nature, and, at the same time, the suppression intensity increases with increasing liquid flow velocity and the damping factor. From the theoretical point of view, absolute balance - sustainability of the pipeline may be achieved by selection of their optimal values.

Physically, the achievement of effective suppression of transverse vibrations of the pipeline may be explained as follows: the second member in equation (8), which contains the first derivative of the rotation angle and represents a quasi-suppressive element, is derived by the force acting on the pipeline from the side of the liquid flow which in the considered case will be equal to:

$$F_2 = - (2m_1 v + \mu) \cdot \dot{\varphi} , \quad (9)$$

The pressure profile of force F_2 is shown in Fig. 3.

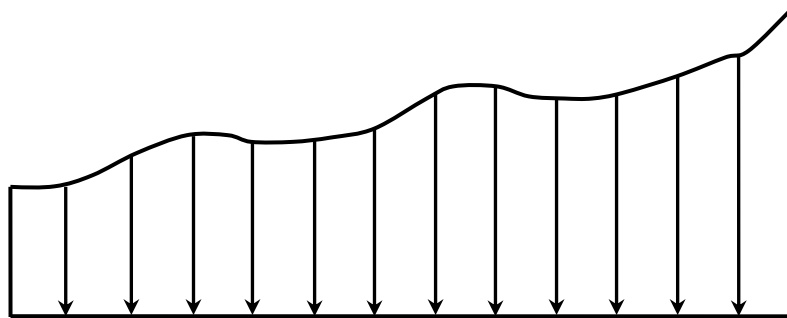


Fig. 3. Pressure profile of forces acting on the internal surface of the pipeline walls

Really, force F_2 depends on the liquid flow velocity (v) and the damping factor (μ).

It is seen from equation (9) that force F_2 is proportional to angular velocity $\dot{\varphi}(t)$ and creates a moment opposite in sign in the pipeline, when

$$\frac{3(m_1 \ell^2 v + \mu)}{\ell^3(m + m_1)} < 2 \sqrt{\frac{3c}{\ell^3(m + m_1)}},$$

then the general solution of equation (8) will be as follows:

$$\varphi = \ell^{-ht} (c_1 \sin \omega t + c_2 \cos \omega t), \quad (10)$$

and

$$h = \frac{6(m_1 v \ell^2 + \mu)}{\ell^3(m + m_1)},$$

$$\omega = \sqrt{\frac{9c^2}{\ell^6(m + m_1)^2} - \frac{36(m_1 v \ell^2 + \mu)^2}{\ell^6(m + m_1)^2}}, \quad (11)$$

where c_1 and c_2 are any constants which are defined from the initial conditions.

3. Conclusion

It is seen from equation (11) that, as mentioned above, the intensity of suppression of transverse vibrations of the pipeline increases with the increasing liquid flow velocity and damping factor, while the frequency of free vibrations (in our case, the frequency of parametric vibrations) decreases with the increasing liquid flow velocity and damping factor, i.e. more effective suppression of lower frequency vibrations is achieved, which positively affects the pipeline sustainability and operation safety, i.e. the rational values of the liquid flow velocity and the damping factor to be realized in practice ensure the minimal transverse displacement of the pipeline.

We developed the effective means of damping the transverse vibrations of the main pipelines of pressure hydrotransport systems [11, 12] and, by selecting the parameter values of their damping elements, the sustainability and safe operation of the main pipeline can be achieved.

REFERENCES

1. Н.Е. Жуковский. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. - Москва-Ленинград, Гостехтеоретиздат, 1949, 104 с.
2. W. Gandenberger. Grundlagen der graphischen Ermittlung der Druckchwankungen in Wasserversorgungsleitungen. - Oldenburg – München, 1950, 260 p.
3. V. Streeter, E. Wylie. Water hammer ant surge control. - Annu. Rev. Fluid Mechanics, Palo Alto, 1974, vol. 6, pp. 57-73.

4. J. Parmakian. Water hammer analysis. - Prentice-Hall Civil Engineering and Engineering Mechanics Series. NewYork, 1955, 270 p.
5. X. Христов. Гидравлически удари в напорни тръбопроводи. - София, 1971, 201 с.
6. Д.Н. Смирнов, Л.Б. Зубов. Гидравлический удар в напорных водоводах. - Москва, Стройиздат, 1975, 125 с.
7. М.А. Гусейнзаде, В.А. Юфин. Неустановившиеся движения нефти и газа в магистральных трубопроводах. - Москва, Недра, 1981, 232 с.
8. L. Makharadze, G. Kirmelashvili. Nonstationary processes in forcing hydrotransport systems and protection from water hammers. – Tbilisi, Metsniereba, 1986.
9. L. Makharadze, G. Kirmelashvili. Water hammer in pipelines at transportation of multi-phase hydromixtures. – Tbilisi, Metsniereba, 1997.
10. L. Makharadze, A. Tavelishvili. Multi-stage pressure pipeline hydrotransport systems. /Proceedings of the International Conference “Transport Bridge Europe-Asia”, Tbilisii, 2014.
11. L. Makharadze et al. Georgian Patent GEP 2006 3851B. Pressure Main Pipeline Fastening Equipment. Bulletin No. 11, 2006.
12. L. Makharadze, L. Gavasheli, V. Gelashvili. Hydrotransport System Main Pipeline Fastening Equipment./16th International Conference Transport & Sedimentation of Solid Particles, 18-20 September, Rostock, Germany, 2013.

РЕЗЮМЕ

ДЕМПФИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СИЛ

Махарадзе Л.И., Гавашели Л.Ш.

Грузинский технический университет

В статье рассмотрен вопрос демпфирования поперечных колебаний магистральных трубопроводов гидротранспортных систем с учетом влияния параметрических сил. Установлено, что поперечные (параметрические) силы являются затухающими, когда на одном конце трубопровода будет расположено упруго-демпфирующее устройство. Интенсивность поперечных колебаний увеличивается с увеличением коэффициента демпфирования и скорости движения жидкой массы (гидроаэросмеси) в трубопроводе. Кроме того, система полностью оказывается в диапазоне низких частот поперечных колебаний, что со своей стороны оказывает дополнительный эффект на устойчивость и надёжность, т.е. безопасность эксплуатации магистрального трубопровода.

Ключевые слова: гидротранспортная система, магистральный трубопровод, жидкая масса, частота потока, вибрация, упруго-демпфирующее устройство.

ფერთა თეორია ვებ-დიზაინში

ნამჩვენებე ც.გ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

ფერთა თეორია ვებ-დიზაინში არის მეცნიერება და იგი გამუდმებით ვითარდება. როგორც ყველა მეცნიერებას მასაც ჭირდება ღრმად ჩაწვდომა. ვებ-დიზაინერმა აუცილებელია იცოდეს როგორ შეარჩიოს ფერები იმისათვის, რომ ფერთა შეთანხმება სასიამოვნო იყოს მომხმარებლებისათვის. სტატიაში განხილულია ფერთა თეორიის ზოგიერთი საკითხი ვებ-დიზაინისათვის.

ფერთა ჰარმონიული შეთანხმება შეიძლება იყოს რბილი და დინამიური. რბილი ჰარმონიის დროს გამოიყენება გარდამავალი ფერები და ფერები განზავებული თეთრით ან შავით. დინამიური ჰარმონია გვაქვს, როდესაც გამოიყენება ნათელი, სუფთა ფერები შერევის გარეშე და ძლიერ კონტრასტული ფერები.

ფერთა ჰარმონიას განაპირობებს შემდეგი ფაქტორები: პირველი ფერთა კომბინაცია, მეორე – ფერთა კონტრასტი შეფერილობის, სიკაშკაშის და გაჯერებულობის მიხედვით. კონტრასტული ფერები შეფერილობის (Hue) მხრივ გულისხმობს აბსოლუტურად განსხვავებულ ფერებს. მაგალითად, ლურჯი და წითელი, შავი და თეთრი. ფერთა სიკაშკაშე (Brightness) დამოკიდებულია ფერში თეთრი ან შავი ფერის შემცველობაზე. თუ ავიღებთ ნებისმიერ ფერს თეთრი ფერის დამატებით მისი სიკაშკაშე გაიზრდება, ხოლო შავი ფერის დამატებით იგი გამუქდება. ფერის გაჯერებულობა (Saturation) განსაზღვრავს რამდენადაა ფერი „სუფთა“ ე.ი. შეიცავს თუ არა ის ნაცრისფერის შენარევს. ასპროცენტური გაჯერება ნიშნავს მხოლოდ სუფთა ფერს (როგორცაა ცისარტყელა ცაზე). აბსოლუტურად გაუჯერებელი ფერი არის აქრომატული მაგალითად, ნაცრისფერი.

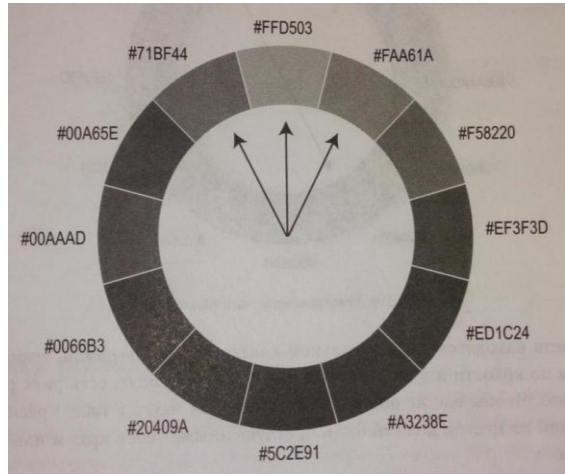
ჰარმონიულ კომბინაციაში აუცილებლად უნდა იყოს კონტრასტი შეფერილობის, სიკაშკაშის და გაჯერებულობის მიხედვით. [1,2].

შავი და თეთრი ფერები. შავი და თეთრი ფერები არის ყველაზე მარტივი ფერები. ისინი აქრომატული ფერებია ე.ი. ისეთი ფერებია, რომლებიც არ შეიცავს ფერად შეფერილობებს. თუ ერთმანეთში შევურევთ სუფთა შავ ფერს და სუფთა თეთრ ფერს ნებისმიერი თანაფარდობით მივიღებთ მხოლოდ სხვადასხვა შეფერილობის ნაცრისფერს. შავი და თეთრი ფერებიდან მიიღება აქრომატული შეფერილობები. შავი და თეთრი ფერები ყველაზე ლაკონური და ძლიერი შეთანხმებაა. საიტების მცირე რაოდენობაში თუ იქნება გამოყენებული მხოლოდ ეს ორი ფერი. ფერების ასეთი მინიმუმიზირება გულისხმობს მინიმალურ ტექსტს, რომელიც დატვირთული იქნება სიღრმისეული აზრებით.

შავი, თეთრი და წითელი ფერები. ქრომატული ფერებიდან ე.ი. ისეთი ფერებიდან, რომლებსაც გააჩნიათ შეფერილობები ადამიანი პირველად აღიქვამს წითელ ფერს. 2 აქრომატული ფერისა და 1 ქრომატული ფერის შეთანხმება საკმარისად ჰარმონიულია. თუ ვქმნით საიტს მინიმალური დიზაინით, მაშინ ყველაზე მარტივი გადაწყვეტაა თეთრი ფონი, წითელი სათაურები და წითელი ბმულები. გასათვალისწინებელია, რომ წვრილი წითელი ასოები შავ ფონზე (და პირიქით) ცუდად გამოიყურება. შავ და თეთრ ფერებზე ნებისმიერი ნათელი ფერის შეთანხმებით მივიღებთ სასიამოვნო კომბინაციას. აქრომატული ფერები შეეთანხმება ნებისმიერ ქრომატულ ფერს. თუ სამი ფერი ცოტა იქნება, მაშინ ძირითადი ქრომატული ფერი განაზავებთ შავით ან თეთრით.

მონოქრომული ჰარმონია. მონოქრომული კომპოზიცია აიგება ერთ ქრომატულ ფერზე და მის სხვადასხვა შეფერილობაზე. შეფერილობა იქნება ძირითად ფერზე უფრო ნათელი, თუ განვაზავებთ მას თეთრი ფერით. შეფერილობა იქნება მუქი, თუ ძირითად ფერს განვაზავებთ შავი ფერით. მონოქრომული ჰარმონია არის ძალიან რბილი ჰარმონია. პრაქტიკაში საინტერესო შეთანხმებას წარმოადგენს რამოდენიმე მონოქრომული შეფერილობა და ძირითად ფერთან მიმართებაში ერთი კონტრასტული ფერი. აღნიშნული გამოაცოცხლებს კომპოზიციას და აძლევს მას დინამიკას.

ანალოგური ჰარმონია. ანალოგური ჰარმონიის ასათვისებლად საჭიროა გამოვიყენოთ ფერების რგოლი – ცისარტყელა. ფერების რგოლში ფერი ერთიდან მეორეში გადადის სეგმენტების მიხედვით. რგოლი შედგება 12 სეგმენტისაგან. თითოეულ სეგმენტს მიწერილი აქვს ფერები თექვსმეტობით სისტემაში. ფერთა შეთანხმების ანალოგური ჰარმონია აიგება ძალიან მარტივად: ფერების რგოლზე უნდა აირჩეს ერთი ფერი, ხოლო მასთან შეთანხმებაში ორი მეზობელი ფერი ან ორი შემდეგი ფერი ან ორი წინა ფერი: ნახაზზე ისრებით ნაჩვენებია ფერების შერჩევა. თუ სამი ფერი ცოტაა დიზაინისათვის, მაშინ სასურველია აქრომატული ფერის დამატება. აგრეთვე შესაძლებელია ფერთა სიკაშკაშის გაზრდით ან შემცირებით პასტელური ტონების მიღება რბილი ჰარმონიის შესაქმნელად.



ანალოგური ჰარმონია

კომპლემენტარული ჰარმონია. კომპლემენტარული ჰარმონიის დროს აიღება ნებისმიერი ორი ფერი, რომლებიც ფერების რგოლზე განლაგებულია ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ. მაგალითად, წითელი და მწვანე, იისფერი და ყვითელი. რადგან ეს ფერები მაქსიმალურად კონტრასტულია, ამიტომ სასურველია ერთ-ერთი ფერი იყოს ნაკლებად კაშკაშა და ნაკლებად გაჯერებული. კომპლემენტარული წყვილი, როგორც წესი, გამოიყენება ნათელი, დინამიური დიზაინისათვის. მაგალითად, ეს ეხება საიტებს სპორტულ თემატიკაზე. რა თქმა უნდა, ორი ფერი საკმარისი არ იქნება დიზაინისათვის. სასურველია ძირითადი ფერების უფრო ნათელი და უფრო მუქი შეფერილობების დამატება.

ანალოგურ-კომპლემენტარული ჰარმონია. ანალოგურ-კომპლემენტარული ჰარმონიის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ფერებს ანალოგური ჰარმონიიდან დამატება ფერი, რომელიც შუა ფერის საწინააღმდეგო მხარეზეა. ჯამში გამოდის ოთხი ფერი. თუ დავუმატებთ ამ ოთხ ფერს შეფერილობებს, რომლებიც მიიღება ძირითად ფერებზე თეთრის შერევით, მაშინ შესაძლებელი იქნება საიტის ყველა განყოფილების სხვადასხვა ფერით გაფორმება. ეს ფერები იქნება ჰარმონიულად შეწყობილი.

სპლიტ-კომპლემენტარული ჰარმონია. სპლიტ-კომპლემენტარული ჰარმონიის დროს რგოლზე აიღება ორი ძირითადი ფერი, ასევე მასთან შეთანხმებაში აიღება ძირითადი ფერის საპირისპირო ფერის ორი მეზობელი ფერი. ასეთი შეთანხმების დროს ჰარმონია არის ნაკლებად აგრესიული. ზოგიერთი შეთანხმება შეიძლება ჩანდეს, როგორც არასტანდარტული. მაგალითად, მეწამული, ყვითელი და მწვანე. ამ შემთხვევაში გამოყავით ერთი ფერი სიკაშკაშის მიხედვით და შეცვალეთ დანარჩენი ფერის სიკაშკაშე და გაჯერებულობა.

სამკუთხა ჰარმონია. სამკუთხა ჰარმონია მიიღება იმ ფერების შეთანხმებით, რომლებიც განლაგებულია ფერების რგოლზე ცენტრში მოთავსებულ ტოლგვერდა სამკუთხედის წვეროებთან. სამკუთხედის ყოველ ერთი სექტორით გადაადგილებისას მიიღება ფერების ახალი სამეული. მაგალითად, წითელი, ღურჯი და ყვითელი.

ოთხკუთხა ჰარმონია. ოთხკუთხა ჰარმონიის დროს ფერების შერჩევა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ ფიგურას გამოვიყენებთ კვადრატს თუ მართკუთხედს. ოთხკუთხა ჰარმონიის უპირატესობა ისაა, რომ პირველი – აირჩევა ოთხი ფერი, მეორე - ფერები იქნება საინტერესო შეთანხმების. როგორც სხვა შემთხვევაში აქაც სასურველია 1-2 ფერის აღება როგორც ძირითადი ფერის, ხოლო დანარჩენი ფერი საჭიროებისამებრ უნდა გამოქვდეს ან გაღიავდეს.

ჩვეულებრივ, ფონი ხანგრძლივი კითხვის მიზნით აიღება ნათელი ფერის, ხოლო ტექსტი მუქი ფერის. არსებობს ასეთი წესი: საიტი ქვემო ნაწილში არ უნდა

იყოს ვიზუალურად უფრო მძიმე, ვიდრე ზემოთ. ეს ნიშნავს, რომ გაჯერებული და მუქი ფერები უნდა გამოვიყენოთ ზემოთ, ხოლო ქვემოთ – პირიქით. [3,4].

სტატიაში განხილულია ფერთა თეორიის ზოგიერთი საკითხი ვებ-დიზაინში, რომლებიც სასარგებლო იქნება ვებ-დიზაინით დაინტერესებული პიროვნებისათვის. ვებ-საიტების შექმნისას აქტიურად უნდა იყოს გამოყენებული ვებ-დიზაინისათვის ჩამოყალიბებული წესები ფერებისა და ფერთა შეთანხმებების შესახებ.

ლიტერატურა

1. <http://palleton.com> (7. 05. 2016).
2. colorloves.com (7. 05. 2016).
3. <https://refeart.ru> (7. 05. 2016).
4. Mark Boulton. Designing for the Web. The coach House Stanwell Road Panarth CF64 3EUL, United Kingtom. pg.129-167, (ელექტრონული სახელმძღვანელო) (7. 05. 2016).

SUMMARY

WEB DESIGN COLOR THEORY

Namchevadze Ts.V.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The paper deals with the color theory for web designers. It considers the factors determining the color harmony: color complementation and contrast according to color, brightness, and saturation. Some combinations of achromatic and chromatic colors are considered. There are established the types of color harmony: monochromatic, analogous, complementary, analogous-complementary, split-complementary, triad and rectangle.

Keywords: color theory, web design, color harmony.

მეზ-ლიზანი მობილური მოწყობილობებისათვის

ნამჩევაძე ც.გ.

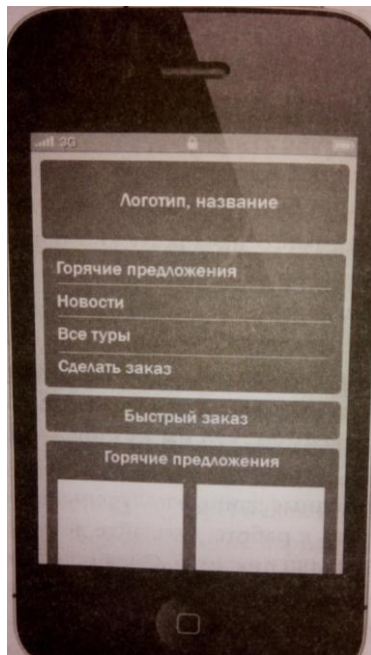
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი

თანამედროვე პირობებში გაიზარდა იმ მომხმარებელთა რაოდენობა, რომლებიც იყენებენ ინტერნეტს მობილური მოწყობილობების საშუალებით. მათ სულ უფრო მეტად ჭირდებათ არასტანდარტული და მოსახერხებელი ღიზანის შექმნა მობილურებისათვის. სტატიაში მოკლედ არის გადმოცემული თუ როგორ უნდა შეიქმნას ღიზანი საიტისათვის, რომელსაც დაათვალიერებს მომხმარებელი მობილური მოწყობილობებიდან. ასეთი ღიზანის შექმნისათვის:

პირველად, უნდა განისაზღვროს ეკრანის შესაძლებლობები ფიქსელში. მაგალითად, მოწყობილობებისათვის: Apple iPhone 3G ეს არის 480X320 ფიქსელი, ხოლო Apple iPhone 4G – 960X640 ფიქსელი. ლოგიკურია, რომ მაკეტი უნდა გაკეთდეს ყველაზე გაგრძელებული მობილურისათვის.

მეორედ, უნდა გაირკვეს რისთვისაა საჭირო ღიზანის მობილური ვერსია, რა უნდა იყოს მასში ყველაზე მნიშვნელოვანი და ღირებული. აღნიშნულის გათვალისწინებით უნდა გაკეთდეს სასარგებლო სერვისები (მომსახურებები) და ფუნქციები. დაუშვათ, შესაქმნელია საკონსულტაციო კომპანიის საიტი, მაშინ საჭირო იქნება: მოკლე ცნობები კომპანიის შესახებ, მომსახურების სია, კონტაქტები და სხვა. ამასთან შესაძლებელია გვექნდეს შემდეგი ფუნქციები: მატარებლების განრიგი, ამინდი, ახალი ამბები და სხვა.

ვთქვათ, საჭიროა 480X320 ფიქსელის მქონე მობილურისათვის ღიზანის შექმნა. ცხადია პატარა არეა, მაგრამ ვერტიკალური გადამხვევის საშუალებით შესაძლებელია სიმადლის გაზრდა. აღნიშნულ შემთხვევაში სწორი იქნება ერთი სვეტის გამოყენება ე.ი. ინფორმაცია უნდა იქნას განთავსებული ერთ სვეტში. ბლოკები უნდა განლაგდეს ერთმანეთის ქვემოთ მათი მნიშვნელოვნების კლების მიხედვით ისე, როგორც ნაჩვენებია სურ. 1-ზე.



სურ. 1. iPhone-ისათვის საიტის მაკეტი

სურ. 2. საიტის მზა ღიზანი

მობილურისათვის საიტის შესაქმნელად მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ შემდეგი:

1) მომხმარებლები ყველაზე მეტად მობილური მოწყობილობებისათვის იყენებენ არა თაგვს ან მართვის დილაკებს, არამედ საკუთარ თითს. თითის პატარა ობიექტებზე დაჭერა ან შეხება ძალიან რთულია. ამიტომ დილაკები და ბმულები უნდა გაკეთდეს ისეთი, რომ მოსახერხებელი იყოს მათზე თითის დაჭერა.

2) საიტი უნდა იყოს: სწრაფად ჩატვირთვადი, ინფორმაცია აქტუალური და ადვილად მისაწვდომი, გამოსაყენებლად მოსახერხებელი რამდენადაც ეს შესაძლებელია.

3) საიტი მობილურისათვის საჭიროა იყოს წვეადი იმისათვის, რომ დიდი ეკრანის შემთხვევაში მომხმარებელმა მიიღოს უფრო დიდი არე. საიტის მაკეტის შექმნის შემდეგ უნდა მოხდეს შემდეგ სტადიაზე გადასვლა – ტექსტების, ნავიგაციის ელემენტების დამატება და ა.შ. (სურ. 2) [1-3].

დიზაინის შექმნის შემდეგ პროგრამისტი უზრუნველყოფს საიტის ასახვას ეკრანზე. აღსანიშნავია, რომ პოპულარულ პროგრამებს PHP, Wordpress აქვს მოდულები, რომელთა გამოყენებაც აჩქარებს საიტის დამუშავებას.

სასარგებლო უტილიტები (მომსახურე პროგრამები). თუ საჭიროა საიტის მობილური ვერსიის შექმნა და დიზაინერს არ უნდა დახარჯოს ბევრი რესურსი, ამისათვის არსებობს სასარგებლო უტილიტები. ასეთი უტილიტების საშუალებით შესაძლებელია საკმაოდ სწრაფად შეიქმნას საიტი მობილური მოწყობილობებისათვის. დიზაინერს საშუალება ეძლევა ჩატვირთოს ლოგოტიპი, პიკტოგრამები და მცირედ შეცვალოს სტანდარტული დიზაინი. უტილიტის გამოყენება არის ადვილი და ეკონომიური ხერხი მობილურისათვის საიტის შესაქმნელად.

საიტის wirenode.com უტილიტები წარმოადგენს საიტების კონსტრუქტორს. მისი გამოყენებით შესაძლებელია საიტის არა მარტო გარეგნული სახის ცვლილება, ამასთან კონტენტის, ბმულების სურვილისამებრ განთავსება. აგრეთვე მიწვდომადია მნახველთა სტატისტიკა, რომლითაც გასაგები გახდება თუ რამდენი მომხმარებელი შემოვიდა საიტზე მობილური მოწყობილობებიდან [4-5].

ამრიგად, შესაძლებელია მობილურებისათვის არასტანდარტული სერვისებისა და ფუნქციების გაკეთება. ამისათვის საჭიროა შესაბამისი დიზაინის შექმნა და შემდეგ დაპროგრამება. დიზაინის შექმნისათვის დიზაინერმა უნდა იცოდეს ზოგადი წესები მობილურის დიზაინისათვის. გარდა ამისა, დიზაინის ვიზუალური სახე და მოხერხებულობა დამოკიდებულია დიზაინერის გემოვნებასა და პროფესიონალიზმზე.

ლიტერატურა

1. mobilewebbook.com; 25.04.2016
2. lukew.com; 25.04.2016
3. referat.ru; 25.04.2016
4. mobisitegalore.com; 25.04.2016
5. winksite.com. 25.04.2016

SUMMARY

WEB DESIGN FOR MOBILE DEVICES

Namchevadze Ts.V.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

The paper deals with web design for mobile devices. It is emphasized that, to make a web design for such devices, it is essential to know the display capability in pixels. For this purpose, a mobile version of design is necessary. With this in mind, desired applications and functions must be installed. There are such utility software that facilitate the work of a web designer.

Keywords: web design, mobile device, Apple iPhone, service, utility.

მზის ფოტოელემენტური ბარდამაქმნელების თერმოსიზონური
ბაცივების სისტემა

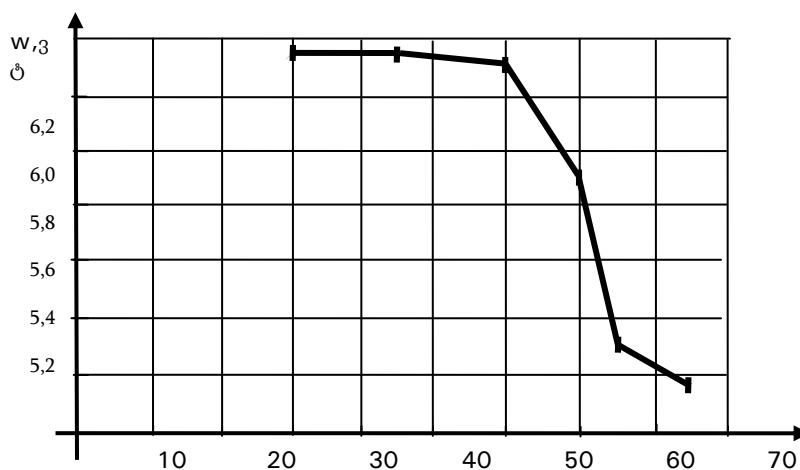
ხაჩიძე თ.ი., ავალიანი ი.მ.

სსიპ ინსტიტუტი „ოპტიკა“
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხშირ შემთხვევაში ფოტოელემენტის ეფექტურობის გასაზრდელად ფოტო-ვოლტურ ბლოკებში გამოიყენება მზის ენერჯის ოპტიკური კონცენტრაცია. რაც თავის მხრივ მასალის ეკონომიისა და მთლიანად ფოტოვოლტური ბლოკის ფასის შემცირებას იწვევს.

მაგრამ მზის ენერჯის კონცენტრირებისას იზრდება არა მარტო ელექტრული ენერჯია არამედ ფოტოელემენტის მიერ გამოყოფილი სითბური ენერჯიაც, რომელიც საგრძნობლად აცხელებს ფოტოელემენტის კრისტალს, აუარესებს მის პარამეტრებს და შეიძლება მწყობრიდანაც გამოიყვანოს [1]. ამის თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება ფოტოელემენტის გაცივების სხვადასხვა მეთოდები და სისტემები. ერთერთი ყველაზე გავრცელებულია მაღალი თბოგამტარობის ლითონის (ალუმინი, სპილენძი) რადიატორით ელემენტიდან სითბოს ართმევა. მხოლოდ რადიატორით გაცივება ვერ უზრუნველყოფს მაღალი კონცენტრაციისას კრისტალზე გამოყოფილი სითბოს ართმევას, რის გამოც საჭირო ხდება აირის ან სითხის ნაკადით გაცივების დამატება, რაც საგრძნობლად ართულებს კონსტრუქციას და ზრდის მის ფასს.

მზის ფოტოელემენტისათვის გაცივების სისტემის დამუშავებისას ჩვენთვის პირველ რიგში მნიშვნელოვანი იყო გაგვერკვია კონკრეტული ფოტოელემენტისათვის მუშაობის ოპტიმალური ტემპერატურა. ანუ მისი გაცხელების ტემპერატურული დიაპაზონი რომლის დროსაც ის გამოიმუშავებს მაქსიმალურ ელექტრულ სიმძლავრეს და მუშაობს სტაბილურად. გამოკვლევა ჩატარებული იქნა GaInP/GaAs/Ge სტრუქტურის მქონე ფოტოელემენტზე. ფოტოელემენტის გაცივება ხდებოდა წყლის ნაკადით, რომლის სიჩქარის ცვლილება საშუალებას გვაძლევდა დაგვეყენებინა ფოტოელემენტის ტემპერატურა. მიღებული ელექტრული სიმძლავრის ათვლა ხდებოდა ფოტოელემენტის სხვადასხვა ტემპერატურისას. ამ დროს არ იცვლებოდა ფოტოელემენტზე დაცემული სხივური ენერჯია და ტემპერატურის ცვლილება განპირობებული იყო მხოლოდ გაცივების ხარისხის ცვლილებით.



ნახ.1. ფოტოელემენტიდან გამომავალი ელექტრული სიმძლავრის დამოკიდებულება ფოტოელემენტის ტემპერატურაზე

შევისწავლეთ ფოტოელემენტიდან გამომავალი ელექტრული სიმძლავრის დამოკიდებულება ფოტოელემენტის ტემპერატურაზე (ნახ.1). მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ ფოტოელემენტიდან გამომავალი ელექტრული სიმძლავრე 60°C ტემპერატურამდე პრაქტიკულად არ მცირდება, ხოლო შემდგომ იწყებს მკვეთრ შემცირებას. ე.ი. ჩვენ შეგვიძლია დავუშვათ კონცენტრირებისას ფოტოელემენტის გაცხელება 60°C ტემპერატურამდე ისე, რომ არ დაგვარგოთ ელექტრული სიმძლავრე.

ჩატარებული კვლევიდან გამომდინარე უნდა დამუშავებულიყო გაცივების სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფდა ფოტოელემენტის ტემპერატურის შენარჩუნებას არა უმეტეს 60°C , მასზე დაცემული მზის სხივური ენერჯიის საკმაოდ დიდი მნიშვნელობისას (კონცენტრაციის მაღალი ხარისხის დროს). ტიპის მიხედვით ასეთ შემთხვევაში ერთ-ერთ საუკეთესო ვარიანტად ჩვენს მიერ მიჩნეული იქნა თერმოსიფონის პრინციპზე დაფუძნებული გაცივების სისტემა.

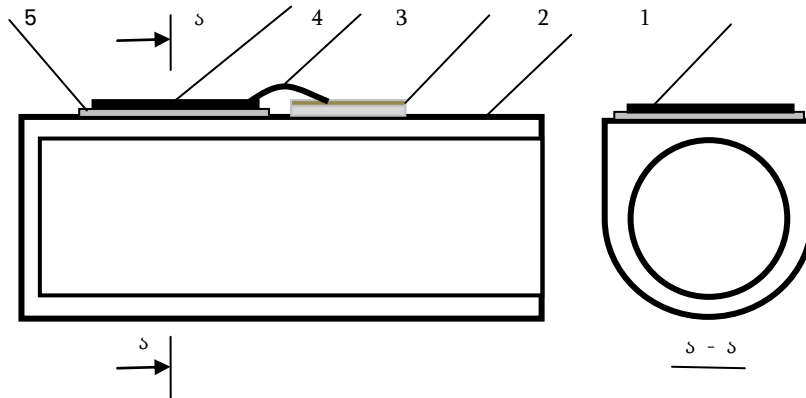
თერმოსიფონები წარმოადგენენ ყველაზე მარტივ თბურ მილებს. ჰერმეტიკულად დახურულ მილში, რომლიდანაც ამოტუმბულია ჰაერი მოთავსებულია სითხის რაღაც რაოდენობა. მილის ქვედა ნაწილის (აორთქლების ზონა) გაცივებისას ხდება სითხის აორთქლება და ორთქლი ადის ცივი ბოლოსკენ (კონდენსაციის ზონა), სადაც კონდენსირდება. კონდენსატი გრავიტაციური ძალების ზემოქმედებით მილის კედლებით ბრუნდება აორთქლების ზონაში. გარკვეულ პირობებში ეს პროცესი გრძელდება უწყვეტად. აქედან გამომდინარე ორთქლადქცევის სიბოლ L ხარჯზე წარმოებს თბოგადაცემის პროცესი. რადგან ორთქლადქცევის სიბოლ დიდია, თერმოსიფონის ბოლოებს შორის მცირე ტემპერატურის სხვაობის შემთხვევაშიც ხორციელდება საკმაოდ დიდი სიბოლ გადატანა [2].

ორთქლის გადატანა თერმოსიფონში აორთქლების ზონიდან კონდენსაციის ზონაში ხდება ამ ზონებს შორის წნევათა სხვაობით. რადგან თერმოსიფონის მუშაობას თან ახლავს პირველი რიგის ფაზური გარდაქმნები, შესაძლებელია კლაპეირონ-კლაუზიუსის განტოლების გამოყენება, რომელიც წარმოადგენს პირველი რიგის ფაზური გადასვლების ძირითად განტოლებას.

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)}$$

სადაც dp/dT - ტემპერატურისგან წნევის ცვლილებაა; L - გარდაქმნილი სიბოლ; T - ფაზური გადასვლის ტემპერატურა; $V_2 - V_1$ - სითხე-ორთქლი სისტემისთვის მოცულობათა სხვაობაა.

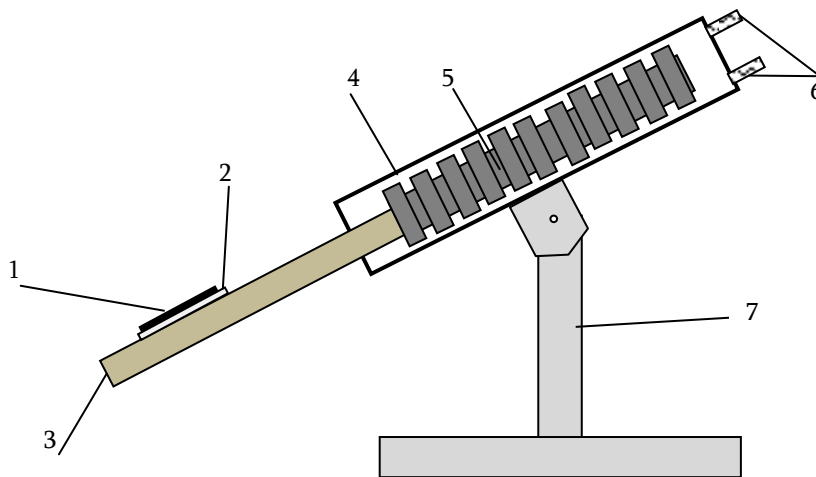
თერმოსიფონებს გააჩნიათ მაღალეფექტური თბოგამტარობა. მაგრამ მათ ასევე გააჩნიათ ნაკლოვანებებიც. ერთერთი ძირითადი ნაკლოვანება ისაა, რომ კონდენსატის დაბრუნება აორთქლების ზონაში ხორციელდება გრავიტაციული ძალებით, ეს კი ნიშნავს, რომ აორთქლების ზონა მუდამ დაბლა უნდა იყოს კონდენსაციის ზონაზე. ეს ნაკლოვანება პრაქტიკულად გამოირიცხება მზის ენერჯიის გარდაქმნისას, რადგან ფოტოელემენტი მზის ენერჯიის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნისას დახრილია (არ იმყოფება ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში), შესაბამისად დახრილი იქნება გაცივების ის სისტემა, რომელზეც ის არის განთავსებული. გამომდინარე აქედან გაცივების სისტემის სხვადასხვა ნაწილები იქნება სხვადასხვა დონეზე. ეს კი საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ გაცივების თერმოსიფონის პრინციპი. ჩვენს მიერ დამუშავებული ფოტოელემენტიდან სიბოლს ართმევს თერმოსიფონური სისტემა ჭრილში მოცემულია ნახ.2-ზე.



ნახ.2. ფოტოელემენტის თერმოსიფონით გაცივების სისტემა.

- 1 - თერმოსიფონის კედლები; 2 - მინატექსტოლიტი; 3 - კრისტალის დამჭერი-გამომყვანი; 4 - ფოტოელემენტის კრისტალი; 5 - ინდიუმის კილიტა.

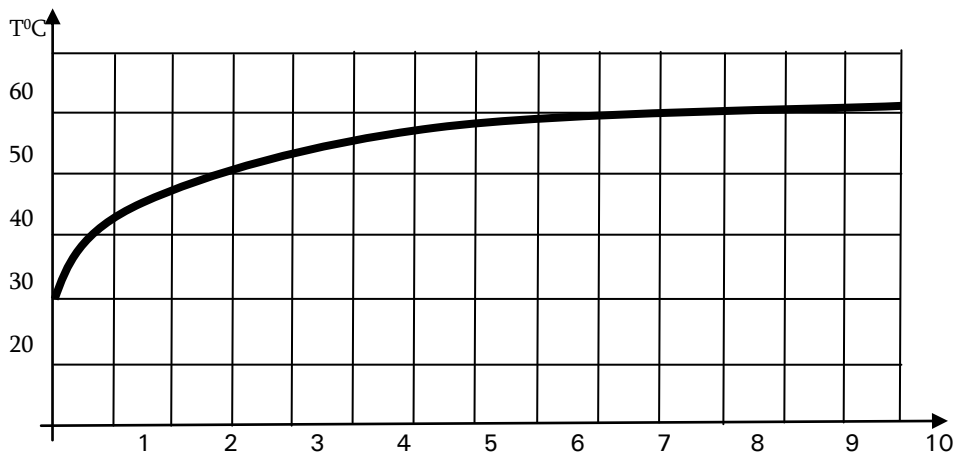
თერმოსიფონი წარმოადგენს სპილენძის (ალუმინის) მილს (1), რომლის ერთი მხარეც ბრტყელია. ბრტყელი მხარე განკუთვნილია ფოტოელემენტის კრისტალის (4) დასამაგრებლად. ფოტოელემენტსა და მილს შორის კარგი სითბური კონტაქტის უზრუნველსაყოფად მოთავსებულია ინდიუმის კილიტა (5) სისქით 150 მკმ. თხელი და რბილი ინდიუმის კილიტა ავსებს იმ ღრეჭოებს რომლებიც შეიძლება წარმოიშვას ფოტოელემენტსა და მილს შორის. ფოტოელემენტიდან ემმ-ს მოხსნა ხორციელდება (3) კრისტალის დამჭერი-გამომყვანით, რომელიც თავის მხრივ უერთდება (2) ფოლგირებულ მინატექსტოლიტს. თერმოსიფონის ქვედა მხარე დახურულია, ხოლო ზედა უერთდება კონდენსატორს, რომელიც მოთავსებული წყლის ავზში. წყალი ართმევს კონდენსატორს ენერჯიას და აცივებს მას. ფოტოელემენტის გაცივებისა და წყლის გაცხელების ერთიანი სისტემა მოცემულია ნახ. 3-ზე.



ნახ.3. ფოტოელემენტის გაცივებისა და წყლის გაცხელების ერთიანი სისტემა

- 1 - ფოტოელემენტის კრისტალი; 2 - ინდიუმის კილიტა; 3 - თერმოსიფონის მილი; 4 - წყლის ავზი; 5 - კონდენსატორი; 6 - წყლის შესასვლელი და გამოსასვლელი მილები; 7 - მაორიენტებული სადგამი.

იმისათვის, რომ გაცხელებულ ფოტოელემენტს წავართვათ სითბო საჭიროა თერმოსიფონში მოვათავსოთ თბომატარებელი სითხე. ამ სითხის შერჩევას პირველ რიგში გასათვალისწინებელი იყო მისი დუდილის ტემპერატურა. ეს პარამეტრი უნდა ყოფილიყო ფოტოელემენტის მუშაობისათვის ოპტიმალურ ტემპერატურაზე ნაკლები ან ტოლი. ამ მხრივ ჩვენი აზრით საუკეთესო ვარიანტს წარმოადგენდა აცეტონი, რომლის დუდილის ტემპერატურა დაახლოებით 56 °C-ია. თერმოსიფონში განსათავსებული აცეტონის რაოდენობა იმდენი უნდა იყოს, რომ მან მოთიანად შეავსოს ფოტოელემენტის გაცხელების ზონა ანუ უნდა შექმნას აორთქლების ზონა. თუ ფოტოელემენტი მზის ენერგიის ზემოქმედებით გაცხელდება ისე, რომ მისი ტემპერატურა და მისი განთავსების ზონის ტემპერატურა გადააჭარბებს 56°C მაშინ აცეტონი დაიწვებს დუდილს და შესაბამისად ინტენსიურ აორთქლებას. აორთქლებისას აცეტონი ართმევს სითბურ ენერგიას ფოტოელემენტის კრისტალს და გადააქვს კონდენსატორისაკენ, რომელიც განთავსებულია წყლის ავზში და ცივდება წყლით. კონდენსატორში ცივდება აცეტონის ორთქლი და გადასცემს საკმაოდ დიდ სითბურ ენერგიას წყალს, რომელიც თავის მხრივ თბება. გაცივებული აცეტონი კვლავ გადადის თხევად მდგომარეობაში და სიმძიმის ძალის ზეგავლენით კვლავ ჩამოედინება აორთქლების ზონაში. ეს პროცესი უწყვეტად მეორდება მანამდე სანამ მზის ენერგია მოქმედებს ფოტოელემენტზე. აღნიშნული პროცესი იმითაცაა კარგი, რომ ის უზრუნველყოფს ფოტოელემენტის ტემპერატურის სტაბილიზაციასაც გარკვეულ დიაპაზონში, რადგან თუ ფოტოელემენტის ტემპერატურა მოიმატებს აცეტონის აორთქლება უფრო ინტენსიური ხდება და შესაბამისად ფოტოელემენტიდან სითბოს გადატანაც უფრო ინტენსიური ხდება, რითაც ხდება ფოტოელემენტის ტემპერატურის შენარჩუნება, იზრდება მხოლოდ გაცხელებული წყლის ტემპერატურა.



ნახ.4 ფოტოელემენტის ტემპერატურის დამოკიდებულები მზის ენერგიით გაცხელების დროზე

აღნიშნული თერმოსიფონი გამოიყენა მზის ენერგიის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხარისხისას ამ დროს კონცენტრაციის ზრდისას იზრდებოდა, როგორც ფოტოელემენტის მიერ გამომუშავებული ელექტრული სიმძლავრე ასევე მისი ტემპერატურაც. გარკვეულ მომენტში ტემპერატურის ზრდა შეწყდა (ნახ.4) გადავიდა გაჯერების რეჟიმში. ეს იმით აიხსნება, რომ თერმოსიფონში დაიწყო აცეტონის დუდილი და მისი ინტენსიური აორთქლება შესაბამისად ინტენსიურად დაიწყო ფოტოელემენტის გაცივებაც. ამ დროს ვზომავდით ტემპერატურებს აორთქლების

ზონის დასაწყისსა და ბოლოში. გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ ტემპერატურათა სხვაობა არ აღემატება 3°C. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ფოტოელემენტზე ტემპერატურა თანაბრადაა გადანაწილებული, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია მისი სტაბილური და ეფექტური მუშაობისათვის.

ლიტერატურა

1. Avaliani J. J., Kordzakhia I. I., Avaliani I.M., Chikovan R. I. , Khachidze T. I. Investigation of solar cell temperature for different cooling systems and concentration degrees. //Georgian Engineering News, 2012, No.1 (vol.61), pp. 66-69.
2. Дан П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы. (Пер. с англ.). - М.: Энергия, 1979, 272 с.

SUMMARY

THERMOSYPHON COOLING SYSTEM FOR SOLAR THERMOELECTRIC TRANSDUCERS

Khachidze T.I. and Avaliani I.M.

LEPL Institute “Optica”

Georgian Technical University

The paper deals with the design of a thermosyphon cooling system for solar cells. From the obtained investigation results, it can be inferred that the thermosyphon system is efficient for cooling the thermoelectric transducers with high concentration of solar energy. At the same time, this system provides high temperature stability of the cells.

Keywords: solar cell, thermoelectric transducer, thermosyphon cooling system.

საქართველოს, როგორც ევრაზიის სატრანსპორტო
დერეფნის როლი და მნიშვნელობა

მარგალიტაძე ი.ნ., გეგეშიძე ე.ი., გაბიაშვილი ლ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საქართველოს გეოპოლიტიკური მდებარეობა, როგორც ქვეყნის მნიშვნელოვანი სტრატეგიული რესურსი, ქმნის ხელსაყრელ პირობებს საერთაშორისო სატრანსპორტო სისტემაში საქართველოს ინტეგრირებისთვის. სახელმწიფო პოლიტიკა უპირველესად მიმართული უნდა იქნას ახალ ეკონომიკურ სივრცეში საქართველოს მეწარმეთა ეფექტიანად შესვლის პირობების შესაქმნელად. ამავე დროს, ეკონომიკური საზღვრების გახსნასთან ერთად ეს პოლიტიკა, განსაკუთრებით გარდამავალ პერიოდში, უნდა ითვალისწინებდეს საშინაო ბაზრისა და ადგილობრივი მეწარმის დაცვას გაცილებით უფრო ძლიერი უცხოური მეწარმისგან.

საქართველოს გეოპოლიტიკური პოტენციალის ათვისების და საერთაშორისო სატრანსპორტო სისტემაში მისი ინტეგრაციის ერთ-ერთი ეფექტიანი ფორმა არის საქართველოს მიერ სატრანზიტო სატრანსპორტო დერეფნის თანამომსახურების ფუნქციის შესრულება.

სატრანსპორტო დერეფანი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს, როგორც გარკვეული გეოგრაფიული არეალების დამაკავშირებელი და მათ შორის სატრანსპორტო ნაკადების მიმართული მოძრაობის მომსახურე სისტემა, უზრუნველყოფილი საკანონმდებლო ბაზით, განვითარებული ინფრასტრუქტურით და მართვის ლოგისტიკური სისტემებით.

პანევროპული სატრანსპორტო დერეფნების ფორმირების კონცეფცია, რომელიც კრეტის კონფერენციაზე (1994წ.) ჩამოყალიბდა, ასახავს ევროპის ერთიან სოციალურ-ეკონომიკურ სივრცეში ცენტრალური და აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყანათა ინტეგრაციის პოლიტიკას. საქართველოსთვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ტრასეკას დერეფნის მიერთებას პან-ევროპულ დერეფნებთან, აგრეთვე შავი ზღვის პან-ევროპული არეალის კონცეფციის რეალურ განხორციელებას. იმისთვის, რომ შესწავლილიყო ტრასეკას მარშრუტის დაკავშირება შავი ზღვის რეგიონთან და პან-ევროპულ დერეფნებთან, ევროკომისიის მხარდაჭერით 1997 წელს თბილისში ჩატარდა კონფერენცია შავი ზღვის ეკონომიკური თანამშრომლობისა და ტრასეკას მონაწილე ქვეყნების მაღალი ოფიციალური პირების წარმომადგენლობით. სწორედ ეს შეხვედრა გახდა წინაპირობა 1997 წლის ჰელსინკის პან-ევროპული სატრანსპორტო კონფერენციისა, რომელზეც 4 პან-ევროპული სატრანსპორტო არეალი განისაზღვრა: ხმელთაშუა ზღვის, ადრიატიკის, ბარენცის და შავი ზღვების (Pan European Transport Area. PETRA).

კავკასიის რეგიონის მიმართ დასავლეთის ქვეყანათა რეალური ინტერესის კონკრეტული გამოხატულებაა ევროკავშირის ტასისის პროგრამის ფარგლებში მიმდინარე ტრასეკას რეგიონალური პროექტი, რომლის მიზანია ევროპა-კავკასიის-აზიის სატრანსპორტო დერეფნის განვითარების ხელშეწყობა, რათა შეიქმნას ამ რეგიონის ქვეყანათა შორის (ბულგარეთი, უკრაინა, საქართველო, აზერბაიჯანი, სომხეთი, თურქმენეთი, ყაზახეთი, ყირგიზეთი, ტაჯიკეთი, უზბეკეთი და მონღოლეთი) ურთიერთობათა ისეთი მექანიზმი, რომელიც ხელს შეუწყობს ტვირთების მოძრაობას აღნიშნული მიმართულებით.

განსაკუთრებულია ამიერკავკასიისა და ცენტრალური აზიის, როგორც ენერგომატარებლებით და სხვა რესურსებით ერთ-ერთი უმდიდრესი რეგიონის, მნიშვნელობა. რეალისტურად აფასებენ რა კასპიისპირეთის რეგიონის არსებული პოლიტიკურ მდგომარეობასა და რესურსებს, მსოფლიოს უმსხვილესი ნავთობმომპოვებლები თვლიან, რომ აუცილებელია დაიწყოს ამ რეგიონში ნავთობისა და გაზის მოპოვებისა და ტრანსპორტირებისთვის საჭირო ფართომასშტაბიანი სამუშაოები.

შესაბამისად, ტრანსკავკასიური სატრანსპორტო დერეფნის ფუნქციონირების უზრუნველყოფაში შეუძლებელია, თავისი მნიშვნელობით, ერთმანეთს გაემიჯნოს პოლიტიკური და ეკონომიკური ასპექტები.

იქმნება პოლიტიკური და ეკონომიკური სტაბილობის ისეთი გარემოს ჩამოყალიბების საიმედო პირობები, რომელშიაც საგრძნობლად იზრდება ეთნოკონფლიქტების დარეგულირებისა და მათი მშვიდობიანი გზით მოწესრიგების შანსები. ენერგომატარებლების და სხვა ტვირთების სატრანზიტო ფუნქციის შესრულებას თან მოყვება: ეკონომიკის მრავალი სექტორის გამოცოცხლება; ახალი სამუშაო ადგილებისა და ადეკვატური ინფრასტრუქტურის შექმნა; ქვეყნის ბიუჯეტის შევსების სტაბილური და მძლავრი დამატებითი წყაროს შექმნა; გზების კეთილმოწყობა და რკინიგზის ტრანსპორტის აღდგენა; პორტების რეკონსტრუქცია და განვითარება; ტურიზმის განვითარება; ქვეყნის სატრანსპორტო სისტემაში მართვისა და რეგულირების თანამედროვე ფორმების ამოქმედება; კონკურენციის პრინციპულად ახალ გარემოში სატრანსპორტო მომსახურების თვისობრივად ახალი ნორმების დამკვიდრება [1,2].

კავკასიის დერეფანი საუკუნის პროექტია, მრავალმხრივი და გლობალური, რომელსაც ბევრი უმნიშვნელოვანესი წამოწყება უკავშირდება. მაგ. ინოვაციური - სახელმწიფოთაშორისი პროექტები ნავთობ- და გაზსადენებისთვის, კავკასიის რკინიგზების სარეაბილიტაციო პროექტები, საჰაერო მარშრუტები და სხვა.

ტრასეკას პროექტის რეალიზაციით საქართველო რეალურად ერთვება მსოფლიოს გლობალურ ინტერესთა სფეროში. ტრასეკას დერეფნის ამოქმედების პროცესში საქართველო ევროკავშირის სტრატეგიული პარტნიორი ხდება. შესაბამისად, ტრანსკავკასიური სატრანსპორტო დერეფნის ფუნქციონირების უზრუნველყოფაში შეუძლებელია, თავისი მნიშვნელობით, ერთმანეთს გაემიჯნოს პოლიტიკური და ეკონომიკური ასპექტები.

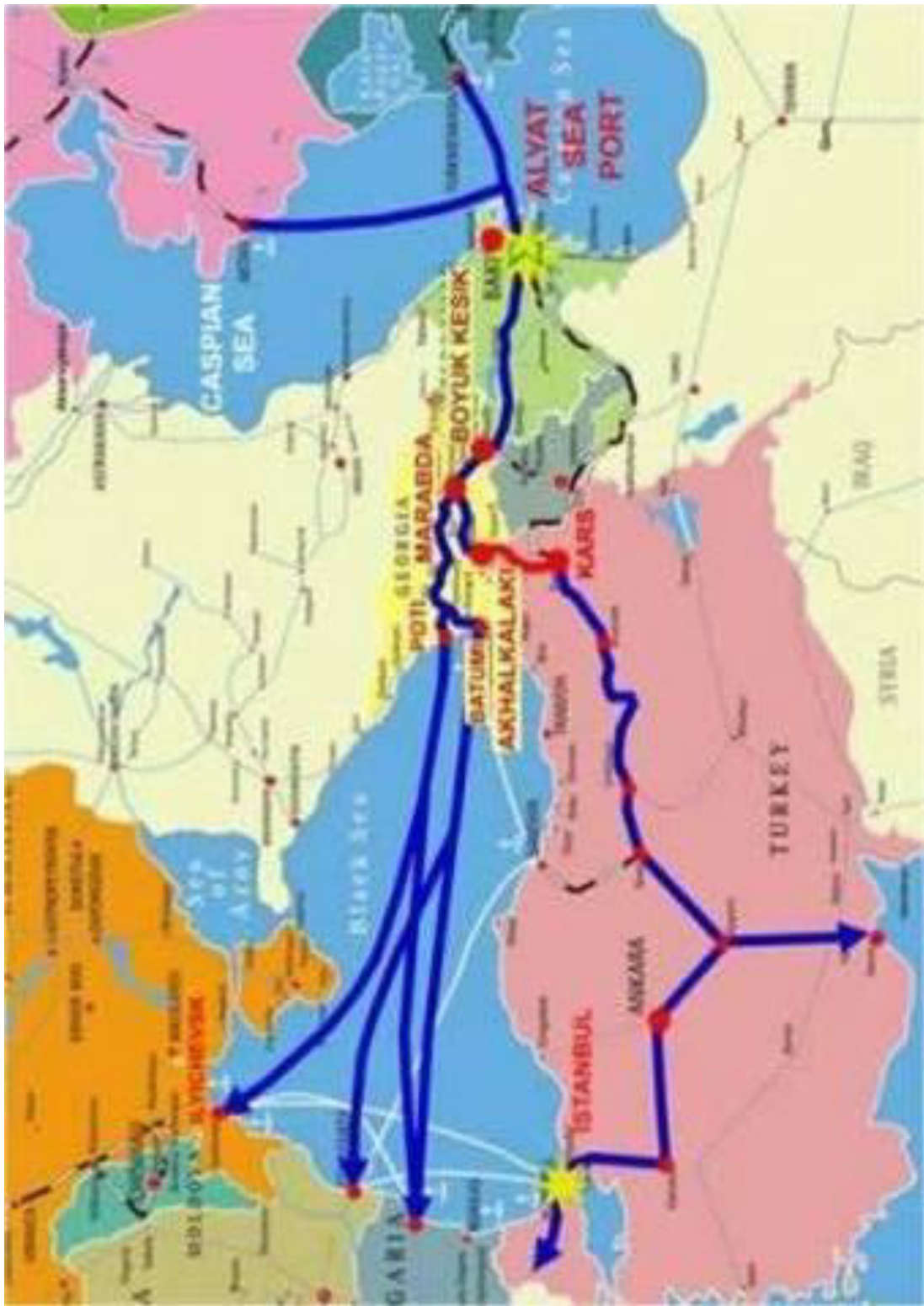
ტრასეკას დერეფნის განვითარების მნიშვნელოვანი პირობა არის ტრანსპორტის მინისტრთა თბილისის (1996წ.) კონფერენციის გადაწყვეტილებათა რეალიზაცია. მათ შესაბამისად, ტრასეკას წარმატების მნიშვნელოვანი პირობებია:

- ტრასეკას კავკასიური ნაწილის ჩართვა შავი ზღვის პანევროპულ სატრანსპორტო არეალში (PETRA), ან ტრასეკას კავკასიური ნაწილისთვის არსებული 10 პანევროპული დერეფნის სტატუსის მინიჭება;
- პანევროპულ დერეფნებთან (კერძოდ, მე-4, მე-7, მე-8 და მე-9 დერეფნებთან) დაკავშირება;
- ხმელთაშუა ზღვის აუზის სატრანსპორტო სისტემასთან დაკავშირება;
- მარშრუტის განვითარება აღმოსავლეთის მიმართულებით და აზიის სატრანსპორტო დერეფნებთან (ESKAP –ის პროექტები) დაკავშირება.

შავი ზღვის ეკონომიკური თანამშრომლობისა და ტრასეკას ქვეყნების სატრანსპორტო კონცეფციის მიერ მოწონებული იდეების განხორციელება - ტრასეკას დერეფნის მართვის კომიტეტის ჩამოყალიბება და საგადაამხდლო საკლირინგო მექანიზმის შექმნა - ხელს შეუწყობს ამ მიმართულების განვითარებას.

ამიერკავკასიის სატრანსპორტო დერეფნის ფორმირებისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ოთხი ქვეყნის - საქართველოს, აზერბაიჯანის, თურქმენეთისა და უზბეკეთის - პრეზიდენტების მიერ ხელმოწერილ სერაქსის (1996 წ.) ხელშეკრულებას, რომელსაც შემდგომში, შეუერთდნენ ბულგარეთი და ყირგიზეთი. საქართველოს სატრანსპორტო პოლიტიკის სტრატეგიულ ამოცანას წამოადგენს ამ ხელშეკრულების მოქმედების არეალის გაფართოება როგორც დასავლეთის, ასევე აღმოსავლეთის მიმართულებით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სამი ქვეყნის - ჩინეთის, ყირგიზეთის და უზბეკეთის - ხელშეკრულებით შექმნილი, ამ ქვეყნებზე გამავალი უმოკლესი სარკინიგზო გზის გამოყენება და მისი დაკავშირება, როგორც ტრასეკას პროგრამასთან, ასევე, სერაქსის ხელშეკრულებასთან. შესაბამისად, იქმნება ერთიანი გრანდიოზული სატრანსპორტო არეალი, რომელიც აღმოსავლეთიდან, ჩინეთის საზღვაო პორტებიდან, გაერცვლდება ჩრდილოეთ ევროპის საზღვაო პორტებამდე (ამსტერდამამდე). ამგვარ პირობებში საქართველოს გეოპოლიტიკური მდგომარეობა განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს.

ევრაზიის სატრანზიტო მარშრუტები დასავლეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებასთან ერთად მოიცავს ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებასაც.



ტრასეკას სატრანსპორტო დერეფანი

საქართველოს აქვს მნიშვნელოვანი პოტენციალი ამ მიმართულებით სატრანსპორტო დერეფნის ჩამოყალიბებაში. სადღეისოდ, ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად მოქმედებენ საქართველოდან ჩდილოეთისაკენ და სამხრეთისაკენ მიმართული ტრასები. საქართველოს შეუძლია შეასრულოს ამ მიმართულებით ინტეგრირება ჩრდილოეთ-

სამხრეთის შემადგენელ დერეფანში, მისი დიდი პოლიტიკური და ეკონომიკური მნიშვნელობის გამოყენებით.

განსაკუთრებით ყურადღება უნდა მიექცეს ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებით რუსეთთან სატრანსპორტო ურთიერთობის გაზრდის პოლიტიკურ ასპექტს, როგორც დიდი მნიშვნელობის მქონეს, ამიერკავკასიაში კონფლიქტების დარეგულირებისთვის.

აღსანიშნავია, რომ რეგიონში არსებობს ამგვარი დერეფნის განვითარების პერსპექტივის განსხვავებული ხედვები. საქართველოს დასჭირდება მოქნილი პოლიტიკის გატარება არსებული პოტენციალის საკუთარი ინტერესების შესაბამისად წასამართავად.

ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულების დერეფნის განვითარების გრძელვადიან პერსპექტივას ქმნის საქართველოს მონაწილეობა გაეროს ეკონომიკური კომისიის პროექტებში, როგორც არის ტრანსევროპული ჩრდილო-სამხრეთული საავტომობილო მაგისტრალი და ტრანსევროპული ჩრდილო-სამხრეთული სარკინიგზო მაგისტრალი (TEM და TER). ეს პროექტები მიმართულია თანამედროვე საავტომობილო და სარკინიგზო ქსელის შექმნაზე, რომელიც დააკავშირებს ბალტიის, ადრიატიკის, ეგეოსის და შავი ზღვების რეგიონებს.

საქართველოს მიერ სატრანსპორტო ფუნქციის შესრულება გულისხმობს არა მარტო საზღვაო და სახმელეთო, არამედ საჰაერო დერეფნების განვითარებას. არსებული პოტენციალის გამოსაყენებლად აუცილებელია საჰაერო-სანავიგაციო სისტემების რეაბილიტაცია/განვითარება, ფრენის თანამედროვე საერთაშორისო სტანდარტების უზრუნველყოფის მიზნით.

საქართველოს სატრანსპორტო სისტემის საერთაშორისო სისტემაში ინტეგრაციის უახლოესი მიმართულებებია:

- რეგულარული სარკინიგზო, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტვირთდამუშავების ტიპის გემებით შავი ზღვისა და ხმელთაშუა ზღვის აუზის ქვეყნებში ტვირთგადაზიდვების უზრუნველყოფა;
- ევროპასთან დასაკავშირებლად სამდინარო ტრანსპორტის გამოყენება (დუნაი-რეინ-მანი სისტემა) ტვირთების გადასაზიდად შავი ზღვის საქართველოს ნავსადგურებიდან (ე. წ. მდინარე-ზღვის პრინციპი);
- სამხრეთის (თურქეთი) მიმართულებით სარკინიგზო ხაზების განვითარება;
- საჰაერო დერეფნის განვითარება დასავლეთ-აღმოსავლეთ და ჩრდილოეთ-სამხრეთის მიმართულებებით;
- საავტომობილო გზების განვითარება ჩრდილოეთის (რუსეთი) და სამხრეთის (თურქეთი) მიმართულებებით;
- პოლიტიკური მოწვევების შემდეგ აფხაზეთზე საავტომობილო და სარკინიგზო მიმოსვლის აღდგენა.

ლიტერატურა

1. ზ. ბერაია. საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტი გარდამავალ პერიოდში, თბილისი, 2003წ.
2. საქართველოს მთავრობა „ქვეყნის ძირითადი მონაცემები და მიმართულებები 2012-2015 წლებისთვის“, (გადამუშავებული ვარიანტი), თბილისი, 2011.

SUMMARY

GEORGIA'S ROLE AS A EURASIA'S TRANSPORT CORRIDOR

Margalitatdze I.N., Gegeshidze E.I. and Gabidzashvili L.G.

Georgian Technical University

Georgia should participate in international transport programs to realize fully Georgia's geopolitical potential and to integrate in the international transport system. By participating in the TRACECA (Transport Corridor Europe-Caucasus-Asia) program, Georgia is involved in the sphere of interests of global powers. In the framework of TRACECA, Georgia becomes a strategic partner of the European Union.

Keywords: TRACECA, transport corridor, transit, geopolitics.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ СОЗДАНЫХ НА ОСНОВЕ УТИЛИЗИРОВАННЫХ БОЕПРИПАСОВ

Хомерики С.К., Кучухидзе З.К., Априашвили А.Г., Шатберашвили Г.Г., Абесадзе Н.А.,
Апциаури А.М.

ЮЛПП Горный институт им. Г.А. Цулукидзе

В настоящее время на военных базах бывшего Советского Союза скопилось большое количество боеприпасов с истекшим сроком годности, хранение или массовое уничтожение которых представляет серьезную проблему.

Поэтому на первый план выдвинулись проблемы, решение которых состоит в их утилизации с извлечением всех полезных компонентов с целью последующей переработки полученных продуктов для возврата в экономику.

Процесс утилизации боеприпасов и их длительное хранение должны строиться на принципах:

- комплексности, предусматривающей переработку всех элементов каждого изделия, включая боевые части, метательные заряды и двигатели, средства инициирования, системы управления, тару и пр.;
- обеспечения высокого уровня безопасности работ, с учетом того обстоятельства, что процесс утилизации более опасен, чем процесс снаряжения;
- соблюдения экологической чистоты.

Утилизация устаревших боеприпасов в Грузии производится Государственным военно-научно-техническим центром «Дельта» на временных полигонах. В горном институте им. Г. Цулукидзе выполнен проект «Разработка технологий и создание промышленных взрывчатых веществ на основе утилизированных боеприпасов», в котором, наряду с учеными и инженерами института, были задействованы и ведущие специалисты центра «Дельта». В рамках проекта на базе утилизированных баллистических и пироксилиновых порохов разработаны безопасные в обращении, дешевые и высокоэффективные промышленные взрывчатые вещества. Применение взрывчатых веществ на основе устаревших боеприпасов при добыче полезных ископаемых открытым способом, помимо значительного экономического эффекта, обеспечивает более высокий уровень экологической безопасности утилизации по сравнению с их уничтожением на открытых полигонах.

В Лаборатории исследования взрывчатых материалов и технологии взрыва на основе определенных расчетных параметров конверсионных взрывчатых веществ и взрывчатых смесей на их основе экспериментально определили гравитационную плотность и скорость детонации заряда.

При изменении скорости детонации экспериментальные ВВ размещались в пластмассовых тонкостенных трубах (2,5-3,0 мм) длиной 200-322 мм и диаметром 47; 66 и 106 мм. Масса основного заряда, в зависимости от его длины и диаметра, менялась от 500 до 2250 г. Во всех экспериментах в качестве промежуточного детонатора применялась навеска порошкообразного гексогена массой 100 г. Ввиду малой прочности оболочки экспериментальные заряды расцениваются как открытые. За начало отсчета удаления точек наблюдения (установки датчиков) (L) принят торец промежуточного детонатора.

Результаты изменения скорости детонации (D) на отдельных участках открытых зарядов пироксилиновых порохов 9/7, 4/1 и твердого ракетного топлива РСТ-4К представлены на графиках (рис.1).

Как видно из представленных данных, во всех случаях зависимость $D=f(L)$ имеет вид гиперболы (рис.2). Скорость детонации в экспериментальных конверсионных соединениях резко убывает по мере удаления зоны химической реакции от торца промежуточного детонатора до отметки 100 мм. После этой отметки скорость детонации стабилизируется.

Критический диаметр открытого заряда равен 66 мм. При этом наибольшая скорость распространения детонационной волны характерна для измельченного твердого ракетного топлива РСТ-4К (2,483 км/с), затем в убывающем порядке следуют пироксилиновые пороха 9/7 (2,1 км/с) и 4/1 (1,468 км/с).

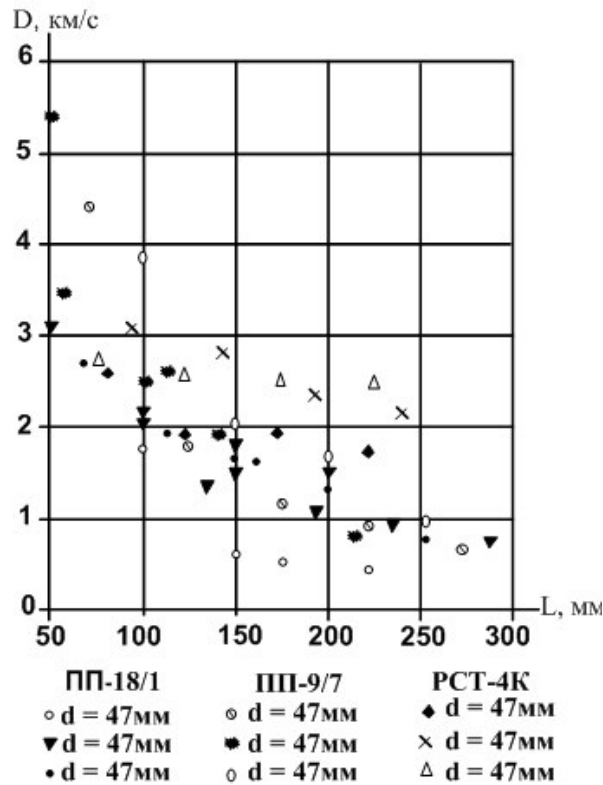


Рис. 1. Изменение скорости детонации конверсионных ВВ по длине заряда

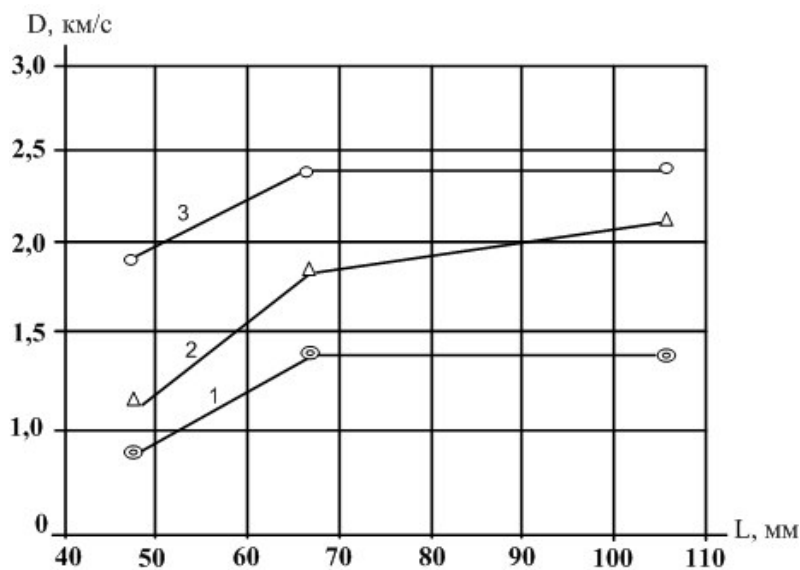


Рис. 2. Графики изменения скорости детонации конверсионных ВВ от диаметра заряда
1 - пироксилиновый порошок 4/1; 2 - пироксилиновый порошок 9/7; 3 - ракетное топливо РСТ-4К

Опытные взрывы открытых зарядов экспериментальных смесей, загущенных 10%-ным водным раствором желатина в количестве 5 мл на кг смеси, производились при диаметре последних 47; 66 и 106 мм.

Исследовалось изменение скорости детонации по длине зарядов следующих взрывчатых смесей в различных пропорциях AN+ПП-9/7, AN+PCT-4K и AN+ \sum ПП-9/7, ПП-4/1, PCT-4K [1, 2], (рис. 3 и 4).

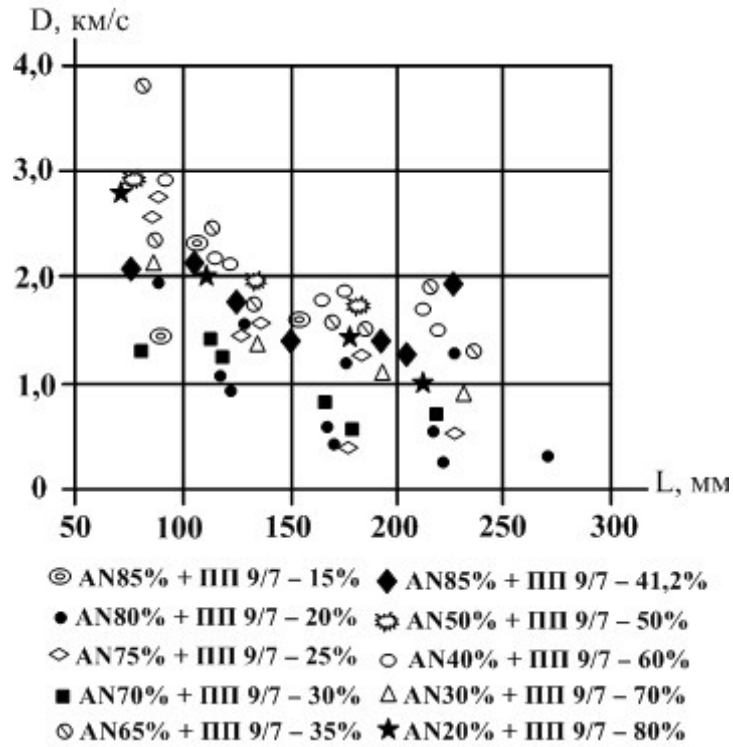


Рис. 3. Изменение скорости детонации взрывчатых смесей AN +ПП 9/7 по длине заряда, d=106 мм

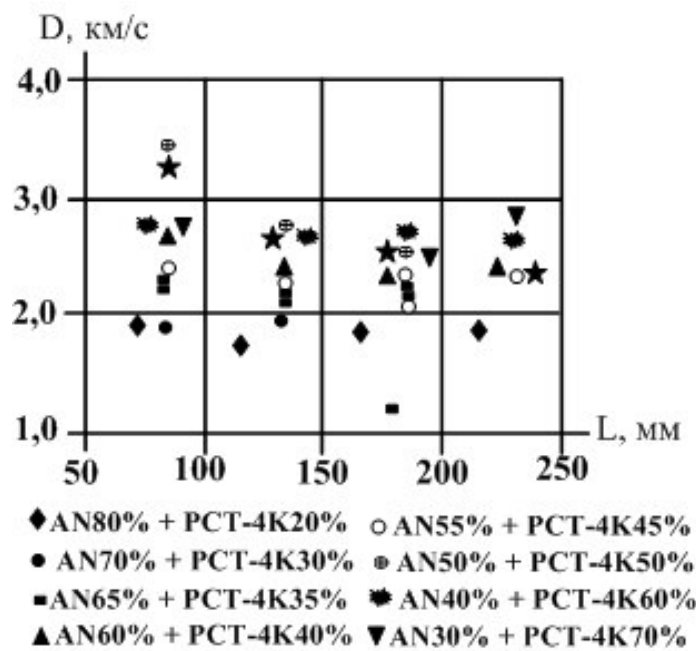


Рис. 4. Изменение скорости детонации взрывчатых смесей AN +PCT-4K по длине заряда при d=106 мм

На рис. 5 приведены графики зависимости скорости детонации экспериментальных взрывчатых составов от процентного содержания в них конверсионного компонента.

Как видно из этих графиков, скорость детонации смесей имеет явно выраженный максимум в диапазоне процентного содержания конверсионных компонентов 42-65%. При этом следует отметить, что нижняя граница этой области соответствует составам с нулевым (или близким к нулю) кислородным балансом.

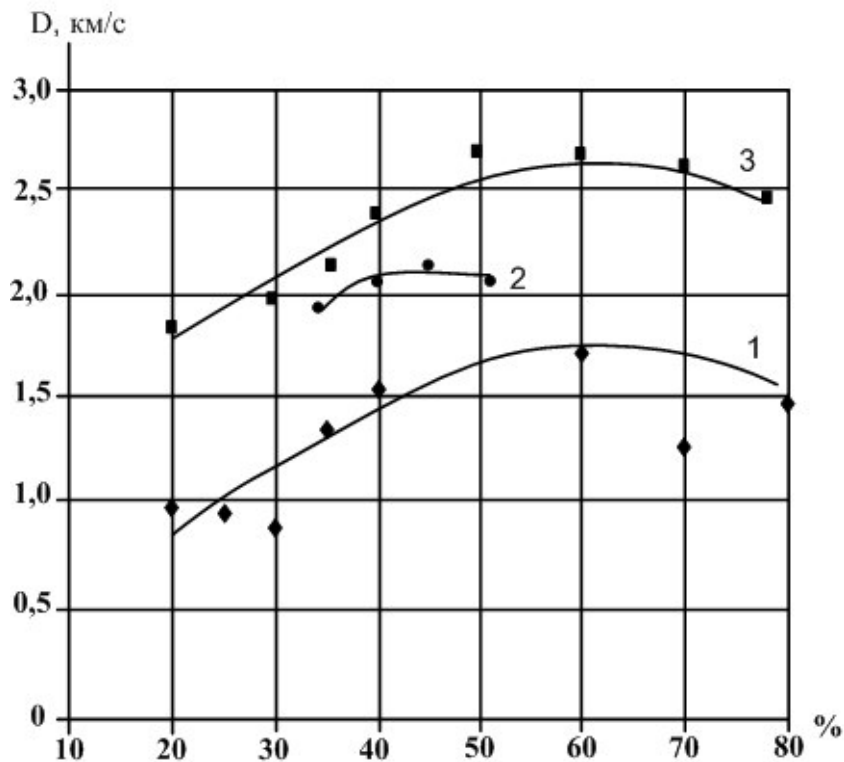


Рис. 5. Зависимость скорости детонации взрывчатых смесей от содержания в открытом заряде конверсионных ВВ.

1 - пироксилинового пороха 9/7; 2 - смеси пироксилиновых порохов 9/7, 4/1 ракетного топлива РСТ-4К; 3 - ракетного топлива РСТ-4К

В таблице приведены расчетные и экспериментальные характеристики конверсионных взрывчатых составов и экспериментальных взрывчатых смесей на их основе [3-5].

Расчетные и экспериментальные характеристики конверсионных соединений и взрывчатых смесей на их основе

Состав (тип) ВВ	± % Кислородный баланс	Гравиметрическая плотность, т/м ³	Содержание Н ₂ О по отношению к NH ₄ NO ₃ %	Энергия взрыва, e _в , кДж/кг	Объемная концентрация энергии, e _в , МДж/м ³	Объемгазов взрыва, V _г , л/кг	Критический диаметр открытого заряда, Д _{кр} /мм	Скорость детонации открытого заряда, D, км/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ANFO (эталон)	-0	0,8	-	3813	3050	980-990	100	1,25
Пироксилиновый порох 9/7	-28,6	0,89	-	2933-3771	2610-3356	900-970	66	1,655
Смеси AN и ПП 9/7 с загустителем (10%-ный водный раствор желатина в количестве 50 мл/кг):								
85%AN+15%ПП 9/7	+12,7	1,02	5,56	2673-2799	2726-2855	968-978,8	100	0,9
80%AN+20%ПП 9/7	+10,28	1,02	5,89	2689-2857	2743-2914	964-977,8	100	0,94
75%AN+25%ПП 9/7	+7,85	1,01	6,25	2706-2916	2733-2945	959,7-977,2	100	1,1
70%AN+30%ПП 9/7	+5,24	1,0	6,57	2719-2970	2719-2970	955,9-976,9	100	1,2
65%AN+35%ПП 9/7	+2,99	0,99	7,15	2737-3030	2710-3000	951,8-976,3	100	1,32
60%AN+40%ПП 9/7	+0,56	0,98	7,7	2752-3085	2697-3023	958-976	100	1,42
50%AN+50%ПП 9/7	-4,3	0,97	9,09	2782-3201	2699-3105	940-975	100	1,59
40%AN+60%ПП 9/7	-9,16	0,95	11,12	2812-3315	2671-3149	932-974	100	1,74
30%AN+70%ПП 9/7	-14,02	0,93	14,24	2842-3429	2643-3189	923-973	100	1,64
20%AN+70%ПП 9/7	-18,88	0,92	20,0	2872-3543	2642-3560	916-972	100	1,48
Ракетное топливо РСТ-4К	-23,94...-27,75	0,67	-	9377-9771	6283-6547	640-635	66	2,43

Смеси AN и ПП 9/7 с загустителем (10%-ный водный раствор желатина в количестве 50 мл/кг:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
80%AN+20%ПП 9/7	+11,21...+10,45	0,97	5,89	3980-4059	3861-3937	912-911	100	1,8	
70%AN+30%ПП 9/7	+6,82...+5,68	0,905	6,67	4655-4773	4213-4320	878-877	100	1,99	
65%AN+35%ПП 9/7	+3,43...+3,29	0,88	7,15	4992-5130	4393-4514	866-859	100	2,148	
60%AN+40%ПП 9/7	+2,43...+0,9	0,86	7,7	5329-5487	4583-4719	844-842	100	2,318	
55%AN+45%ПП 9/7	+0,23...-1,49	0,85	8,34	5666-5844	4816-4967	827-825	100	2,62	
50%AN+50%ПП 9/7	-1,97...-3,87	0,825	9,09	6004-6200	4953-5115	810-808	100	2,672	
40%AN+60%ПП 9/7	-6,36...-8,65	0,75	11,12	6679-6915	5009-5186	776-773	100	2,65	
30%AN+70%ПП 9/7	-10,76...-13,42	0,715	14,29	7353-7628	5257-5454	742-739	100	2,63	
20%AN+80%ПП 9/7	-15,15...-18,2	0,75	20,0	8028-8343	6021-6257	708-704	100	2,508	
Смеси AN и \sum ПП 9/7; 4/1 и РСТ-4К в равных пропорциях с загустителем (10%-ный раствор желатина в количестве 50 мл/кг):									
65%AN + 35% \sum порохов	+3,29	1,015	7,15	3248	3297	941	100	2,017	
65%AN + 35% \sum порохов	+0,9	1,01	7,7	3749	3786	936	100	2,027	
65%AN + 35% \sum порохов	-1,49	1,005	8,34	3889	3908	930	100	2,140	
65%AN + 35% \sum порохов	-3,81	1,0	9,09	4029	4029	925	100	2,105	

В графе 9 указанной таблицы представлены средние значения скорости детонации открытого заряда за пределами зоны активного влияния промежуточного детонатора, а расчетные параметры для ракетного топлива РСТ-4К и взрывчатых смесей на его основе даны с учетом предельных значений процентного содержания компонентов, входящих в состав ракетного топлива РСТ-4К.

Для возможности сопоставления приведенных показателей с аналогичными характеристиками традиционного промышленного взрывчатого вещества в эту же таблицу включены данные по ANFO, как эталонного взрывчатого вещества. По экспериментальным данным построены графики изменения скорости детонации различных взрывчатых соединений с нулевым кислородным балансом от расстояния за пределами зоны активного влияния промежуточного детонатора (рис. 6).

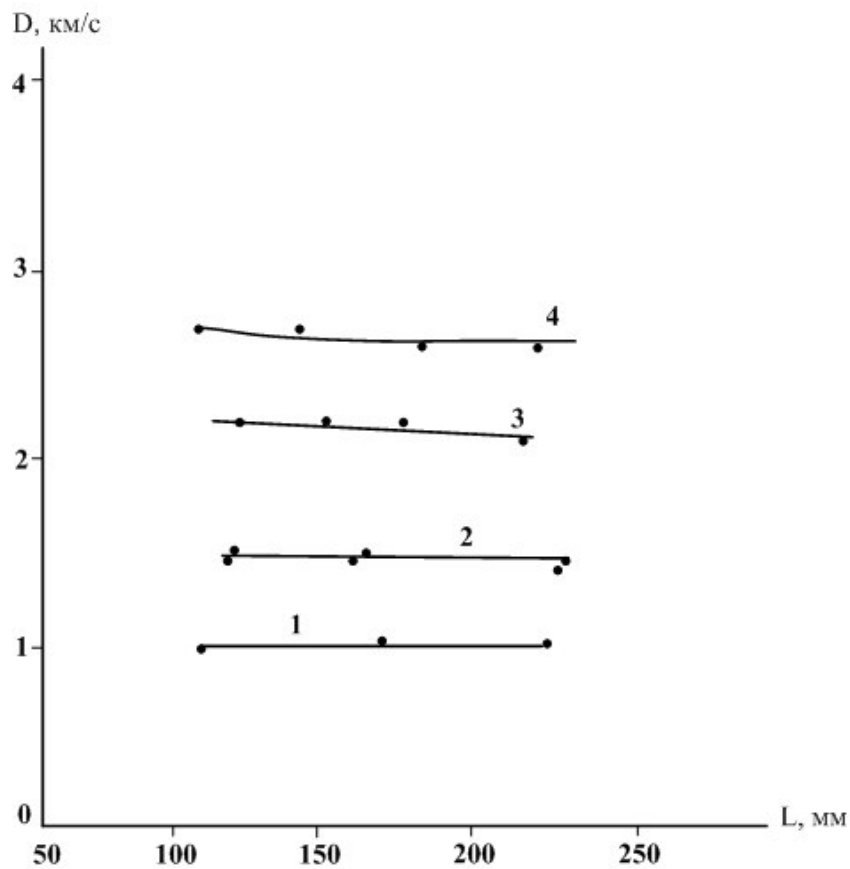


Рис. 6. Графики скорости детонации взрывчатых смесей по длине заряда различных типов экспериментальных ВВ.

1 - ANFO – эталонное ВВ; 2 – смесь аммиачной селитры с пироксилиновым порошком 9/7 в соотношении 60/40; 3 – аммиачная селитра со смесью пироксилиновых порохов 9/7, 4/1 и ракетным топливом РСТ-4К в соотношении

$AN \sum \text{ПП}$, РСТ-4К-60/40; 4 - смесь аммиачной селитры с измельченным ракетным топливом РСТ-4К в соотношении 40/60

Как видно из представленных данных (таблицы и рис. 6), экспериментальные составы на основе конверсионных взрывчатых соединений по своим детонационным характеристикам превосходят эталонное ВВ (ANFO).

Следует отметить, что полученные результаты являются промежуточными, поскольку пока еще отсутствуют сведения по расчетным и экспериментальным характеристикам нитроглицериновых (баллиститных) порохов и взрывчатых смесей на их основе, а также не установлены экспериментальные характеристики ВВ на основе конверсионных составов в промышленных условиях. Тем не менее, полученные результаты на данном этапе исследований подтверждают целесообразность вовлечения в экономику списанных взрывчатых соединений боевого назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щукин Ю.Г., Кутузов Б.Н., Мацевич Б.В., Татищев Ю.А. Промышленные взрывчатые вещества на основе утилизированных боеприпасов. Под общей ред. Щукина Ю.Г.: учебное пособие для вузов. – М., Недра, 1998, 319 с.
2. Андреев К.К., Кутузов Б.Н. Новое поколение гранулированных промышленных ВВ на основе пористой аммиачной селитры. // Горный журнал, 2003, №6, сс. 27-32.
3. Перечень рекомендуемых промышленных взрывчатых материалов. – М. Недра, 1987, 45 с.
4. Н. Tudeshki, P. Michelson. Development of a technology and industrial explosives based on utilized ammunition. //World of Mining, GDMB, Clausthal-Zellerfeld, Germany, 2005, pp.264-269.
5. P. Michelson, H. Tudeshki, S. Rossbach. Industrial explosives based on waste military ammunition. //Aggregates International, May/June, 2006, pp. 6-11.

SUMMARY

RESEARCH OF THE PROPERTIES OF EXPLOSIVES PRODUCED ON THE BASIS OF UTILIZED AMMUNITION

Khomeriki S.K., Kuchukhidze Z.K., Apriashvili A.G., Shatberashvili G.G., Abesadze N.A. and Aptsiauri A.M.

G. Tsulukidze Mining Institute

The problems of storage or mass destruction of ammunition expired are put forward. Recycling of out-of-date ammunition opens ample opportunities of use of fighting equipment in the industry. At G. Tsulukidze Mining Institute, in the project framework, based on utilized ballistite and pyroxylin gunpowder, cheap and highly effective industrial safe explosives were developed, which application at open mining operations, besides considerable economic benefit, provides a higher level of ecological safety of recycling in comparison with their destruction on open ranges. At the Laboratory of Explosives Research and Blasting Technologies of G. Tsulukidze Mining Institute, the gravitation density and the speed of charge detonation were experimentally defined. As is obvious from the presented data, the experimental structures based conversion explosive compounds by their detonation characteristics surpass the explosives (ANFO).

Keywords: recycling, utilized ammunition, explosives, ballistite, pyroxylin gunpowder, conversion, open charge, intermediate detonator, speed of detonation, critical diameter.

OPTICAL CONTROL OF THE TRANSMISSION SPECTRUM OF THE OPTICALLY ACTIVE LIQUID CRYSTAL LAYER

Ponjavidze N.T., Bortolozzo U., Residori S., Chanishvili A.G., Chilaya G.S. and Petriashvili G.Sh.

**Nonlinear Institute of Nice, France
Institute of Cybernetics of Georgian Technical University**

Abstract. A several micron thick layer of a photosensitive optically active liquid crystal material possessing the optical activity of a very high value was studied. A photoinduced change in optical rotation resulting in a significant shift of the transmittance spectrum of the layer between crossed polarizers was obtained.

Keywords: optical activity, cholesteric liquid crystal, photosensitivity, optical information recording.

Optical information recording systems are usually based on using a layer of photosensitive material wherein, under the effect of light, one of the optical parameters can be modulated. A number of publications on this topic were concentrated on using the optical activity of the material as a modulated property [1,2]. The optical parameter changing under the light effect in this case is the angle of polarization plane rotation. However this principle was ultimately rejected due to the absence of a photosensitive material with sufficiently high optical activity. The value of specific rotation of the best one was 22 deg/mm [3,4]. To obtain an appreciable photoinduced change of the polarization plane rotation in this material, the layer several millimeters thick was required.

In this paper we demonstrate a photosensitive optically active cholesteric liquid crystal (CLC) material possessing a very high value of specific rotation (10^4 deg/mm), which allows obtaining a significant photoinduced change of optical properties in a layer several microns thick. We used a photo-isomerisable nematic ZhK-440 (NIOPIK) [5-8] and anon-photosensitive optically active dopant MLC-6248 (Merck). Varying the percentages of these components, we obtained a “pure” optically active CLC mixture [9,10] rotating in the polarization plane of the transmitting light at 90 degrees in a 7μ -thick layer. The rotation angle dispersion for the 7μ -thick layer of this mixture is shown in Fig.1.

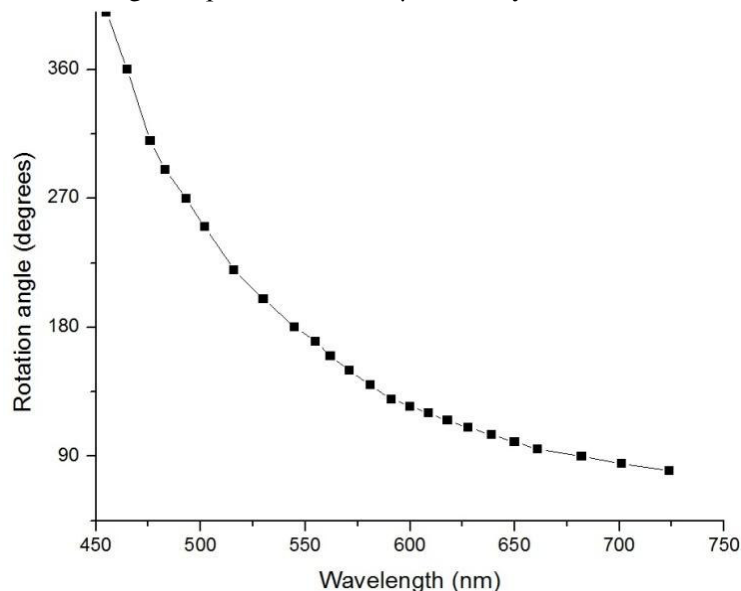


Fig.1. Dispersion curve of the polarization plane rotation angle

As seen, at 682nm the rotation angle of 90 degrees is reached. It means that, at this wavelength, the CLC layer is maximally transparent in crossed polarizers. The 180 degrees rotation is observed at 545nm. Thus, in cross polarizers, the light transmission is close to zero. Such a dispersion curve of the optical rotation results is an interesting form of the transmission spectrum between crossed polarizers (Fig.2). Using different filters, any part of the shown spectrum can be highlighted for subsequent monitoring of the photoinduced changes. Further we used a yellow-red filter to observe the 682nm peak shift.

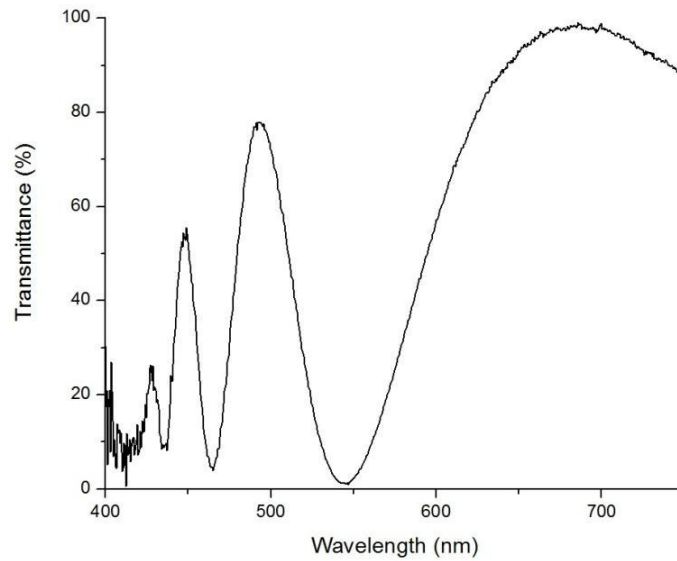


Fig.2. Transmission spectrum of the layer between crossed polarizers

The CLC mixture is sensitive to UV radiation. Under exposure to UV, a change in the rotation angle and hence in the transmission spectrum is observed (Fig.3,a). We used a mercury lamp with a UV filter as a light source. The exposure intensity was $0.5\text{mW}/\text{cm}^2$.

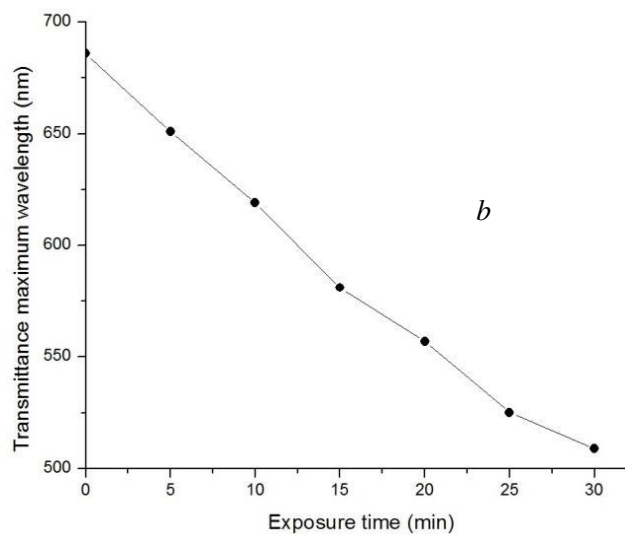
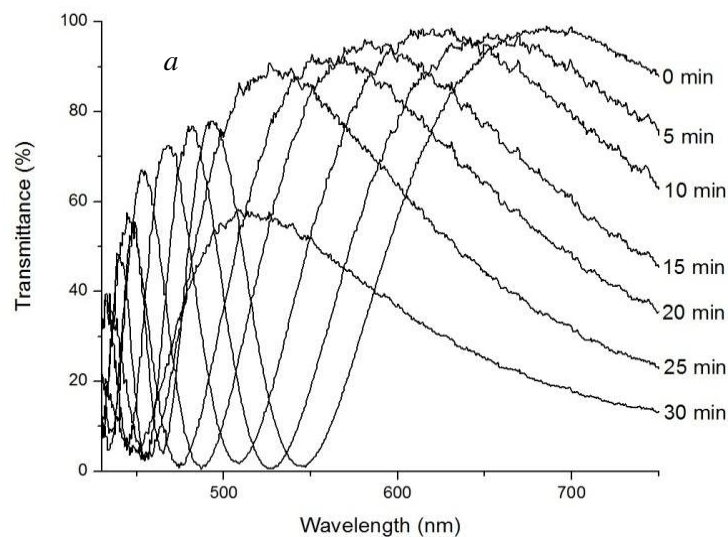


Fig.3. Transmission spectrum change (a) and transmission maximum wavelength shift (b) under exposure to UV

It can be seen that the wavelength of the transmission maximum shifted from 682 nm to 510 nm (Fig.3,b). Further exposure leads to the phase transition from the CLC to the isotropic liquid. It should be noted that all photoinduced transformations in this mixture are reversible. The reverse process occurs with exposure to the blue range or with heating the material.

Thus, it was shown that, in the 7 μ -thick optically active CLC layer, the photoinduced modulation of optical activity results in a significant shift of the maximum transmittance wavelength between crossed polarizers.

This study has been fulfilled by financial support of Shota Rustaveli National Science Foundation (Georgia) and CNRS (France) (Grant No.04/25). Any idea in this publication is possessed by the authors and may not represent Shota Rustaveli National Science Foundation and SNRS.

REFERENCES

1. [V.V. Shepelevich](#). Distinctive features of the formation of holographic gratings in an optically active medium. // Journal of Applied Spectroscopy, 1980, vol. [32](#), [N.1](#), pp.6-9.
2. A. Marrakchi, R.V. Johnson, A.R.Tanguay, Jr. Polarization properties of photorefractive diffraction in electrooptic and optically active sillenite crystals (Bragg regime). // JOSA B, 1986, vol. 3, Issue 2, pp.321-336.
3. A.V. Dugin, B.Y.Zel'dovich, N.D. Kundikova, O.P. Nesterkin, G.V. Chaptsova. Formation of a static hologram by different-frequency beams in Bi₁₂SiO₂₀ using a semiconductor laser. //Sov. J. Quantum Electron., 1991, vol. 21, p.1138.
4. [V.V. Shepelevich](#), [N.N. Egorov](#), [V.Shepelevich](#). Orientation and polarization effects of two-beam coupling in a cubic optically active photorefractive piezoelectric BSO crystal. //JOSA B, 1994, vol. 11, Issue 8, pp.1394-1402.
5. A. Chanishvili, G.Chilaya, G.Petriashvili, D.Sikharulidze. Light-induced effects in cholesteric mixtures with a photosensitive nematic host. //Mol. Cryst. Liq. Cryst., 2004, vol. 409, pp.209-218.
6. A.Chanishvili, G.Chilaya, G.Petriashvili, R.Barberi, R.Bartolino, M.P.De Santo. Cholesteric liquid crystal mixtures sensitive to different ranges of solar UV irradiation. //Mol. Cryst. Liq. Cryst., 2005, vol. 434, pp.353-366.
7. A.Chanishvili, G.Petriashvili, G.Chilaya, P.Collings. *Trans-cis* isomerization and blue phases. //Phys. Rev., 2015, E 71, 057105.
8. A.G. Chilaya, A. Chanishvili, G. Petriashvili, R. Barberi, R. Bartolino, G. Cipparrone, Mazzulla, P. V. Shibaev. Reversible tuning of lasing in cholesteric liquid crystals controlled by light-emitting diodes. //Advanced Materials, February 2007, vol. 19, Issue 4, pp.565-568.
9. A.Chanishvili, G.Chilaya, D.Sikharulidze. Electrooptic effect in an optically active nematic chiral structure. //Appl. Optics, 1994, vol. 33, pp.3482-3485.
10. A.Chanishvili, D.Sikharulidze, G.Chilaya, G.Petriashvili. Electrooptics of “amorphous” cholesteric structure with intermediate chirality. //Mol.Materials, 1997, vol. 8, pp.295-299.

РЕЗЮМЕ.

ОПТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРОМ ПРОПУСКАНИЯ СЛОЯ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

Понджавидзе Н.Т., Борголоццо У., Резидори С., Чанишвили А.Г., Чилая Г.С., Петриашвили Г.Ш.

Институт нелинейной оптики, Ницца, Франция

Институт кибернетики Грузинского технического университета

Изучен слой фоточувствительного оптически активного жидкого кристалла толщиной в несколько микрон, обладающего очень высокой величиной оптической активности. Получено фотоиндуцированное изменение оптической активности, обусловившее значительный сдвиг спектра пропускания слоя в скрещённых поляроидах.

Ключевые слова: оптическая активность, холестерический жидкий кристалл, фоточувствительность, оптическая запись информации.

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА $[Mg(OH_2)_6](NH_4)_2(SO_4)_2$

Зазашვილი С.Р., Беридзе Л.А., Миминошвили К.Э.

Грузинский технический университет
Тбилисский государственный медицинский университет*Статья посвящается светлой памяти Э.Б. Миминошвили:
изложены итоги начатых им исследований*

Структуры соединений с общей формулой $[M(OH_2)_6](NH_4)_2(SO_4)_2$, (где $M=Mg, V, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd$), были изучены еще в шестидесятых годах двадцатого века из-за появившегося интереса к ним [1-5]. Во всех случаях имели дело с адуктом $[M(OH_2)_6](SO_4) \cdot (NH_4)_2(SO_4)$.

В настоящей работе представлено рентгеноструктурное исследование комплекса $[Mg(OH_2)_6](NH_4)_2(SO_4)_2$. Структура впервые была расшифрована в 1964 г. с довольно низкой точностью по сравнению с сегодняшними возможностями. Были получены параметры элементарной ячейки: $a = 9,383 \pm 0,015$, $b = 12,669 \pm 0,02$, $c = 6,669 \pm 0,005$; $\beta = 107^\circ 03' \pm 6'$. В $P2_1/c$ пространственной группе 2_1 винтовая ось направлена вдоль оси y (b), поэтому взаимозамена a и c параметров и, соответственно, x и z координат ничего не меняет в строении и геометрии структуры [1].

Рентгеноструктурный анализ нами проведен в низкотемпературных условиях, в результате чего смогли осуществить прецизионное изучение структуры. Последняя уточнена до $R=0,0267$. Значения угловых и линейных параметров установлены с высокой точностью.

Кристаллографические данные. Валовый состав $H_{20}N_2MgO_{14}S_2$, молярная масса $M_r = 360,601$; сингония моноклинная, $a=6,242(1)\text{Å}$, $b=12,475(2)\text{Å}$, $c=9,251(7)\text{Å}$, $\beta=107,07(3)^\circ$, $V=688,65(5)\text{Å}^3$, $T=153(2)\text{K}$, пр. гр. $P2_1/c$, $Z=2$; $D_{\text{выч}}=1,738\text{г/см}^3$, $\mu(\text{MoK}\alpha)=0,34\text{мм}^{-1}$. Метод съемки $\theta/2\theta$ -сканирование ($\theta = 1,45\text{--}38,57^\circ$, 3731 отражения измерены в полной сфере отражений, 3594 независимых отражений). Окончательное значение $R(F) = 0,0267$ получено для 3121 независимых отражений с $I > 2\sigma(I)$. Модель структуры неводородных атомов определена прямым статистическим методом, положения атомов водорода найдены из разностного синтеза. Уточнение структуры проведено полноматричным МНК в анизотропном приближении тепловых колебаний неводородных атомов и в изотропном - для атомов Н.

Интенсивности рентгеновских дифракционных отражений от монокристалла комплекса $[Mg(OH_2)_6](NH_4)_2(SO_4)_2$ был измерен при низкой температуре ($\sim 153\text{ K}$) на дифрактометре Bruker AXS SMART CCD, функционирующем в Кристаллографическом Центре Университета Западной Австралии с использованием монохроматизированного рентгеновского излучения ($\text{MoK}\alpha$, $\lambda = 0,71073\text{ Å}$). В расчетах использован комплекс программ SHELXL97 [6]. Координаты и температурные факторы U_{eq} и U_H приведены в табл. 1, распределение и нумерация атомов независимой части структуры $[Mg(OH_2)_6](NH_4)_2(SO_4)_2$ на рис.1, а линейные и угловые параметры в структуре приведены в табл. 2.

Таблица 1. Координаты ($\times 10^4$ для неводородных атомов и $\times 10^3$ для атомов Н) и тепловые факторы атомов ($\text{Å}^2 \times 10^3$) в структуре

Атом	x	y	z	U_{eq}	Атом	x	y	z	U_H
Mg	0	5000	5000	11,51(7)	H(11)	109(2)	381(1)	736(2)	27(3)
O(1w)	1655(1)	3957,6(5)	6721,1(7)	16,1(1)	H(12)	296(3)	408(1)	714(1)	32(4)
O(2w)	2968(1)	5688,2(5)	4975,2(7)	15,5(1)	H(22)	323(2)	629(1)	522(1)	23(3)
O(3w)	302(1)	3883,7(5)	3409,1(7)	16,2(1)	H(21)	343(3)	563(1)	431(2)	48(5)
O(4w)	5353(1)	-5,2(6)	878,5(4)	17,9(2)	H(31)	-37(2)	401(1)	250(2)	32(4)
S	2614,2(3)	6347,6(1)	915,7(2)	12,15(5)	H(32)	7(2)	327(1)	357(2)	28(3)
O(1)	2130(1)	5742,2(6)	-500,0(7)	23,0(1)	H(1N)	440(3)	337(1)	79(2)	34(4)
O(2)	4131(1)	7258,1(5)	877,3(7)	18,7(1)	H(2N)	222(3)	336(1)	72(2)	38(4)
O(3)	513,0(9)	6762,1(5)	1151,2(7)	17,1(1)	H(3N)	366(2)	411(1)	163(2)	25(3)
O(4)	3777,8(9)	5638,2(5)	2194,7(6)	15,5(1)	H(4N)	382(2)	304(1)	208(2)	26(3)
N	3567(1)	3451,2(6)	1336,9(8)	17,9(1)					

Описание структуры. Структура исследованного соединения принадлежит к типу ионных. В соединении независимая структурная единица содержит: комплексный гексааквакатион $[\text{Mg}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$, два катиона аммония и два сульфат-аниона (рис.1).

Координационное число магния равно шести и полиэдр никеля - слегка искаженный centrosимметричный октаэдр. Так как атом магния находится в центре симметрии, полиэдр получается с помощью трех независимых атомов кислорода молекул воды. В комплексе найдены длины связей: Mg - O(H₂O) 2,048(2); 2,079(3); 2,080(3)Å, характеризующие координацию атома Mg(II) молекулами воды, сравнимые с геометрией, найденной как нами Mg-O(H₂O) 2,033(2)-2,094(4)Å [7], так и другими исследователями для аквакомплекса магния [8].

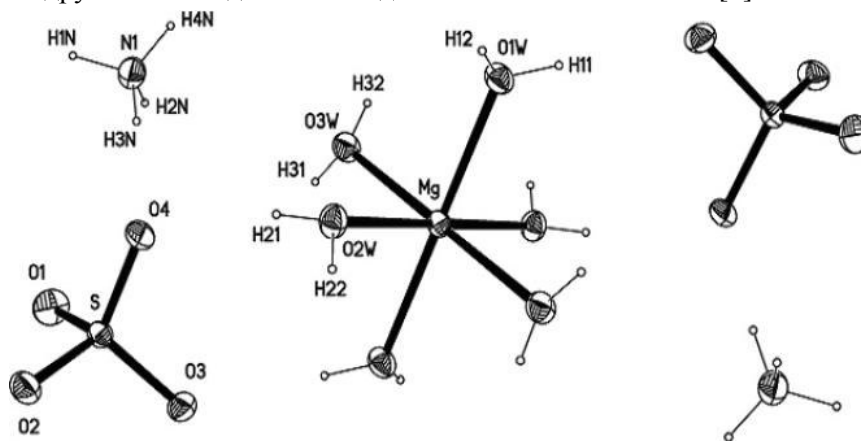


Рис.1. Нумерация атомов в структуре

Сульфат-анион и катион аммония имеют традиционную тетраэдрическую конфигурацию. В сульфат-анионе валентные линейные и угловые параметры в пределах погрешности хорошо согласуются с теми же валентными параметрами в соединении $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6](\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ [5].

Таблица 2. Межатомные расстояния d , Å и углы ω , град. в структуре

Связь	d	Угол	ω
Mg-O(1w)	2,080(3)	O(1w)-Mg-O(2w)	91,3(1)
Mg-O(2w)	2,048(2)	O(1w)-Mg-O(3w)	89,8(2)
Mg-O(3w)	2,079(3)	O(2w)-Mg-O(3w)	90,1(1)
S-O(1)	1,464(3)	O(1)-S-O(2)	109,8(2)
S-O(2)	1,486(3)	O(1)-S-O(3)	110,6(2)
S-O(3)	1,484(2)	O(1)-S-O(4)	109,2(3)
S-O(4)	1,485(3)	O(2)-S-O(3)	109,5(3)
N-H(1N)	0,828(4)	O(2)-S-O(4)	107,9(2)
N-H(2N)	0,872(4)	O(3)-S-O(4)	109,7(2)
N-N(3N)	0,866(4)	H(1N)-N-H(2N)	104,2(7)
N-H(4N)	0,832(4)	H(1N)-N-H(3N)	108,1(7)
		H(1N)-N-H(4N)	115,1(7)
		H(2N)-N-H(3N)	106,6(7)
		H(2N)-N-H(4N)	111,9(7)
		H(3N)-N-H(4N)	110,5(7)

В структуре обнаружена прочная трехмерная система водородных связей типа OH...O и NH...O, из которых четыре осуществляются между $(\text{SO}_4)^{2-}$ анионом и аквакомплексом, а один - между ионами $(\text{SO}_4)^{2-}$ и $(\text{NH}_4)^+$.

Параметры, подтверждающие реальность водородных связей, приведены в табл. 3.

Таблица 3. Параметры водородных связей в структуре

D-H...A	$d(D-H) / \text{Å}$	$d(H...A) / \text{Å}$	$d(D...A) / \text{Å}$	(DHA) / °
N-H(3N)...O(4)	0,866(4)	1,968(4)	2,834(4)	177,2(6)
O(2w)-H(21)...O(4)	0,758(5)	2,030(5)	2,764(3)	163,0(8)
O(1w)-H(11)...O(3) ¹	0,794(4)	2,053(4)	2,842(2)	172,2(7)
O(3w)-H(32)...O(3) ²	0,800(4)	1,951(4)	2,749(3)	176,0(7)
O(2w)-H(22)...O(2) ³	0,792(4)	1,936(4)	2,726(3)	175,0(7)

Операторы симметрических преобразований генерации эквивалентных положений атомов:

¹ -x, -y+1, -z+1; ² -x, y-1/2, -z+1/2; ³ x, -y+3/2, z+1/2..

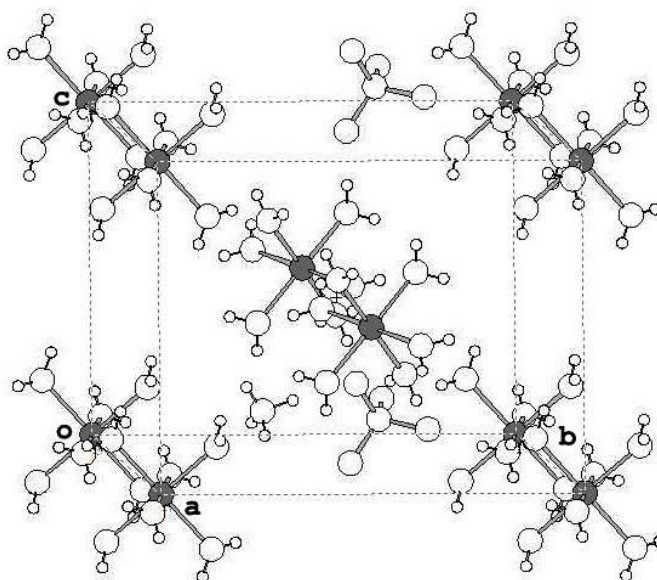


рис.2. Распределение структурных образований в элементарной ячейке

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Montgomery, R. V. and E. C. Lingafelter. The crystal structure of Tutton's salts. VI. Vanadium (II), iron(II) and Chastain and E. C. Lingafelter. The crystal structure of Tutton's salts. V. Manganese ammonium sulfate hexahydrate. // Acta Crystallogr., 1966, 20, pp. 731-733.
2. H. Montgomery, B. Morosin, J. J. Natt, [A. M. Witkowska](#). Cobalt(II) ammonium sulfate hexahydrates. // Acta Crystallogr., 1966, 20, pp. 659-662.
3. H. Montgomery and E. C. Lingafelter. The crystal structure of Tutton's salts. I. Zinc ammonium sulfate hexahydrate. // Acta Crystallogr., 1964, 17, pp. 1295-1299.
4. H. Montgomery and E. C. Lingafelter. The crystal structure of Tutton's salts. IV. Cadmium ammonium sulfate hexahydrate. // Acta Crystallogr., 1966, 20, p. 728-730.
5. T. H. Tahirov, T.-H. Lu, C.-C. Huang and C.-S. Chung. A precise structure redetermination of nickel ammonium sulfate hexahydrate, Ni(H₂O)₆·2NH₄·2SO₄. // Acta Crystallogr., 1994, C50, pp. 668-669.
6. G. M. Sheldrick, *SHELXL97*. Program for the Refinement of Crystal Structures. - University of Göttingen, Germany, 1997.
7. Миминошвили Э.Б., Миминошвили К.Э. Беридзе Л.А. Структура пентагидрата бис(4-п-аминобензол-сульфамидо-2,6-диметокси-пиримидината) гексааквамагния(II). // Структурная химия, 2008, т. 49, № 4. сс. 787- 790.
8. N.V. Kuratieva, M.I. Naumova, D.Y. Naumov and N.V. Podberezskaia. A new polymorph of hexaaquamagnesium (II) bis(hypophosphite). // Acta Crystallogr, 2003, E59, pp. 189-191.

SUMMARY

CRYSTAL STRUCTURE OF [Mg(OH)₆](NH₄)₂(SO₄)₂

Zazashvili S. R., Beridze L.A. and Miminoshvili K.E.

Georgian Technical University

Tbilisi State Medical University

There was studied the structure of compound [Mg(OH)₆](NH₄)₂(SO₄)₂ ($a = 6,7426(5)$; $b = 16,053(1)$; $c = 23,095(2)$ Å; $\beta = 97,787(2)^\circ$; $T = 153\text{K}$, $P2_1/n$, $Z = 2$, $R(F) = 0,0267$). The compound is formed of cations: [Mg(OH)₆]²⁺, two - (NH)⁺ and two anions (SO₄)²⁻.

Ключевые слова: X-ray structure analysis, complex compounds, magnesium, sulphate, ammonium.

**DETERMINATION OF THE SHARE OF THE ELECTRIC QUADRUPLE ADMIXTURE
FOR THE ^{169}Tm 93.61 keV γ -TRANSITION**

**Metskhvarishvili M.R., Razmadze T.O., Kvirikashvili M.G., Baramidze K.K.,
Beridze M.G. and Shogiradze M.Kh.**

Georgian Technical University

Abstract. The results of investigation of the internal conversion electron spectrum of the ^{169}Tm 93.61 keV γ -transition are presented. A magnetic prism beta spectrometer with 0.04% resolution was used for the measurements. The forms of L_I, L_{II}, L_{III} conversion lines were studied, and the values of their expansion ratio were determined. From the determined internal conversion coefficients, the mean value of δ^2 was calculated, $\delta^2=0.034\pm 0.003$. The average value of the share of the electric quadruple admixture equal to $a=(3.3\pm 0.3)\%$ was found, which corresponds to the $M1+3.3\%E2$ mixed γ -transition.

Keywords: γ -transition, internal conversion coefficients, multipole.

Introduction

The ratios of internal conversion coefficients (ICC) and their absolute values of nuclei depend on the multipole of the respective nuclear transition. The dependence of ICC on the share of admixture Δ [1] for the γ -transition can be expressed by the equation

$$\alpha_i = (1 - \Delta)\beta_i^{(1)} + \Delta\alpha_i^{(2)} \quad (1)$$

where α_i is the absolute ICC; α_i^L is the electrical quadruple; β_i^L is the magnetic dipolar theoretical ICC on the corresponding i -shells.

The share of admixture Δ is connected with $\delta^2 = \frac{N^{L+1}}{N^L}$ through the equation

$$\Delta = \frac{\delta^2}{1 + \delta^2} \quad (2)$$

where $N_\gamma^{(L)}$ and $N_\gamma^{(L+1)}$ are the intensities of γ -irradiation of L and $L+1$ multipoles during nuclear transitions.

For the mixed $M1+E2$ transition for the K/L ratio, from (1) we get

$$\frac{K}{L} = \frac{(1 - \Delta)\beta_K^{(1)} + \Delta\alpha_K^{(2)}}{(1 - \Delta)\beta_L^{(1)} + \Delta\alpha_L^{(2)}} = \frac{\beta_K^{(1)} + \delta^2\alpha_K^{(2)}}{\beta_L^{(1)} + \delta^2\alpha_L^{(2)}} \quad (3)$$

We have the same equations for $\frac{K}{L_I}, \frac{l_I}{L_{II}}, \frac{l_I}{L_{III}}$ etc.

The quantity δ^2 can be calculated by experimental absolute ICC [2] for $ML+M(L+1)$

$$\delta^2 = \frac{\alpha^{ML} - \alpha_{\text{exper}}}{\alpha_{\text{exper}} - \alpha^{E(L+1)}} \quad (4)$$

and for $EL+M(L+1)$ mixed transition by equation

$$\delta^2 = \frac{\alpha^{EL} - \alpha_{\text{exper}}}{\alpha_{\text{exper}} - \alpha^{M(L+1)}} \quad (5)$$

where α_{exper} is the value of experimental absolute ICC for the γ -transition of radioactive nuclei in the corresponding i -shells or subshells. The quantities α^{ML} and $\alpha^{E(L+1)}$ are the theoretical absolute ICC for the γ -transition of ML and $E(L+1)$ multipoles, respectively.

If, from the experiment not absolute ICC of the γ -transition but ICC ratios are determined, then δ^2 can be determined by the following formula [3].

$$\delta_{12}^2 = \frac{\alpha_{2k}(R_0 - R_2)}{\alpha_{1k}(R_1 - R_0)} = \frac{\alpha_{2k}(R_{\text{exper}} - R_2)}{\alpha_{1k}(R_1 - R_{\text{exper}})}, \quad (7)$$

where $R_i \equiv \frac{\alpha_{ij}}{\alpha_{ik}}$, α_{ij} and α_{ik} are the i -type absolute ICC of γ -irradiation on the j and k shells and subshells. $R_{\text{exper}} \equiv \frac{\alpha_{oj}}{\alpha_{ok}}$ are the experimental values of ICC ratios on the j and k shells and subshells.

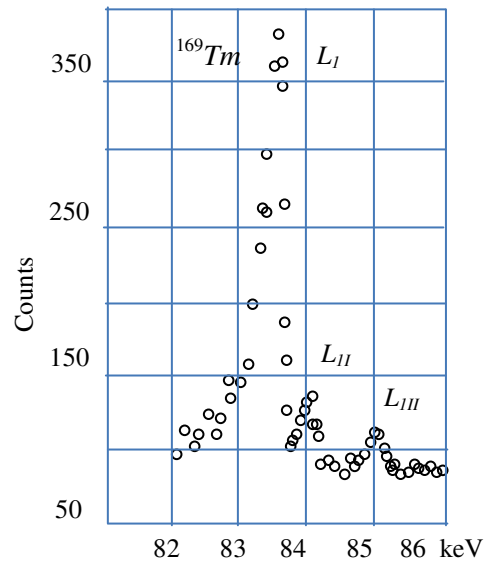
Measurements and Calculation Results

The ^{169}Tm 93.61 keV energy γ -transition happens between the excited levels with quantum characteristics 9^- and 7^- [4]. This indicates that the γ -transition represents mainly the mixture of magnetic dipolar (M1) and electric quadrupole (E2) multipolar transitions.

The radioactive source represented a lutetium fraction containing ^{169}Lu nuclei, educed by a chemical method from the tantalum target of the synchrotron irradiated with 600 meV energy protons in Dubna, Russia. The β -decay period of ^{169}Lu is $T_{1/2}=2$ days, and it transits in ^{169}Yb . The latter transits in ^{169}Tm nuclei giving 93.61 keV energy radiation.

The measurement of the ^{169}Tm conversion electron spectrum began after ~ 1.5 months from the educing of the lutetium fraction. During this time, the intensity of lutetium radiation reduced significantly, and the intensity of radiation was mainly connected with the ^{169}Tm radiation.

The L_I, L_{II}, L_{III} conversion lines of the ^{169}Tm 93.61 keV γ -transition obtained with the help of the magnetic prism beta spectrometer [5, 6] are shown in the figure. As seems from the figure, all conversion lines are well divided, which gave the possibility to study their forms. The investigation showed that the lines have no same forms. The L_{III} -line has the minimal half-width (140 ± 2.5) eV, and the half-widths of L_I and L_{II} are (270 ± 1) eV and (230 ± 2) eV, respectively. The L_I and L_{II} lines broaden in respect to L_{III} by 130 and 90 eV, respectively (Table 1). The expansion of conversion lines can be explained by the influence of the energetic levels of natural widths of L -subshells of the ^{169}Tm atom on the conversion process. The observation of this process will be possible if, as a result of the improvement of the resolution of the spectrometer, the half-width of the conversion line will be equilized to the half-width of the natural excited level of the atom.



The L_I, L_{II}, L_{III} conversion lines of ^{169}Tm 93.61 keV γ -transition

Table 1. Half-widths of L_I, L_{II}, L_{III} conversion lines in eV for the ^{169}Tm 93.613 keV γ -transition

Nuclei	E_γ , keV	Conversion lines half-widths in eV		
		L_I	L_{II}	L_{III}
^{169}Tm	93.613	270 ± 1	230 ± 2	140 ± 2.5

The ICC ratios of the 93.61keV γ -transition for L_I, L_{II}, L_{III} subshells obtained from the experimental results are given in Table 2. The theoretical data calculated from the tables of paper [7] are given in the same table. The values of δ^2 and a determining the share of the admixture of E2-multipole are also given.

Table 2. Experimental and theoretical values of ICC for the 93.61 keV γ -transition, the δ^2 values and shares of admixtures for E2 in per cents

Nuclei	E_γ , keV	ICC ratio	Experiment	Theory		δ^2	α (%)
				M1	E2		
^{169}Tm	93.613	L_I / L_{II}	5.5 ± 0.2	11.010	0.113	0.039	3.7
		L_{III} / L_I	0.48 ± 0.03	0.143	1.042	0.030	2.9

By using the data from Table 2, the values of absolute ICC for the investigated γ -transition are given in Table 3.

Table 3. Experimental and theoretical values of absolute ICC for the ^{169}Tm 93.61 keV γ -transition on L_I , L_{II} , L_{III} subshells

Nuclei	E_γ , keV	Absolute ICC	Experiment	Theory		Multipole
				M1	E2	
^{169}Tm	93.613	L_I	0.425	0.436	0.116	M1+3.3%E2
		L_{II}	0.077	0.0396	1.027	
		L_{III}	0.037	0.00568	1.070	

The average value of δ^2 determined from Table 2 is $\delta^2 = 0.034 \pm 0.003$, and the average value of the share of the admixture for E2-multipole is $a = (3.3 \pm 0.3)\%$, which corresponds to the compounds of multipoles from Table 3.

REFERENCES

- Gamma Rays. Ed. L.A. Sliv. –Moscow-Leningrad, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961.
- B.S. Djelepov. Methods of Treatment in the Difficult Schemes of Decays. - Leningrad, Nauka, 1974.
- V.M. Kelman, V.A. Pomanov, R. J. Metskhvarishvili, V.A. Kolyunov. //Nucl. Physics, 1956/57, 2, p. 395-407.
- R.B. Firestone, V.S. Shirley, C.M. Baglin, S.Y.F. Chu, J. Zipkin, Table of Isotopes, 8th Edition. - New York, John Wiley & Sons, Inc., 1996, 1998, 1999.
- R.J. Metskhvarishvili, M.A. Elizbarashvili. Double Focusing Sector-Type β -Spectrometer. /Proceedings of the VI Republican Scientific Methodical Conference for Physicists in High Educational Schools, GSSR, Tbilisi, TSU, 1970, p. 35.
- R.J. Metskhvarishvili, M.A. Elizbarashvili. /Proceedings of The XXI Session on Nuclear Spectroscopy and Atomic Nuclei. – Leningrad, Nauka, 1971, part 2, p.112.
- I.M. Band, M.B. Trzhaskovskaya: Tables of the Gamma-Ray Internal Conversion Coefficients for the K, L, M shells, $10 < Z < 104$. – Leningrad, Nuclear Physics Institute, 1978.

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КВАДРУПОЛЬНОЙ ПРИМЕСИ ^{169}Tm 93.61 КЭВ γ -ПЕРЕХОДА

Мецхваришвили М.Р., Размадзе Т.О., Квирикашвили М.Г., Барамидзе К.К., Беридзе М.Г., Шогридзе М.Х.

Грузинский технический университет

В работе представлены результаты исследования спектра электронов внутренней конверсии ^{169}Tm 93,61 кэВ γ -перехода. Измерения проводились с помощью магнитного призменного бета спектрометра с разрешением 0,04%. Изучены формы конверсионных линий L_I , L_{II} , L_{III} и определена величина их относительного расширения. С помощью определенных коэффициентов конверсии рассчитано среднее значение δ^2 , $\delta^2 = 0,034 \pm 0,003$. Найдено среднее значение доли электрической квадрупольной примеси $a = (3,3 \pm 0,3)\%$, что соответствует примесному переходу M1+3,3%E2.

Ключевые слова: γ -переход, коэффициенты внутренней конверсии, мультиполь.

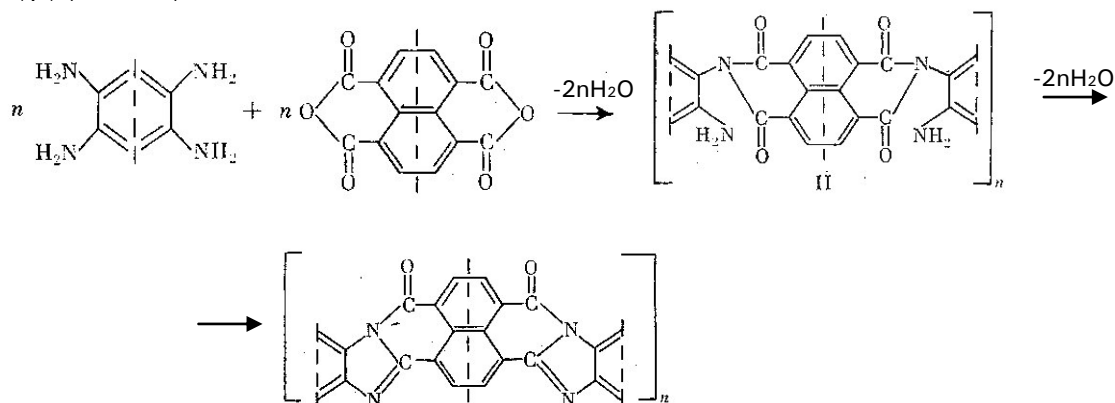
ТЕРМОСТОЙКАЯ КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИНАФТОИЛЕНБЕНЗИМИДАЗОЛОВ

Ормоцадзе Н.Ш., Месхишвили М.М., Бибилеишвили Д.В.

Государственный университет Акакия Церетели, Кутаиси
Грузинский технический университет

Целью данного исследования является уменьшение дефективности слоя, снятие вуали при травлении полимерного лака и повышение его стабильности при хранении. Поставленная цель достигается тем, что используется композиция на основе полимера аминокимидного типа разноразветвленного строения, содержащий *o*-аминофенилнафталимидные и нафтоиленбензимидазольные фрагменты с блокированными концевыми ангидридными группами. Разработан способ получения прессованных материалов на основе полинафтоиленбензимидазолов (ПНБИ) в условиях реакции термической поликонденсации.

Используемый полимер получается реакцией поликонденсации диангирида нафталин-1,4,5,8-тетракарбоновой кислоты и 3,3',4,4'-тетрааминодифенилоксида в амидном растворителе в присутствии катализатора – ледяной уксусной кислоты. Синтез форполимера поли(*o*-амино)фенилнафталимида (ПНБИ) проводили постадийным методом в среде аргона. В образующемся на первой стадии реакции поли[(*o*-амино)фенил-пери-карбоксамиде] легко замыкается шестичленный имидный цикл и образуется достаточно стабильный при комнатной температуре поли(*o*-амино)фенилнафталимид. Последний содержит пространственно удобно расположенные *o*-аминогруппы, способные с расположенной по соседству карбонильной группой замыкать энергетически выгодный шестичленный цикл, образуя нафтоиленбензимидазольную структуру (схема 1).



Одним из узких мест в технологии при использовании полимеров такого типа является малый срок хранения полимерных растворов. Это объясняется тем, что после окончания реакции в полимере остаются свободные ангидридные группы, которые могут реагировать с аминогруппами (*o*-амино)фенилнафталимидных фрагментов, образуя сшитые нерастворимые системы. Поэтому предлагается блокировать эти свободные ангидридные группы, вводя в реакционную смесь дополнительное количество *o*-фенилендиамина или любого амина с *o*-расположенными аминогруппами, в частности, в данный полимерный раствор мы вводили 3,3',4,4'-тетрааминодифенилоксид. При расчете необходимого количества вводимого *o*-амина учитывалось количество свободных ангидридных групп, которое принималось равным количеству свободных аминогрупп. Содержание свободных аминогрупп определялось аналогично количественной реакцией с *p*-диметил-аминобензальдегидом и последующим определением количества образовавшегося вещества спектрофотометрическим методом. Как видно из данных табл. 1, блокирование концевых ангидридных групп резко увеличило сроки хранения полимерных растворов, причем следует отметить, что термостойкость полимерных пленок при этом не меняется. Как правило, содержание концевых ангидридных групп в полимере не превышает 10^{-3} г/моль на грамм сухого полимера. Для связывания, как правило, добавлялось несколько большее количество *o*-диамина $5 \cdot 10^{-3}$ г/моль. Избыток удаляли из полимера при высаживании и экстракции.

Таблица 1. Зависимость срока хранения раствора предварительно осажденного полимера в N-метил-2-пирролидоне (N-МП) от количества 3,3',4,4'-тетрааминодифенилоксида (ТАДФО), введенного для связывания концевых ангидридных групп

Количество ангидридных групп в г-моль на г-моль полимера	Количество введенного ТАДФО г-моль	Время реакции, час	Температура °С	Срок хранения сутки	Примечание
$1 \cdot 10^{-3}$	-	-	-	меньше 1	Образуется гелеобразная нетекучая масса, нерастворимая в амидных растворителях
$1 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	3	60	2	Раствор полимера, вязкость во времени увеличивается
$1 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	3	60	5	Раствор полимера, вязкость во времени увеличивается
$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	3	60	20	Раствор полимера, постоянной вязкости
$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	3	60	25-30	Раствор полимера, постоянной вязкости
$2 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	3	60	25-30	Раствор полимера, постоянной вязкости

Отличительным признаком предлагаемого метода является то, что (о-амино)-фенилнафталимидные и нафтоилбензимидазолные фрагменты должны содержаться в используемом полимере в соотношении от 10-90 до 25-75 масс % и для блокирования концевых ангидридных групп используют ароматический о-диамин.

Известно, что, наряду с традиционными методами получения ПНБИ – постадийным синтезом и одностадийной высокотемпературной полициклоконденсацией в растворе, предпринимались попытки синтеза ПНБИ методом термической полициклоконденсации [1,2]. Однако, имеющиеся в научной периодике сведения носят лишь информативный характер.

ПНБИ практически нерастворимы в органических растворителях, а температуры размягчения лежат в температурной области начала деструкционных процессов; переработка их в такие изделия, как наполненные пресскомпозиции и прессматериалы, при использовании традиционных методов синтеза этих полимеров, сталкивается с особыми трудностями. В связи с этим представлялось актуальным оценить перспективность термического метода синтеза ПНБИ, которая базировалась бы на использовании принципа «реакционного» формования, как метода, обеспечивающего потенциальную возможность повышения их перерабатываемости.

Одним из эффективных решений, связанных с разработкой способа получения прессматериалов на основе ПНБИ в условиях реакции термической поликонденсации, может быть постадийный процесс, включающий следующие стадии: синтез олигомеров ПНБИ с концевыми реакционноспособными группами при $T_{\text{реакц.}} < T_{\text{пл.}}$ тетрааминной компоненты – I стадия, формование изделий в температурной области размягчения олигомерных заготовок, полученных на первой стадии, и последующее термопрессование в условиях программированного изменения температуры, обеспечивающее реализацию термических взаимодействий концевых групп олигомера и, следовательно, приводящее к увеличению молекулярной массы.

Нам представлялось, что наиболее эффективно такой подход может быть использован для получения наполненных прессматериалов на основе ПНБИ. Суть предложенной разработки состояла в проведении синтеза полимерного связующего – ПНБИ – методом термической полициклоконденсации бис(о-фенилендиаминов) с бис(нафталевыми диангидами) в композиционно-неоднородной среде – в углеродном наполнителе – в условиях формования пресскомпозиата. Для этого мелкодисперсную эквимольную смесь исходных мономеров – бис(о-фенилендиамина), (3,3'-диаминобензидина или 3,3',4,4'-тетрааминодифенилоксида) и диангида нафталин-1,4,5,8,-тетракарбоновой кислоты наносили на углеродный наполнитель и проводили синтез олигомера непосредственно на поверхности наполнителя при $T_{\text{реакц.}} < T_{\text{пл.}}$ тетрааминного компонента; далее, в условиях термопрессования осуществляли формование углепластика (давление – 15 кгс/см², максимальная температура прессования – 400 °С, скорость подъема температуры ~ 5 °/мин). Разработанный прием получения конструкционных углеплас-

ტიკონა ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.

ტაბლიცა 2. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი

სოივთვანი პოლიმერი ოსოვე სოივთვი ოღლეპლასტიკი, ვეც%	სოივთვანი ოღლეპლასტიკი ოსოვე ოღლეპლასტიკი, ვეც%	პლოტნოტი, გ/სმ ³	პროჩნოტი ოსოვე ოღლეპლასტიკი, კგ/სმ ²		მოდული ოღლეპლასტიკი ოსოვე ოღლეპლასტიკი, კგ/სმ ²	
			ტემპერატურა		ტემპერატურა	
			20 °C	300 °C	20 °C	300 °C
45	55	1,38	34	31	8000	7200

პრევიდენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.

პრევიდენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.

- 1) ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
- 2) ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
- 3) ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.

პრევიდენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.

ლიტერატურა

1. კორშაკ ვ.ვ., ბერესტნევა გ.გ., პეტროვსკი პ.პ., ორმოცაძე ნ.შ., რუსანოვი ა.ა. დო. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
2. ორმოცაძე ნ.შ. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
3. ორმოცაძე ნ.შ., ბიბილეიშვილი დ.ვ. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
4. ორმოცაძე ნ.შ. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
5. ორმოცაძე ნ.შ., ბიბილეიშვილი დ.ვ., ლომია გ.გ. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
6. ორმოცაძე ნ.შ., ბიბილეიშვილი დ.ვ. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.
7. ორმოცაძე ნ.შ., ბიბილეიშვილი დ.ვ. ოსოვე ოღლეპლასტიკი ოსოვე პნბი ბილ აპრობიროვანი ი პოლუჩილ პოლოჟიტელნუი ოცენკუ. სოივთვა პოლუჩენი ოღლეპლასტიკი ოსოვე პოლინაფთოილენბენზიმიდაზოლი პრევიდენი ვ ტაბლ. 2.

SUMMARY

HEAT-RESISTANT COMPOSITION BASED ON POLYNAPHTOYLEN BENZIMIDAZOLE

Ormotsadze N.Sh., Meskhishvili M.M. and Bibileishvili D.V.

Akaki Tsereteli State University, Kutaisi

Georgian Technical University

The objective of the research involves the reduction of layer defectiveness, veil removal at etching of the polymer lacquer and an increase of its stability at storage. The aim is attained by using the composition based on the different-section structure containing o-aminophenyl-naphtoylimide and naphtoylen benzimidazole fragments with the blocked - end anhydride groups. The method for preparation of press-materials based on polynaphtoylbenzimidazole by means of thermal polycyclocondensation was developed.

Keywords: heat-resistant composition, polynaphtoylen benzimidazol, polycyclocondensation.

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ГРУЗИИ

Гудушаури Ц.Н., Кочиашвили М.С., Угрехелидзе И.Р.

Грузинский технический университет

В течение ряда лет на кафедре аналитической химии Грузинского технического университета проводились исследования по изучению возможностей использования природных цеолитов в качестве сорбентов для разработки новых хроматографических методов из водных растворов.

Процессы сорбции и десорбции катионов редких и переходных металлов изучались в динамических условиях методом построения выходных кривых сорбции и элюирования на хроматографических колонках с диаметром 1,6 см, высотой слоя сорбента 6,5 см и размером зерен 0,25-1,0 см. В процессе проведения серии экспериментов отбирались фракции фильтратов или элюатов, в каждой из которых определялось количественное содержание соответствующего изученного металла фотометрическими методами. Цеолиты предварительно модифицировались катионами натрия путем обработки сорбентов 1N раствором хлористого натрия.

При изучении процессов сорбции и десорбции варьировались величина рН, гидродинамические условия работы хроматографических колонок, химическая природа и концентрация элюентов.

Накопленный экспериментальный материал представляет также интерес с точки зрения возможности установления корреляции между сорбционными свойствами изученных цеолитов и некоторыми параметрами, характеризующими эти сорбенты (таблица). В качестве основной функции, зависящей от указанных параметров, была выбрана величина динамической обменной емкости (ДОЕ).

На основании имеющихся в нашем распоряжении данных удалось установить корреляцию между ДОЕ изученных сорбентов и такими параметрами, как процентное содержание цеолита в минерале, кинетически диаметр входных окон и величина отношения Si / Al (таблица).

Параметры, влияющие на сорбционные свойства цеолитов

Цеолит	Кинетический диаметр (мм)	Отношение Si / Al	ДОЕ мг-экв/г
Клиноптилолит	3,9	4,28-5,05	0,432-0,166-0,028
Морденит	3,9	4,18-5,0	0,270-0,075-0,041
Анальцин	2,6	1,8-2,8	0,11-0,056-0,037
Ломонтит	2,6	1,28-2,28	0,048-0,037-0,017
Филлипсит	2,6	1,7-2,4	0,813-0,446-0,248

Как следовало ожидать, с увеличением процентного содержания цеолита в минерале величина ДОЕ соответственно растет. Так например, ДОЕ по меди(II) клиноптилолита Хекордзула, содержащего 80-85% цеолита, соответственно 0,432 мг-экв/г, а для клиноптилолита Тедзами и морденита Болниси, содержащего 40-45% цеолита, величина ДОЕ по меди(II) равна 0,28 мг-экв/г при одинаковом порядке величин кинетических диаметров входных окон и величине отношения Si / Al .

Кинетический диаметр входных окон при одинаковом порядке процентного содержания цеолита в минерале (75-85%) достаточно ясно коррелирует с величинами ДОЕ. При переходе среднепористых цеолитов (клиноптилолит, морденит) к низкопористым (геиландит, ломонтин, анальцин) величины ДОЕ значительно снижаются. Исключение составляет низкокремнистый цеолит - филлипсит, проявивший относительно высокие величины ДОЕ по изученным компонентам.

Что же касается величины отношения Si/Al , то высококремнистые цеолиты – клиноптилолит (Хекордзула, Тедзами, Ацкури и, соответственно, Аспиндза), морденит (Болниси) и морденит (Ферса) характеризуются достаточно высокими величинами ДОЕ. С понижением же величины отношения Si/Al и с переходом к промежуточным по величине Si/Al цеолитам – ломонтиту (Тбилиси) и анальцину (Кутаиси) величины ДОЕ резко уменьшаются. Исключение, как и в предыдущем случае, составляет филлипсит, величина ДОЕ которого, очевидно, в основном определяется зарядами его матрицы.

Установленные корреляции можно рассматривать как возможные критерии обоснованного прогнозирования выбора природных цеолитов для разработки ионообменно-хроматографических методов разделения и концентрирования редких и переходных металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудушаури Ц.Н., Броучек Ф.И. Исследование сорбции меди (II) на клиноптилолите м-я Мцхета ГССР. //Изв. АНГССР, серия химическая, т.11, №4, 17, 1995.
2. Гудушаури Ц.Н. Изучение кинетики сорбции меди (II) на клиноптилолите. //Изв. АНГССР, серия химическая т.30, №1-2, 93, 2004.
3. Гудушаури Ц.Н., Угрехелидзе И.Р. Исследование сорбции свинца (II) на филлипсите. //Georgian Engineering News, №1, 2009, сс.166-168.
4. Гудушаури Ц.Н. Исследование сорбционных свойств природных цеолитов м-ий Грузии. //Химический журнал Грузии №2, 2009, 112.
5. Гудушаури Ц.Н., Беришвили Л.А., Амушукели Н. Сорбционное поведение цинка(II) на мордените. //Химический журнал Грузии. т.19, №8, 2013, 189.

SUMMARY

THE IMPACT OF SOME PARAMETERS ON THE SORPTION PROPERTIES OF NATURAL GEORGIAN ZEOLITES

Gudushauri Ts.N., Kochiashvili M.S. and Ugrekheldze I.R.

Georgian Technical University

The correlation between the zeolites studied and some parameters was made based on the experimental results. As a function is taken the correlation of exchange capacity with the parameters such as the content of zeolite in a mineral, the kinetic (effective) diameter of windows and the Si:Al ratio. The determined correlation can be used as a justified zeolite criterion for separation of rare and intermediate metals, and for development of new chromatographic concentration methods.

Keywords: zeolite, sorption, sorbent, DOE.

МИКРОКОЛОНОЧНАЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ФОСФОЛИПИДОВ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Сирадзе М.Г., Бердзенишвили И.Г., Непаридзе Н.С., Джохадзе Г.А.,
Твалишвили В.Б., Диогидзе О.Ш.

Грузинский технический университет
Государственная Морская Академия, Батуми

Основными носителями фосфора в растительных маслах являются фосфолипиды, которые могут находиться как в свободном, так и связанном с углеводами и белками состоянии. Содержание фосфолипидов в маслах регламентируется стандартами.

Микроколоночная ВЭЖХ фосфолипидов подсолнечного масла описана в [1]. Анализ фосфолипидов начинают с проверки чистоты хлороформа, используемого в качестве растворителя для пробы анализируемого образца. Для этого при условиях анализа вводят в хроматограф 5 мкл чистого хлороформа. Отсутствие пиков, кроме пика, соответствующего хлороформу, со временем удерживания 1, 5 - 2 мин, стабильность нулевой линии и отсутствие шумов, превышающих 2 - 4 мВ, говорят об удовлетворительной чистоте растворителя. Регистрацию хроматограммы производят при длине волны 204 нм, при которой наблюдаются самые интенсивные пики. Используют режим полярной жидкостной хроматографии. В качестве неподвижной фазы берут Силасорб- 600 с размером астиц 5 мкм. Колонка размером 2 X 62 мм или 2 X 80 мм с эффективностью 3000 - 5000 теоретических тарелок. Подвижная фаза имеет следующий состав: ацетонитрил : метанол : 85%-ная ортофосфорная кислота в соотношении 780 : 10 : 9; скорость расхода 200 мкл/мин. Объем вводимой пробы 5 мкл. Для анализа навеску фосфолипидного концентрата ($10 \pm 0,1$) мкг растворяют в 1 мл хлороформа.

Для качественного анализа или расшифровки полученных хроматограмм используют время удерживания для индивидуальных групп фосфолипидов, рассчитанное по хроматограммам соответствующих стандартных растворов химически чистых индивидуальных групп.

Для количественного расчета хроматограмм необходимо также знание поправочного коэффициента K_i , который рассчитывают как отношение навески, взятой для приготовления стандартного раствора, к площади хроматографического пика.

Времена удерживания и поправочные коэффициенты для отдельных групп фосфолипидов, определенные в [1] экспериментально, представлены в таблице. Следует напомнить: параметры t_R и K_i для конкретной хроматографической системы следует также находить экспериментально. Данные таблицы могут служить только для ориентировочной оценки.

Параметры удерживания и количественного анализа фосфолипидов

Группы фосфолипидов	Время удерживания t_R ,	Поправочный коэффициент K_i ,
	мин	
Фосфатидилинозитолы	3,5	0,090
Фосфатидилсерины	4,5	0,012
Фосфатидилэтаноламины	8,0	0,003
Фосфатидилхолины	11,5	0,026
Лизофосфатидилхолины	27,0	0,060

По экспериментальной хроматограмме после определения площади пиков S_i отдельных групп фосфолипидов производят расчет суммарной доли фосфолипидов в фосфолипидном концентрате $C_{\text{фл}}$ в % по формуле:

$$C_{\text{фл}} = 100 \cdot (\sum S_i K_i) / CV$$

где S_i - площадь соответствующего пика на хроматограмме в мВ·с; K_i - поправочный коэффициент индивидуальной группы фосфолипидов, мг/м $B \cdot c$; C - концентрация фосфолипидного концентрата в хлороформе, мг/мл; V - объем вводимой пробы, мкл.

Расчет массовой доли в процентах индивидуальных групп фосфолипидов C_j проводят по формуле:

$$C_j = 100 \cdot S_j K_j / (\sum S_i K_i)$$

Методика применима для анализа концентратов фосфолипидов, если их содержание составляет в концентрате не менее 50%. Если доля нейтральных липидов выше 50%, то фосфолипидный концентрат целесообразно отделить от нейтральных липидов.

Особые требования предъявляются к чистоте растворителей для подвижной фазы. Ацетонитрил и метанол должны быть марки “ОСЧ для ВЭЖХ”, т. е. не должны иметь интенсивного поглощения при длинах волн выше 200 нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнена, Е. В. Мартовщюк и др. Лабораторный практикум по химии жиров. – СПб.: ГИОРД, 2004, 264 с.

SUMMARY

MICRO-COLUMN LIQUID CHROMATOGRAPHY OF SUNFLOWER OIL PHOSPHOLIPIDS

Siradze M.G., Berdzenishvili I.G., Neparidze N.S., Jokhadze G.A., Tvaliashvili V.B. and Diogidze O.Sh.

Georgian Technical University

Batumi State Maritime Academy

The developed technique is suitable for the analysis of concentrates of phospholipids if their content in the concentrate is no less than 50%. If the share of neutral lipids is above 50%, it is expedient to separate the phospholipid concentrate from neutral lipids. Special requirements are imposed on the purity of solvents meant for the mobile phase. Acetonitrile and methanol should be of the „superpure for HPLC” grade, i.e. they must not have intense absorption at the wavelength above 200 nm.

Keywords: phospholipids, sunflower oil, micro-column HPLC.

აცეტილენის დიმერიზაციის და ციკლოდიმერიზაციის რეაქციების მათემატიკურ-ქიმიური შესწავლა

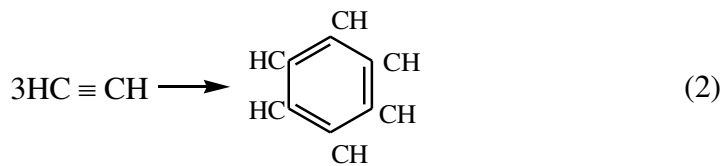
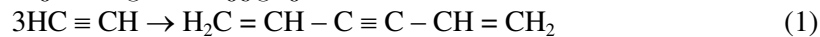
ლობჯანიძე თ.ე., გვერდწითელი მ.ი., გიორგაძე ქ.პ.

ივ. ჯაგანიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

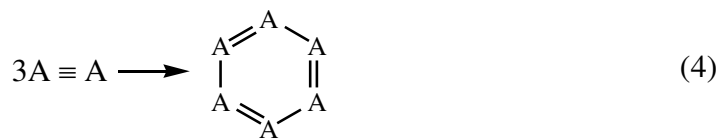
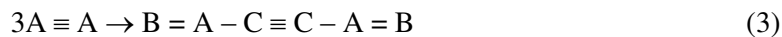
ანბ-მატრიცა წარმოადგენს მოლეკულური გრაფის თანახმარობის მატრიცის მოდიფიცირებულ სახეობას. მისი დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრები, არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ბმების ჯერადობები [1-2].

ქვაზი-ანბ-მატრიცა (ანბ) ანბ-მატრიცის ისეთი გამარტივებული ვარიანტია, რომლის დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულის ცალკეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტებში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრების ჯამი, არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ბმების ჯერადობები სტრუქტურულ ფრაგმენტებს შორის [3]. ამგვარად, ანბ-მატრიცა იგება გარკვეული მოლეკულური მოდელის საფუძველზე და ეს უკანასკნელი, ამოცანის ქიმიური შინაარსის მიხედვით შეირჩევა. ანბ-მატრიცების მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია როგორც ინდივიდუალური მოლეკულის (ქიმიური სტატისტიკა), ისე ქიმიური გარდაქმნების – ქიმიური რეაქციების (ქიმიური დინამიკა) შესწავლა.

ანბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში შესწავლილია აცეტილენის ტრიმერიზაციის და ციკლოტრიმერიზაციის რეაქციები



ამ რეაქციების მოდელური ჩანაწერებია:



სადაც: A ≡ CH, B ≡ CH₂, C – ნახშირბადატომია.

ანბ-მატრიცების სახით (3) პროცესის ჩანაწერია:

$$\left\| \begin{array}{cccccc} 7 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 \end{array} \right\| \rightarrow \left\| \begin{array}{cccccc} 8 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 7 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 6 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 6 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 7 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 8 \end{array} \right\| \quad (5)$$

(4) პროცესის ჩანაწერი:

$$\begin{pmatrix} 7 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 7 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 7 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 7 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 7 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 7 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 1 & 7 \end{pmatrix} \quad (6)$$

განვიხილოთ გამოსახულება:

$$\Delta_r = \Delta_f - \Delta_i \quad (7)$$

სადაც: Δ_f - საბოლოო სისტემის შესაბამისი ანბ-მატრიცის დეტერმინანტის მნიშვნელობა; Δ_i - საწყისი სისტემის შესაბამისი ანბ-მატრიცის დეტერმინანტის მნიშვნელობა; Δ_r - დეტერმინანტის მნიშვნელობის ცვლილება რეაქციის შედეგად.

ორივე განხილული რეაქციისთვის $\Delta_r < 0$. თუ გავითვალისწინებთ, რომ Δ -ს სიდიდე მოლეკულური სირთულის [4-6] პროპორციულია, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ აცეტილენის როგორც ტრიმერიზაცია, ისე ციკლოტრიმერიზაცია მიმდინარეობს მოლეკულური სირთულის შემცირებით.

შენონის ინფორმაციის ენტროპია [5,6] გამოითვლება ფორმულით:

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i \quad (8)$$

სადაც: p_i - გარკვეული ხდომილების (მაგ.: A-სტრუქტურული ფრაგმენტის ალაბბედზე „შეხვედრის“) ალბათობა.

განვიხილოთ გამოსახულება:

$$H_r = H_f - H_i \quad (9)$$

სადაც: H_f - საბოლოო სისტემის შესაბამისი შენონის ინფორმაციის ენტროპია; H_i - საწყისი სისტემის შესაბამისი შენონის ინფორმაციის ენტროპია; H_r - ინფორმაციის ენტროპიის ცვლილება რეაქციის შედეგად.

აღმოჩნდა, რომ აცეტილენის ტრიმერიზაციის (1) რეაქცია მიმდინარეობს სისტემის ინფორმაციის ენტროპიის ზრდით ($H_r > 0$), ამგვარად, სისტემის ინფორმაციულობა იზრდება. აცეტილენის ციკლოტრიმერიზაციის პროცესისათვის, სისტემის ინფორმაციის ენტროპია არ იცვლება ($H_r = 0$). ამგვარად, სისტემის ინფორმაციულობა უცვლელი რჩება.

ლიტერატურა

1. ლეკიშვილი გ., ასათიანი ლ. მოლეკულური დისკრიპტორები ელემენტორგანულ ნაერთთა ქიმიაში. -თბილისი, 1998.
2. Gverdtsiteli M., Gamziani G., Gverdtsiteli I. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. -Tbilisi, 1996.
3. Сидамонидзе Н.Н., Купатадзе К.Т., Гвердцители М.И. Теоретическое исследование корреляции „структура-свойства“ в рамках методов ПНС-, квази-ПНС и ЭП-матриц. //Прикладная физика, 2009, №6, сс. 36-39.
4. გამზიანი გ. მათემატიკური ქიმიის რჩეული თავები. -თბილისი, 1990.
5. А.М. Яглом, И.М. Яглом. Вероятность и информация. -Москва, 1973.
6. Ю.А. Жданов. Теория строения органических соединений. -Москва, 1971.

SUMMARY

MATHEMATIC-CHEMICAL INVESTIGATION OF ACETYLENE TRIMERIZATION AND CYCLOTRIMERIZATION REACTIONS

Lobdjanidze T.E., Gverdtsiteli M.I. and Giorgadze K.P.

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Within the scope of the quasi-ANB-matrices method, the mathematic-chemical investigation of acetylene trimerization and cyclotrimerization reactions was carried out. These reactions proceed with the decrease of molecular complexity.

Keywords: trimerization, cyclotrimerization, quasi-ANB-matrices method.

პლატონის სხეულების ალგებრული მახასიათებელი და მისი ბამოყენება კოორდინაციული ნამრთების მოღვეირებისათვის

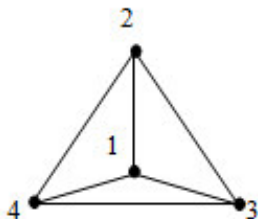
რუსია მ.შ., ლობჟანიძე ლ.ვ., გვერდწითელი მ.ი.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

პლატონის სხეულების – წესიერი პოლიედრების (ტეტრაედრი, კუბი, ოქტაედრი, დოდეკაედრი და იკოსაედრი) დახასიათება შესაძლებელია სხვადასხვა მათემატიკური კრიტერიუმით. ნაშრომში განხილულია ამ პოლიედრების დახასიათების მეთოდი გრაფების თეორიის ფარგლებში [1-2].

გრაფის თანაზიარობის მატრიცა (თმ) ეწოდება კვადრატულ სიმეტრიულ მატრიცას, რომლის დიაგონალური ელემენტებია „0“, ხოლო არადიაგონალური ელემენტები – „0“ ან „1“ (თუ გრაფის ორი წვერო შეკავშირებულია – თანაზიარია – „1“, თუ არაა შეკავშირებული – „0“).

ქვემოთ მოტანილია ტეტრაედრის შესაბამისი გრაფი (წვეროების ნუმერაციით) და მისი თმ:



$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

რადგან მატრიცის დიაგონალური ელემენტები ნულებია, ცხადია, მისი დეტერმინანტის მნიშვნელობა ნულის ტოლია.

მათემატიკურ ქიმიაში [3-5] ეფექტური გამოყენების მიზნით ჩატარებული იქნა თმ მატრიცის გარკვეული გარდაქმნა. ახალი ტიპის მატრიცას ფსევდოთანაზიარობის მატრიცა (ფთმ) ეწოდა. მისი დიაგონალური ელემენტებია გრაფის წვეროების ხარისხები, არადიაგონალური – წიბოების ჯერადობა. (1) გრაფის ფსევდოთანაზიარობის მატრიცას გააჩნია სახე:

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

მოდიფიცირებული ფსევდოთანაზიარობის მატრიცა (მფთმ) მეორე რანგისაა. მისი ერთ-ერთი დიაგონალური ელემენტია გრაფის ერთ-ერთი წვეროს ხარისხი, მეორე დიაგონალური ელემენტია დანარჩენი წვეროების ხარისხების ჯამი. არადიაგონალური ელემენტებია წიბოს ჯერადობა შერჩეულ ერთ-ერთ წვეროს და გრაფის დანარჩენ ფრაგმენტს შორის. ამგვარად, (2)-ის შესაბამისი მფთმ-ს სახე იქნება:

$$\begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 3 & 9 \end{pmatrix} \quad (3)$$

ოქტაედრისთვის, მფთმ-მატრიცას გააჩნია სახე:

$$\begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 4 & 20 \end{vmatrix} \quad (4)$$

მეთ-მატრიცების დეტერმინანტების მნიშვნელობები წარმოადგენს პოლიედრების დიგიტალურ (რიცხოვრივ) მახასიათებელს. ქვემოთ მოყვანილია ეს მახასიათებელი ხუთივე პოლიედრისათვის.

$$\begin{aligned} \det(\text{ტეტრაედრი}) &= 18 \\ \det(\text{კუბი}) &= 54 \\ \det(\text{ოქტაედრი}) &= 64 \\ \det(\text{დოდეკაედრი}) &= 162 \\ \det(\text{იკოსაედრი}) &= 250 \end{aligned} \quad (5)$$

აღნიშნული მიდგომის გამოყენებით შესაძლებელია კოორდინაციულ ნაერთების მოდელირება და კვლევა, რადგანაც კოორდინაციული ნაერთების შიდა კოორდინაციული სფერო ხშირად წარმოადგენს წესიერ პოლიედრს. ასე, მაგალითად, $M_1[M_2L_6]$ ტიპის კოორდინაციული ნაერთის შიდა კოორდინაციული სფეროს მოდელია ოქტაედრი. თუ დავუშვებთ, რომ M_1 ორვალენტოვანია (M_1 -ის შესაბამისი წვეროს ხარისხია 2), შესაბამის მოდელურ გრაფს ექნება სახე:



შესაბამისი მეთ-მატრიცის დეტერმინანტი შეიძლება ასე ჩაიწეროს:

$$\det \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ 2 & 64 \end{vmatrix} \quad (7)$$

(7) სახის დეტერმინანტების მნიშვნელობების საფუძველზე შეიძლება გაინსახდეს როს გარკვეული ტოპოლოგიური ინდექსები, რომლებიც საშუალებას იძლევა აიგოს „აღნაგობა-თვისებები“ ტიპის კორელაციური განტოლებები [6-7]. ეს საკითხები ინტენსიური შესწავლის სტადიაში იმყოფება.

ლიტერატურა

1. Харари Ф. Теория графов. -Москва, 1975.
2. Оре О. Теория графов. -Москва, 1980.
3. Rovray P.R. Chemical Application of Topology and Graph Theory /Ed. A. Balaban. - London, 1983.
4. გამზიანი გ. მათემატიკური ქიმიის რჩეული თავები. -თბილისი, მეცნიერება, 1990.
5. Gverdsiteli M., Gamziani G., Gverdsiteli I. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. -Tbilisi, Tbilisi Univ. Press, 1996.
6. Kobakhidze N., Gverdsiteli M., Gverdsiteli I. The Correlations „Structure-properties” in Algebraic Chemistry. -Tbilisi, 1997.
7. Gamziani G., Kobakhidze N., Gverdsiteli M. Topologic Indeces. -Tbilisi, 1997.

SUMMARY

ALGEBRAIC CHARACTERISTICS OF PLATO'S BODIES AND THEIR APPLICATION IN MODELING OF COORDINATION COMPOUNDS

Rusia M.Sh., Lobjanidze L.B. and Gverdsiteli M.I.

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Algebraic characteristics of Plato's bodies were elaborated within the scope of the matrices method. The concept of pseudo-contiguity and modified pseudo-contiguity matrices was introduced. The application of this approach to modeling of coordination compounds is considered.

Keywords: Plato's bodies, graph, modified pseudo-contiguity matrix, coordination compounds.

MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF ALKENES

Kvartskhava G.R., Chachava G.G. and Gverdsiteli M.I.

Georgian Technical University
National Food Agency
Iv. Javakhishvili Tbilisi State University

Abstract. Mathematical-chemical investigation of some alkenes was carried out within the scope of the quasi-ANB-matrices method. Three correlation equations of the structure-properties type were derived. Correlations are satisfactory.

Keywords: alkanes, quasi-ANB-matrix, correlation equation.

Contiguity matrices of molecular graphs and their various modifications are widely used in mathematical chemistry for investigation of molecules and their transformations, and the ANB-matrix falls into this type [1-2].

The diagonal elements of the ANB-matrix represent the atomic numbers of chemical elements, and the nondiagonal elements are the multiplicities of the chemical bonds. For an arbitrary XYV molecule, the ANB-matrix has the form:

$$\begin{vmatrix} Z_x & \Delta_{xy} & \Delta_{xv} \\ \Delta_{xy} & Z_y & \Delta_{yv} \\ \Delta_{xv} & \Delta_{yv} & Z_v \end{vmatrix} \quad (1)$$

For large molecules, the calculations based on the ANB-matrices are labour-consuming. Hence a modernized form of the ANB-matrix - a quasi-ANB-matrix ($A\tilde{N}B$) was elaborated. Its diagonal elements are the sums of the atomic numbers of those chemical elements, which the structural fragments of the molecule contain, the nondiagonal ones are the multiplicities of the chemical bonds between these structural fragments.

Some alkenes [3] were investigated within the scope of $A\tilde{N}B$ -matrices method. A simple model was elaborated:

$$A - B \quad (2)$$

where: $A = CH_2 = CH$; $B = CH_3, C_2H_5, C_3H_7, \dots$

The corresponding $A\tilde{N}B$ -matrix has the form:

$$\begin{vmatrix} Z_A & 1 \\ 1 & Z_B \end{vmatrix} \quad (3)$$

In the table the data on $\lg(\Delta_{A\tilde{N}B})$, T_{boil} , d and S_{298}° for these alkanes are given.

The values of $\lg(\Delta_{\text{ANB}})$, $T_{\text{boil}}[3]$, d and $S_{298}^{\circ}[4]$ for alkenes

Alkene	$\lg(\Delta_{\text{ANB}})$	$T_{\text{boil}}, ^{\circ}\text{C}$	$d, \text{g/cm}^3$	$S_{298}^{\circ} \text{ cal/(mole K)}$
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	2,13	-48	-	63,80
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_2\text{H}_5$	2,19	-6,5	-	73,04
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_3\text{H}_7$	2,57	30	0,643	82,05
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_4\text{H}_9$	2,69	63,5	0,675	91,93
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_5\text{H}_{11}$	2,79	93	0,698	(95,80)
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_{13}$	2,87	122,5	0,716	-
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_7\text{H}_{15}$	2,93	146	0,731	-
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_8\text{H}_{17}$	2,97	171	0,743	-

The correlation equations were derived using a computer:

$$T_{\text{boil}}=327,7 \lg(\Delta_{\text{ANB}}) - 818,0 \quad (4)$$

$$d=0,2500 \lg(\Delta_{\text{ANB}}) + 0,0005 \quad (5)$$

$$S_{298}^{\circ}=37,78 \lg(\Delta_{\text{ANB}}) - 9,60 \quad (6)$$

The correlation coefficient r is equal to 0,981; 0,983; 0,988, respectively.

Thus, in accordance with Jaffe's criterion [5], the correlation is satisfactory.

The value of S_{298}° for C_7H_{14} is calculated theoretically (is given in brackets) based on correlation equation (6).

REFERENCES

1. M. Gverdtsiteli, G. Gamziani, I. Gverdtsiteli. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. – Tbilisi, Tbilisi Univ. Press, 1996.
2. K. Kupatadze, T. Lobzhanidze, M. Gverdtsiteli. Algebra-Chemical Investigation of some Organic Molecules and their Transformations. -Tbilisi, Publishing House "Universal", 2007.
3. Р.Морисон, Р.Бойу. Органическая Химия. - Москва, 1974, с.152.
4. В.А. Киреев. Методы практических расчетов в термо-динамических химических реакциях. - Москва, 1975, с 471.
5. მ. გვერდციტიელი. ფიზიკური ორგანული ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, თსუ, 1982, გვ. 19.

РЕЗЮМЕ

МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛКЕНОВ

Кварцхава Г.Р., Чачава Г.Г., Гвердцители М.И.

Грузинский технический университет

Национальное агентство продовольствия

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

Проведено математико-химическое исследование некоторых алкенов в рамках метода квази – АНС-матриц. Построены три корреляционные уравнения. Корреляции удовлетворительны.

Ключевые слова: алкены, квази – АНС – матрица, корреляционные уравнения.

**MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF CHAIN GROWTH IN THE
REACTION OF METHANE HALOGENETATION**

Chachava G.G. and Gverdsiteli M.I.

**National Food Agency
Iv. Javakhishvili Tbilisi State University**

Abstract. The chain growth in the reaction of methane halogenation was studied within the scope of ANB – and quasi-ANB-matrices methods. Two correlation equations of the structure-properties type were derived and investigated. The correlations are satisfactory.

Keywords: chain growth, methane halogenation, correlation equation.

Contiguity matrices of molecular graphs and their modifications are widely used in mathematical chemistry for investigation of molecules and their transformation, and the ANB-matrix falls into this type [1].

The diagonal elements of the ANB-matrix are the atomic numbers of chemical elements, the nondiagonal ones – the multiplicities of the chemical bonds. For arbitrary XYV molecule, the ANB-matrix has the form:

$$\begin{pmatrix} Z_x & \Delta_{xy} & \Delta_{xv} \\ \Delta_{xy} & Z_y & \Delta_{yv} \\ \Delta_{xv} & \Delta_{yv} & Z_v \end{pmatrix} \quad (1)$$

where: Z_x , Z_y and Z_v are the atomic numbers of X, Y, Z chemical elements; Δ_{xy} , Δ_{xv} and Δ_{yv} are the multiplicities of X-Y, X-V, Y-V chemical bonds, respectively.

The modernized form of the ANB-matrix – a quasi-ANB-matrix (\overline{ANB}) was elaborated [2]. Its diagonal elements are the sums of the atomic numbers of those chemical elements, which the structural fragments of the molecule contain, the nondiagonal elements represent the multiplicities of the chemical bonds between the structural fragments. Thus, the calculation based on the \overline{ANB} -matrix is less labour-consuming and gives a possibility to underline the chemical essence of the problem. Decimal logarithms of the values of ANB- and \overline{ANB} -matrices are effective topologic indices for construction and investigation of the correlation equations of the structure-properties type.

The chain growth stage for the methane halogenation reaction is:



where: $\text{X} \equiv \text{F}, \text{Br}, \text{I}$; ΔH_1 and ΔH_2 are the enthalpies of the reactions [3].

In the table the values of $\lg(\Delta_{\overline{ANB}})$ (for H - X), ΔH_1 , $\lg(\Delta_{\overline{ANB}})$ (for CH_3X) and ΔH_2 are given. For CH_3X the simplest model R-X was constructed.

The values of $\lg(\Delta_{\text{ANB}})$, ΔH_1 , $\lg(\Delta_{\text{ANB}})$, ΔH_2

HX	HF	HCL	HBr	HI
$\lg(\Delta_{\text{ANB}})$	0,90	1,20	1,53	1,77
ΔH_1 , ccal/mde	-33	-1	15	31
CH_3X	CH_3F	CH_3CL	CHBr	CH_3I
$\lg(\Delta_{\text{ANB}})$	1,90	2,18	2,50	2,68
ΔH_2 , ccal/mde	-71	-23	-21	17

Two correlation equations were derived using a computer:

$$\Delta H_1 = 78 \lg(\Delta_{\text{ANB}}) - 103 \quad (4)$$

$$\Delta H_2 = 69 \lg(\Delta_{\text{ANB}}) - 202 \quad (5)$$

The correlation coefficient r is respectively equal to 0.978; 0.980. Thus, in accordance with Jaffe's criterion [4], the correlation is satisfactory.

REFERENCES

1. M. Gverdtsiteli, G. Gamziani, I. Gverdtsiteli. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. – Tbilisi, Tbilisi Univ. Press. 1996.
2. Н. Н. Сидамонидзе, К. Т. Купатадзе, М. И. Гвердцители. Теоретическое исследование корреляций “структура-свойства” в рамках метода ПНС-, квази – ПНС и ЭМ – матриц. //Прикладная физика, 2009, №6, сс. 36 - 39.
3. Р. Моррисон. Р. Бойд. Органическая химия. – Москва, Мир, 1974, с.59.
4. მ. გვერდწითელი. ფიზიკური ორგანული ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, თსუ, 1982, გვ. 19.

РЕЗЮМЕ

МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА ЦЕПИ В РЕАКЦИЯХ ГАЛОГЕНИРОВАНИЯ МЕТАНА

Чачава Г.Г., Гвердцители М.И.

Национальное агентство продовольствия

Тбилиский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

Исследован рост цепи в реакциях галогенирования метана в рамках методов АНС- и квази-АНС-матриц. Построены и исследованы два корреляционных уравнения. Корреляции удовлетворительны.

Ключевые слова: галогенирование метана, рост цепи, корреляционное уравнение.

MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF ALKYNES WITHIN THE SCOPE OF THE QUASI-ANB-MATRICES METHOD

Sidamonidze N.N., Koiava N.A. and Gverdtsiteli M.I.

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University
Tbilisi State Medical University

Abstract. Mathematical-chemical investigation of some alkynes was carried out within the scope of the quasi-ANB-matrices method. Three correlation equations of the structure-properties type were derived. The correlations are satisfactory.

Keywords: alkynes, quasi-ANB-matrix, correlation equations.

The ANB-matrix falls into the type of modified contiguity matrices of molecular graphs, and it is effectively used in mathematical chemistry [1, 2]. The diagonal elements of the ANB-matrix are the atomic numbers of chemical elements (which the corresponding molecule contains); the nondiagonal elements represent the multiplicities of the chemical bonds.

$$\begin{vmatrix} Z_A & \Delta_{AB} & \Delta_{AC} \\ \Delta_{AB} & Z_B & \Delta_{BC} \\ \Delta_{AC} & \Delta_{BC} & Z_C \end{vmatrix} \quad (1)$$

where Z_A , Z_B and Z_C are the atomic numbers of A, B and C chemical elements, respectively; Δ_{AB} , Δ_{AC} and Δ_{BC} are the multiplicities of the chemical bonds $A \sim B$, $A \sim C$, $B \sim C$, respectively.

The modernized form of the ANB-matrix – a quasi-ANB –matrix ($A\tilde{N}B$) was elaborated [3]. Its diagonal elements represent the sums of the atomic numbers of those elements, which the structural fragments of the molecule contain; the nondiagonal elements are the multiplicities of the chemical bonds between these structural elements. Thus, the ANB-matrix is constructed based on the molecular model.

Some alkynes were investigated within the scope of the ($A\tilde{N}B$)-matrices method. A simplest model was elaborated for them:



where: $X \equiv HC \equiv C$; $Y \equiv CH_3, C_2H_5, C_3H_7 \dots$

The corresponding ($A\tilde{N}B$)-matrix has the form:

$$\begin{vmatrix} Z_X & 1 \\ 1 & Z_Y \end{vmatrix} \quad (3)$$

In the table the data on $\lg(\Delta_{A\tilde{N}B})$, $T_{boil.}$ and S_{298}^0 for these alkynes are given [5].

$\lg(\Delta_{A\tilde{N}B})$, T_{boil} [4], d [4] and S°_{298} [5] are for alkynes

Alkynes	$\lg(\Delta_{A\tilde{N}B})$	T_{boil} , °C	d , g/cm ³	S°_{298} , cal/(mole x k)
HC \equiv C - CH ₃	2.06	- 23	-	59.60
HC \equiv C - C ₂ H ₅	2.34	9	-	69.51
HC \equiv C - C ₃ H ₇	2.51	40	0.695	79.16
HC \equiv C - C ₄ H ₉	2.63	72	0.719	88.13
HC \equiv C - C ₅ H ₁₁	2.73	100	0.733	-
HC \equiv C - C ₆ H ₁₃	2.80	126	0.747	-
HC \equiv C - C ₇ H ₁₅	2.87	151	0.763	-
HC \equiv C - C ₈ H ₁₇	2.93	182	0.770	-

Three correlation equations were derived using a computer:

$$T_{\text{boil}} = 273 \cdot \lg(\Delta_{A\tilde{N}B}) - 645 \quad (4)$$

$$d = 0.172 \cdot \lg(\Delta_{A\tilde{N}B}) + 0.263 \quad (5)$$

$$S^{\circ}_{298} = 50.00 \cdot \lg(\Delta_{A\tilde{N}B}) - 43.40 \quad (6)$$

The correlation coefficient r is equal to 0.983, 0.981 and 0.985, respectively. Thus, in accordance with the Jaffe's criterion, the correlations are satisfactory.

REFERENCES

1. Gverdtsiteli M., Gamziani G., Gverdtsiteli M. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. - Tbilisi, Tbilisi University Press, 1996.
2. Kupatadze K.T., Lobzhanidze T.M., Gverdtsiteli M.I. Algebraic-Chemical Investigation of some Organic Molecules and their Transformations. - Tbilisi, Universal, 2007.
3. Сидамонидзе Н.Н., Купатадзе К.Т., Гвердцители М.И. Теоретическое исследование корреляции "структура-свойства" в рамках метода ПНС-, квази-ПНС- и ЭП-матриц. // Прикладная физика, 2009, №6. сс. 36-39.
4. Морисон Р., Бойд Р. Органическая химия. - Москва, Мир, 1974, с.232.
5. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. - Москва, Химия, 1975, с.472.

РЕЗЮМЕ

МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛКИНОВ В РАМКАХ МЕТОДА КВАЗИ –АНС-МАТРИЦ

Сидамонидзе Н.Н., Коиava Н.А., Гвердцители М.И.

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

Тбилисский государственный медицинский университет

В рамках метода квази-АНС-матриц проведено математико-химическое исследование некоторых алкинов. Построены три корреляционных уравнения. Корреляции удовлетворительны.

Ключевые слова: алкины, квази-АНС-матрица, корреляционное уравнение.

საპაციფიკური კონფორმაციული სტრუქტურის ბავშვთა კლოტრიმაზოლის ბიოკომპლექსითა ციტოტოქსიკური აქტიურობის ბაქტერიოგენეზი

ჩიგოგიძე ნ.შ., წიგწივაძე თ.ი., ნადირაძე ი.შ.,
პეტრიაშვილი ჟ.დ., კლდიაშვილი რ.შ., ჯაფარიძე რ.ჯ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

იმიდაზოლის სტრუქტურა წარმოადგენს ცოცხალი სისტემებისა და ორგანიზმებისათვის აუცილებელ ბიოლოგიურად აქტიურ მრავალ ნივთიერებათა საფუძველს. ამის გარდა, ცოცხალ ორგანიზმთა ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია ისეთი სპეციფიკური მეტალების, ე.წ. მიკროელემენტების არსებობა, როგორებიცაა: ვანადიუმი, ქრომი, მანგანუმი, რკინა, კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი და სხვ. ბიოლოგიური სისტემების მიკროელემენტთა იონები წარმოქმნიან კოორდინაციულ ნაერთებს, სადაც ლიგანდის როლში გამოდის აზოტის ატომის შემცველი ჰეტეროციკლები, კერძოდ, იმიდაზოლისა და მისი წარმოებულების სტრუქტურები. გარდამავალ მეტალებთან კომპლექსური ნაერთების წარმოქმნა განპირობებულია ჰეტეროციკლური ნაერთების სტრუქტურით, მათში არსებული აზოტის დონორული ატომის გამო. ასეთი ნაერთები მონაწილეობს მრავალი ბიოლოგიურად აქტიური სტრუქტურის სტაბილიზაციაში. ცნობილია ცილის კომპლექსური ნაერთები მეტალთა იონებთან. ფერმენტული რეაქციების მიმდინარეობაც ასევე მეტალთა იონებთანაა დაკავშირებული. რიბოსომების მუშაობა და ნუკლეინის მჟავების სტრუქტურის რეგულაცია მეტალის ბუნებაზეა დამოკიდებული.

იმიდაზოლის წარმოებულ სამკურნალო პრეპარატებს შორის ჩვენი ყურადღება მიიპყრო მეტრონიდაზოლმა და კლოტრიმაზოლმა. მეტრონიდაზოლი წარმოადგენს ფართო სპექტრის ანტიპროტოზოულ საშუალებას. მას ფართოდ იყენებენ მწვავე და ქრონიკული ტრიქომონიაზის სამკურნალოდ; ნიშნავენ აგრეთვე ლამბლიოზის, ამებიაზის და კანის ლეიშმანიოზის დროს; ანაერობული ინფექციების დროს მას იყენებენ, როგორც ანტიბაქტერიულ საშუალებას. ბოლო დროს მეტრონიდაზოლს იყენებენ გასტროდუოდენალური წყლულების სამკურნალოდ, რაც ასოცირდება ჰელიკობაქტერია პილორთან (*helicobacter pylori*).

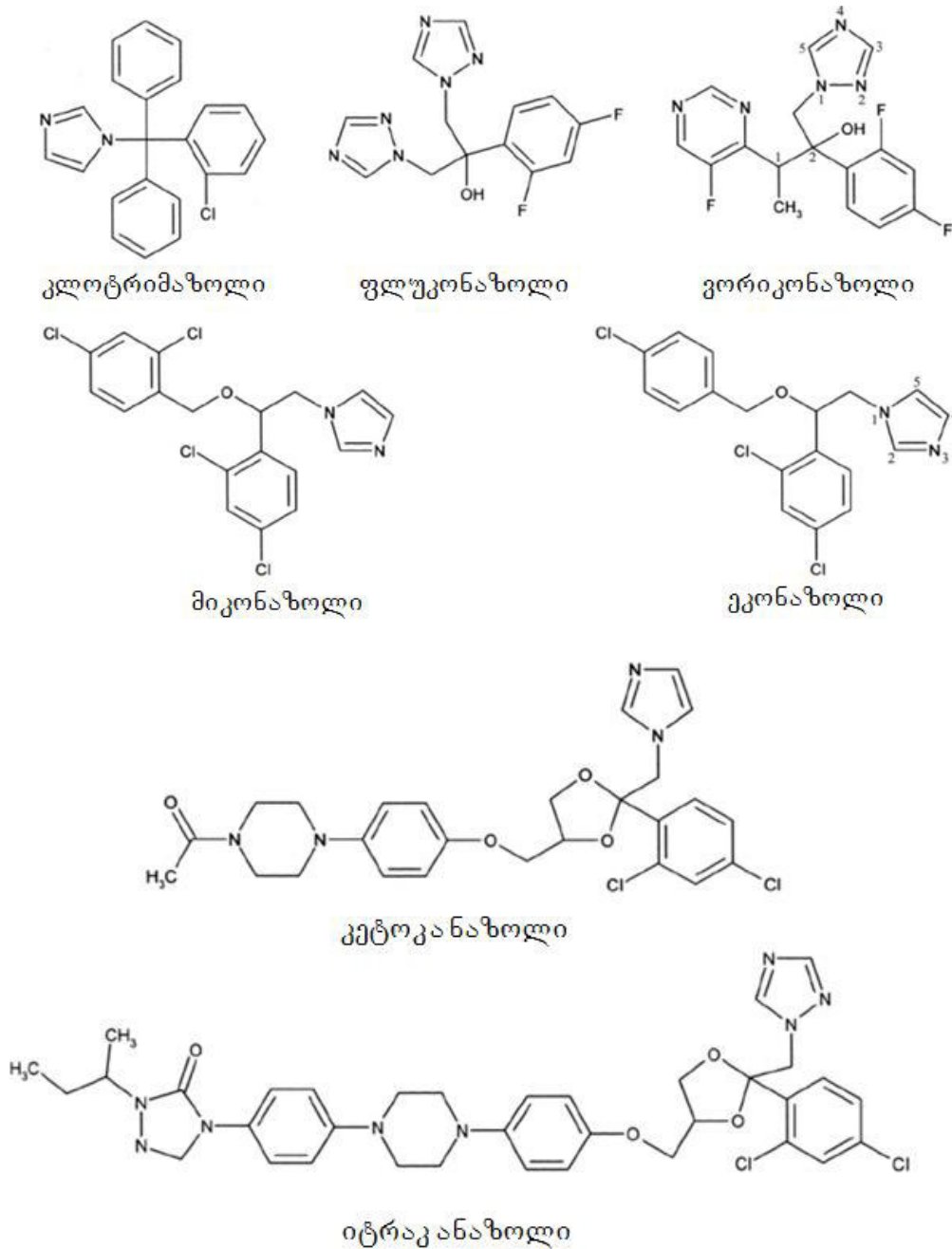
პრეპარატი მეტრონიდაზოლი ხსნის ალკოჰოლის დეჰინტოქსიკაციას (დამთრგუნველად მოქმედებს ფერმენტ აცეტალდეჰიდოჰოგენაზაზე), ზრდის აცეტალდეჰიდის დონეს სისხლში, ახდენს ორგანიზმის სენსიბილიზაციას ალკოჰოლური სასმელების მოქმედების მიმართ, რის გამოც მეტრონიდაზოლი გამოიყენება ალკოჰოლიზმით დაავადებული პაციენტების სამკურნალოდ.

მეტრონიდაზოლს აგრეთვე იყენებენ სხივური თერაპიის მიმართ სიმსივნის მგრძობელობის ასამაღლებლად.

თანამედროვე კვლევების თანახმად, გამოიკვეთა სოკოვანი დაავადებების ზრდის ტენდენცია, გაიზარდა მდგრადობა სოკოს გამომწვევ მიკრობთა და არსებულ სოკოსაწინააღმდეგო პრეპარატთა მიმართ, რის გამოც მთელ მსოფლიოში სერიოზული ყურადღება ეთმობა ახალი სოკოსაწინააღმდეგო პრეპარატების მიღებას.

თანამედროვე სოკოსაწინააღმდეგო პრეპარატებს შორის წამყვანი ადგილი დაიკავა იმიდაზოლის და ტრიზოლის წარმოებულებმა (კლოტრიმაზოლი, კეტოკანაზოლი, ეკანაზოლი, მიკონაზოლი, ბიფონაზოლი, ტრაფოგენი, ფლუკონაზოლი, კანაზოლი და სხვ.)

ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვანი შედეგებია მიღწეული ანტიფუნგიციდური პრეპარატების მოქმედების მექანიზმის შესწავლაში. ამ პრეპარატების ძირითადი ჯგუფების ფუნგიციდური მოქმედება დაკავშირებულია სოკოს უჯრედების კედლებზე მათი პირდაპირი მოქმედებით, რაც მდგომარეობს ერგოსტერინის სინთეზის ინჰიბირებაში. ზემოჩამოთვლილი სინთეზირებული სოკოსაწინააღმდეგო პრეპარატების ქიმიური ფორმულები მოცემულია სურ.1:



სურ.1. სინთეზირებული სოკოსაწინააღმდეგო პრეპარატები

კლოტრიმაზოლი პირველი სინთეზირებული იმიდაზოლინური ანტიფუნგალური პრეპარატია, რომელმაც ფართო აღიარება მოიპოვა სამედიცინო პრაქტიკაში (1970). ამის შემდეგ გამოჩნდა იმიდაზოლის და ტრიაზოლის სხვა სოკოსაწინააღმდეგო წარმოებულები. კლოტრიმაზოლი აქტიურია პათოგენური დერმატოფიტების, საფუარის სოკოების, სხვადასხვა ფერის ლიქენის და ერითრაზმის გამომწვევების მიმართ. ის ასევე ავლენს ანტიბაქტერიულ მოქმედებას სტაფილოკოკებსა და სტრეპტოკოკებზე.

ახოტის დონორული ატომის შემცველი მეტრონიდაზოლი და კლოტრიმაზოლი 3d მეტალებთან კომპლექსური მარილების წარმოქმნის რეაქციებში აქტიური ლიგანდების როლში გამოდიან.

თითოეულ ამ სამკურნალო საშუალებაში შეინიშნება ბიოლოგიური აქტიურობის სხვადასხვა სახე (ანტიმიკრობული, ანტიპროტოზოული, სოკოსაწინააღმდეგო

და ა.შ.), მათ აქვთ არა მარტო საერთო ბიოლოგიური აქტივობა, არამედ ამუღავნებენ სრულიად ახალი ტიპის ბიოლოგიურ აქტივობებს და ფარმაკოლოგიურ თვისებებს.

კომპლექსწარმოქმნის რეაქციების დახმარებით შესაძლებელია არა მხოლოდ პრეპარატის ბიოლოგიური აქტიურობის გაძლიერება, არამედ, შესაძლებელია ისეთი სრულიად ახალი სიმსივნისსაწინააღმდეგო კომპლექსური ნაერთების მიღება კლოტრიმაზოლთან, რომელიც უკეთესია, ვიდრე პრეპარატი ცის-პლატინა. ამასთან კლოტრიმაზოლის მიღებული კოორდინაციული ნაერთები Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} და Zn^{2+} იონებთან ამუღავნებს უკეთეს ციტოტოქსიკურ აქტივობას თავისუფალ ლიგანდთან და არსებულ სიმსივნისსაწინააღმდეგო პრეპარატ ცის-პლატინასთან შედარებით.

როგორც ცნობილია, ცის-პლატინის სიმსივნისსაწინააღმდეგო მოქმედების მექანიზმი დაკავშირებულია დნმ-ის ბიფუნქციურ აღკვირებასთან, რასაც მოყვება ნუკლეინის მუავების ბიოსინთეზის დათრგუნვა და უჯრედის სიკვდილი. ცისპლატინის მიღება პერორალურად არაეფექტურია, ამიტომ მას ნიშნავენ პარენტერალურად.

ჯერ კიდევ 1974 წელს [1,2] აღმოჩენილ იქნა მეტრონიდაზოლის სპეციფიკური კომპლექსწარმოქმნის უნარი სპილენძ (II)-ის იონებთან. ნივთიერების $[\text{CuCl}(\text{MN})_2(\text{H}_2\text{O})]^+\text{Cl}^-$ სტრუქტურა იონურია და აგებულია დისკრეტული კომპლექსური კატიონებისა $[\text{CuCl}(\text{MN})_2(\text{H}_2\text{O})]^+$ და Cl^- -ის ანიონებისაგან, რაც მტკიცდება ელექტროგამტარობის მონაცემებით. შემდეგში, რენტგენოსტრუქტურული მონაცემებით დადგინდა იქნა მეტრონიდაზოლის სპილენძ (II)-ის იონებთან კოორდინაციის სრულიად ახალი ტიპი. სპილენძის ატომების ირგვლივ წარმოიქმნება ტრიგონალურ ბიპირამიდული კოორდინაცია 2 ატომი აზოტით, მეტრონიდაზოლის 2 მონოდენტატური მოლეკულით, წყლის მოლეკულათა ატომებით და ქლორის ხიდური ატომით. პირველად იქნა დამტკიცებული, რომ მეტრონიდაზოლთან კომპლექსში სპილენძის კოორდინაციული რიცხვი 5-ის ტოლია.

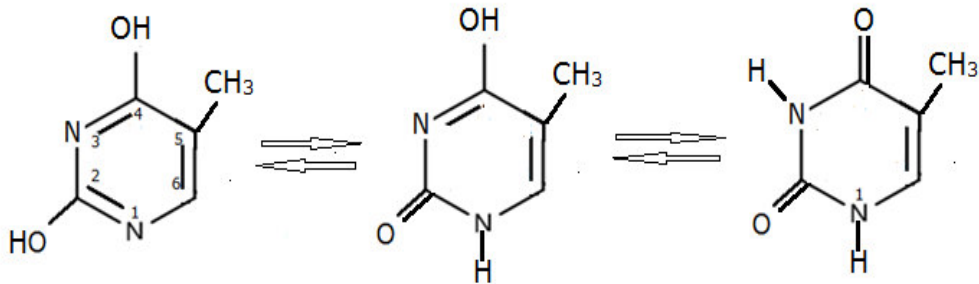
ზემოთქმულის შედეგად შესაძლებელია ორგანიზმში აღნიშნული პრეპარატის ლიგანდური პათოლოგიის მექანიზმის ახსნა [3].

წარმოქმნის რა „ცრუ“ ლიგანდს, მეტრონიდაზოლი კოორდინირებს ორგანიზმის სპილენძშემცველი ცილებისა და ფერმენტების სპილენძის ატომებთან, ახდენს მათ ბლოკირებას და იწვევს სხვადასხვა პათოლოგიურ ცვლილებას ორგანიზმში (ორგანიზმში აღკვირების დეზინტოქსიკაცია). 2009 წელს [3] წამოიწია კონცეფცია ლიგანდისა და ორგანიზმის მეტალშემცველი მაკრომოლეკულების ურთიერთინდუცირებადი შესაბამისობის, რაც ჩვენი აზრით ძირითადია ლიგანდური პათოლოგიის წარმოქმნისათვის. ორგანიზმში კომპლექსწარმოქმნის დროს ბიოლიგანდებსა და მეტალშემცველ ცილებს შორის ადგილი აქვს დრეკადი სტრუქტურების წარმოქმნას და არა მხოლოდ „გასაღები“ და „ბოქლომი“ ტიპის კომპლემენტარული კონფიგურაციის მქონე სტრუქტურების მექანიკურ გაერთიანებას. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ადგილი აქვს ლიგანდის და მაკრომოლეკულის კონფორმაციის ერთდროულ ცვლილებას.

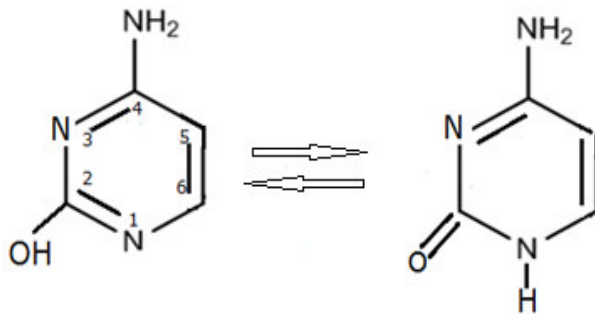
დღეისათვის ამერიკელი კოლეგებისაგან მივიღეთ შესაბამისობა ჩვენ კონცეფციაზე, რაც გულისხმობს კლოტრიმაზოლთან სპილენძ (II)-ის სპეციფიკური პენტაკოორდინაციული სტრუქტურის კომპლექსების ფორმირებას და შესაბამისად პრეპარატის ციტოტოქსიკური თვისებების მრავალჯერად გაზრდას [4]. ჩვენი აზრით სიმსივნური უჯრედების დნმ წარმოადგენს რეალურ ხაფანგს მსგავსი კომპლექსებისათვის. მრავალ ბიოლოგიურ რეაქციას თან ერთვის დნმ-ის მოლეკულის კონფორმაციული ცვლილება. აზოტის ატომების სხვადასხვა ნაშთების შემცველი დნმ-ის მოლეკულა სხვადასხვაგვარად მოქმედებს მძიმე მეტალთა იონებზე. ოთხ ნუკლეოტიდს - ადენინი, თიმინი, გუანინი და ციტოზინი, მათი განლაგების მიხედვით, აქვს მეტალთა იონების ჩანერგვის 10 სხვადასხვა შესაძლო ადგილი. სხვა ელემენტებთან შედარებით $3d$ –ელემენტთა იონებს აქვს შეკავშირების უპირატესობა და იწვევს სხვადასხვა ეფექტს იმის გამო, რომ მათ შეუძლიათ დაკავშირება როგორც ფოსფატური ჯგუფებით, ასევე ჰეტეროციკლით [5]. ამასთან, პირველი გარდამავალი რიგის თითოეული მეტალის იონი ხასიათდება ამ ორი ადგილის დაკავშირებისათვის ფარდობითი სწრაფვის სხვადასხვაგვარი მნიშვნელობით.

სპეციფიკურობა გამოისახება არა მეტალის იონი-ნუკლეოტიდის ურთიერთქმედებაში, არამედ, შეერთების ადგილის კონფორმაციაში. შედეგი, თავის მხრივ, დამოკიდებულია დნმ-ის ატომთა თანმიმდევრობაზე, იონურ ძალაზე და pH-ის მნიშვნელობაზე. ასეთი ტიპის სტრუქტურული ცვლილება ხსნის დნმ-ის მოლეკულაში არსებული ბიოლოგიური ინფორმაციის გადაცემის მექანიზმს. ორვალენტიანი მეტალის იონების და სხვა ელექტროლიტების შერჩევით შესაძლებელია ორმაგი სპირალის, ერთმაგი სპირალის ურთიერთგარდაქმნა. იდეა, რომ მეტალთა იონები უწესრიგოდ არ არის გაბნეული დნმ-ის მოლეკულის გასწვრივ, პირველად გამოთქვა კირბმა [6], რომლის ვარაუდით, მოლეკულებს შეუძლია შეასრულოს შემაკავშირებელი როლი ნუკლეინის მუკავებსა და ცილებს შორის დეზოქსი- და რიბონუკლეოპროტეინებში.

ჰეტეროციკლური ნაერთების ჰიდროქსო- და ამინონაწარმები განიცდის ლაქტიმ-ლაქტამურ და ამინო-იმიურ ტაუტომერიას.



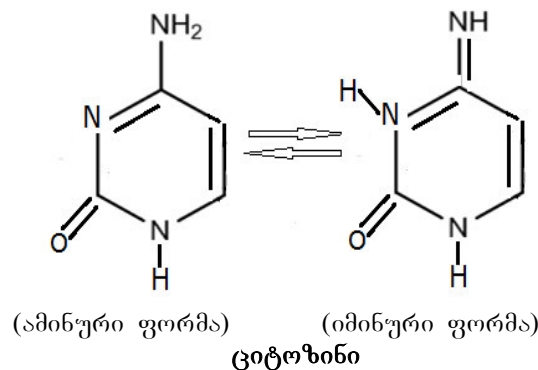
თიმინი (2,4-დიჰიდროქსი-5-მეთილპირიმიდინი)



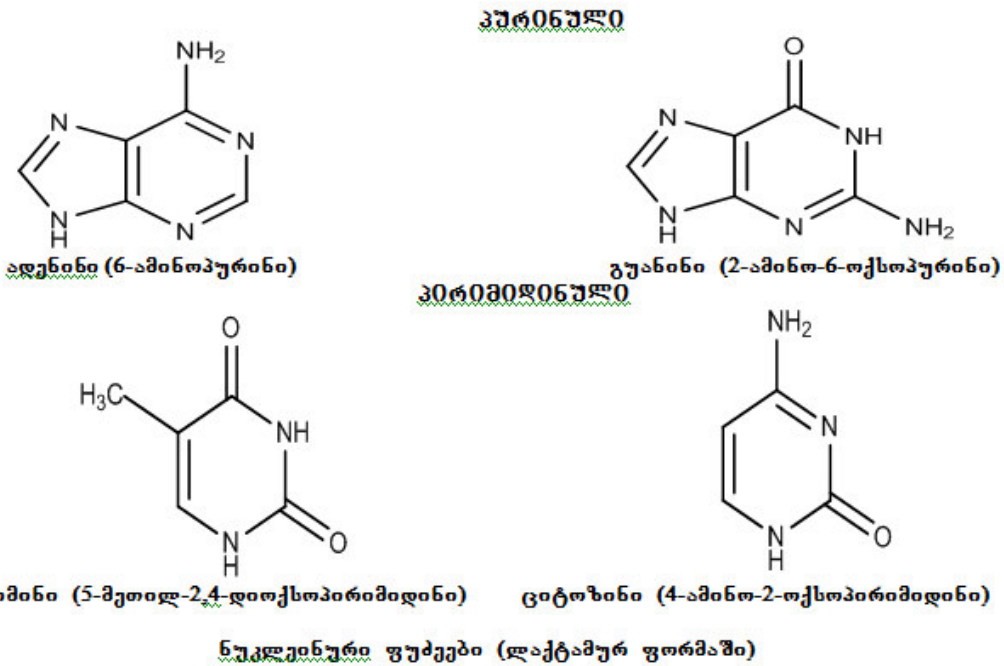
ციტოზინი (4-ამინო-2-ჰიდროქსიპირიმიდინი)

ჰიდროქსოფორმა ლაქტამურ ფორმას წარმოადგენს. წონასწორობაში ჩვეულებრივ ჭარბობს ლაქტამური ფორმა.

პირიმიდინის ამინოწარმოებულებისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე ამინო-იმიური ტაუტომერია. ციტოზინს შეიძლება ჰქონდეს ამინური ან იმიური ფორმები, მაგრამ უფრო მეტად დამახასიათებელია ამინური ფორმა:

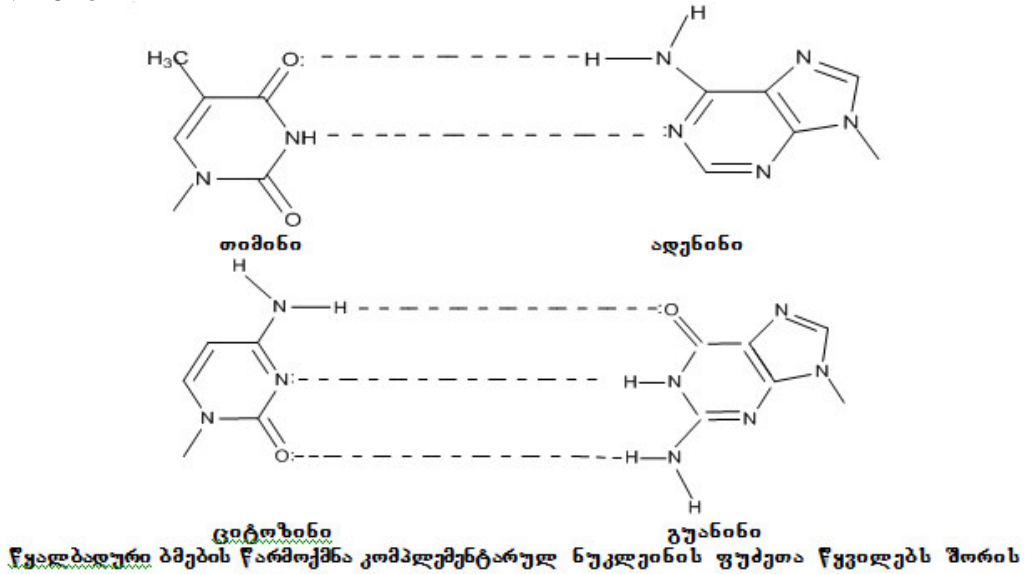


ამასთან, ფიზიოლოგიურ პირობებში ნუკლეინური ფუძეები არსებობს მხოლოდ ლაქტამურ და იმინურ ფორმაში.

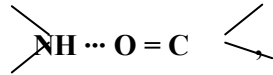


ნუკლეოზიდები ჰიდროლიზის მიმართ მდგრადია სუსტ ტუტე გარემოში, ხოლო მუავა გარემოში იხლიხება. ამასთან, პურინული ნუკლეოზიდები, პირიმიდინულთან შედარებით უფრო ადვილად ჰიდროლიზდება.

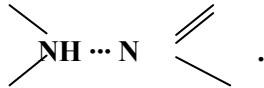
დნმ-ის ერთი ჯაჭვის პურინულ და მეორე ჯაჭვის პირიმიდინულ ნაშთებს აკავშირებს წყალბადური ბმები. ასეთი ნუკლეინური ფუძეები წარმოქმნის კომპლემენტარულ წყვილებს. ამასთან ადენინი და თიმინი შეადგენს ერთ კომპლემენტარულ წყვილს. კომპლემენტარული ნაშთების მეორე წყვილს წარმოქმნის გუანინი და ციტოზინი.



წყალბადური ბმები წარმოიქმნება ერთი ნუკლეინური ფუძის ამინოჯგუფსა და მეორის კარბონილურ ჯგუფს შორის



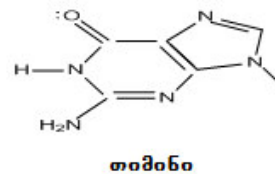
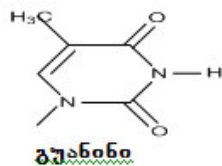
ასევე ამიდურ და იმიდურ აზოტის ატომებს შორის



ჯაჭვთა კომპლემენტარობა არის **დნმ**-ის მოლეკულის მთავარი ფუნქციის (მემკვიდრული ნიშნების შენახვა და გადაცემა) ქიმიური საფუძველი. მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემის უტყუარი საწინდარია ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის შენარჩუნება. ამასთან, სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედებით **დნმ**-ის ნუკლეოტიდურ-მა თანმიმდევრობამ შეიძლება განიცადოს სხვადასხვა სახის მუტაცია, რომელთა დაგროვება, იწვევს სიმსივნეთა წარმოქმნას.

განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი ქიმიური თვალთახედვით.

მუტაციის ყველაზე გავრცელებული სახეა ნუკლეინურ ფუძეთა რომელიმე წევრის შეცვლა მეორეთი. ასეთი ცვლილების მიზეზი ხშირად შეიძლება იყოს ტაუტომერული წონასწორობის გადანაცვლება. მაგ., თიმინი ლაქტამურ ფორმაში არ წარმოქმნის წყალბადურ ბმებს გუანინთან, ხოლო ლაქტიმურ ფორმაში წარმოქმნის უჩვეულო წყვილს თიმინი-გუანინი.



I. თიმინი ლაქტამურ ფორმაში; გუანინთან კომპლემენტარული წყვილი არ წარმოიქმნება

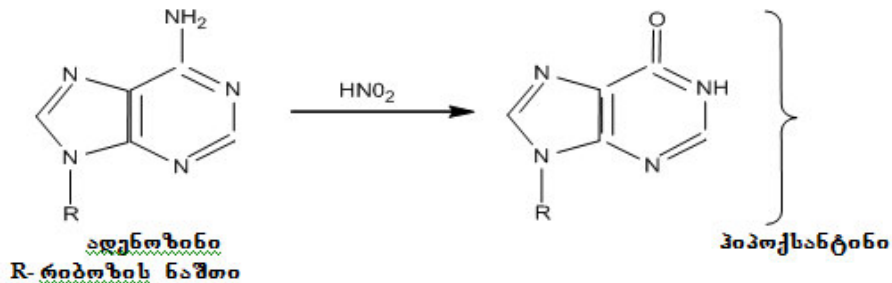


II. თიმინი ლაქტიმურ ფორმაში კომპლემენტარულ წყვილს წარმოქმნის გუანინთან ტაუტომერული წონასწორობის გადანაცვლების შედეგად მუტაციის წარმოქმნა

ნუკლეინურ ფუძეთა ფიზიოლოგიური წყვილის შეცვლა გენეტიკური კოდის ტრანსკრიფციით („გადაწერით“) გადაეცემა **დნმ**-დან **რნმ**-ს და საბოლოოდ იწვევს სინთეზირებულ ცილაში ამინომჟაეური თანმიმდევრობის ცვლილებას. მუტაციათა დაგროვებისას იზრდება შეცდომათა რიცხვი ცილების სინთეზში.

მუტაციათა წარმოშობის მეორე მიზეზია სხვადასხვა სახის გამოსხივების ზემოქმედება. აღსანიშნავია, რომ მუტაციის წარმოქმნის უმთავრესი მიზეზი არის

ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედება. სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერება, ე.წ. მუტაგენური ანუ კანცეროგენული ნაერთები, იწვევს ახალ სიმსივნურ წარმონაქმნებს. ამის დასტურია ქიმიური მუტაციის მაგალითი ნიტრიტების ზემოქმედებისას.



ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედებით მუტაციის წარმოქმნის მაგალითი (მუტაგენური ანუ კანცეროგენული ნაერთები)

ადენოზინზე აზოტმუკავას მოქმედებით, დეზამინირების რეაქციის შედეგად ამინოჯგუფი გარდაიქმნება ჰიდროქსილურში, რის შედეგად ადენოზინისგან წარმოიქმნება მეორე ნუკლეოტიდი-ინოზინი, რომელიც შეიცავს ჰიპოქსანტინს. ეს იწვევს დნმ-ში კომპლემენტარულ ნუკლეინის ფუძეთა წყვილის შეცვლას, რადგან ადენინური ნუკლეოტიდი კომპლემენტარულია თიმინურის, ხოლო ინოზინი კომპლემენტარულ წყვილს წარმოქმნის მხოლოდ ციტიდინურ ნუკლეოზიდთან.

ამასთან ერთად, ნუკლეოტიდებს აქვთ ძალიან დიდი მნიშვნელობა არა მხოლოდ, როგორც ნუკლეინური მჟავების საშენ მასალას, არამედ ისინი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ფერმენტული აქტივობის და ბიოქიმიური პროცესების გამოვლენისათვის აუცილებელი კოფერმენტების როლში.

ზემოთქმული საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა, რომ კომპლექსწარმოქმნისას სპილენძ (II)-ის იონები იწვევს კონფორმაციულ ცვლილებებს, რაც კლოტრიმაზოლთან სპეციფიკური პენტაკოორდინაციული სტრუქტურის [7-10] კომპლექსურ ნაერთში იწვევს სრულიად ახალი სახის სიმსივნის საწინააღმდეგო მოქმედებას.

ლიტერატურა

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М., ООО „Издательство Новая Волна”, 2005, 1200 с.
2. Чигогидзе Н.Ш., Цивцивадзе Т.И., Джавахишвили З.О. Координационные соединения кобальта (II), никеля (II) с никодином и меди (II) с метронидазолом./XIX республиканская научно-техническая конференция проф.-преп. состава ГПИ и работников производства. Тезисы докладов. - Тбилиси, 1975, сс. 313-314.
3. Чигогидзе Нодар. Синтез и исследование физико-химических и биологических свойств биokoординационных соединений некоторых биогенных и токсичных элементов с никодином и метронидазолом. Докторская диссертация по химии. Грузинский технический университет. Тбилиси, Грузия, 2009, 151с.
4. Soledad Betanzos-Lara, Celedonio Gómez-Ruiz, Lidia R. Barrón-Sosa, Isabel Gracia-Mora, Marcos Flores-Álamo, Noráh Barbara-Behrens. Cytotoxic copper (II), cobalt (II), zinc (II), and nickel (II) coordination compounds of clotrimazole.//J. Inorg. Biochem., 2012, 114, pp. 82-93.
5. Сысоев И., Гривар Ж., Гийе Э. Исследование взаимодействия ионов металлов с ДНК. Специфическое поведение повторяющихся последовательностей ДНК. - Тбилиси, Институт физики АН ГССР, 1978, 72с.
6. Kirby K.//Biochem. J., 1958, 70, с. 260.
7. წიგწივაძე თ., ჩიგოგიძე ნ., კლდიაშვილი რ., სხილაძე რ., სულაქველიძე გ. მეტრონიდაზოლის სტრუქტურულ თავისებურებათა გამოკვლევა და 5-კოორდინაციული სპილენძის კომპლექსთა ბიოაქტიურობის კონცეფცია. თბილისი, 2013, 72 გვ.

8. https://www.researchgate.net/figure/45167551_fig1_FIG-1-Chemical-structures-of-azole-antifungal-agents-The-chemical-structures.
9. Kadavakollu S., Stailey C., Kunapareddy C.S., White S. Clotrimazole as a Cancer Drug: A Short Review. - Department of Natural Sciences, Western New Mexico University, Silver City, NM, 88061, USA.
10. Cytotoxic copper(II), cobalt(II), zinc(II), and nickel(II) coordination compounds of clotrimazole.//J. Inorg. Chem., September 2012, vol. 114, pp. 82-93.

SUMMARY

SPECIFIC CONFORMATIONAL STRUCTURE BIOCOMPLEXES OF CLOTRIMAZOLE AS A RESULT OF ENHANCEMENT OF CYTOTOXIC ACTIVITY

Chigogidze N.Sh., Tsvitsivadze T.I., Nadiradze I.Sh., Petriashvili Zh.D ., Kldiashvili R.S and Japaridze R.J.

Scientific Center of Biologically Active Substances, Georgian Technical University

Coordinate compounds of bivalent copper with clotrimazole were synthesized, and their composition, structure and biological activity were studied. Preparation clotrimazole (bioligand) belongs to imidazole derivatives (heterocyclic compounds) which combine different kinds of biological activity: antimicrobial, antiprotozoal, antifungal etc. It is shown that, by the reaction of complex formation with 3d-metals, both mutual enhancement of these activities and the emergence of an essentially new anticarcinogenic activity of a complex compound of copper with clotrimazole, better than that of cisplatin, are possible. Possible mechanisms of the anticarcinogenic effect of such complexes are discussed. The concept of the role of the formation of the specific pentacoordinate structure of the complexes of Cu^{2+} with imidazole derivatives in the enhancement of cytotoxic activity of these preparations, we proposed, is confirmed.

Keywords: tumor, cell, inhibitor, chemotherapy, imidazole derivatives.

CELL DESTRUCTION IN TUMOR FORMATIONS

Kadagishvili L.G.

V. Chavchanidze Institute of Cybernetics, Georgian Technical University
Georgian Engineering Academy

Abstract. The paper deals with the structural analysis of tumor formations. Every element of the cell has its own function. Oxidation reactions proceed in mitochondria which supply the cell with energy. In the cell, this energy originates a quantum process that, together with chromosomes and the cell membrane, generates a spin field among nucleolui. Energy is primary as an irritator in mitotic cell division. If by any reason the number of chromosomes in the cell is less or more than in the parent cell, this will cause significant changes in the cell. In particular, the cell division could be accelerated. The cell division rate depends on the quantum process generated in the cell, which also determines the character of a tumor formation. The location of tumor is covered by a kind of film. The information is transmitted to all cells like in the case of DNA. This must make it easier to obtain the information about the existence of a tumor formation.

Keywords: tumor, cell, chromosomes, quantum process, spin energy.

A man is part of the nature. His life proceeds with interaction with other parts of the nature which either support or interfere with his viability [1].

Great progress was achieved in one of the fields of cybernetics called bionics (from Ancient Greek “bion” – element of life). In bionics conceptual research is at the interdisciplinary boundary. The systems approach is its basis. At the junction of physics and biology, there emerged biophysics which in systems analysis unites with chemistry, then with molecular biology and physiology. By systems analysis, cybernetics conceptually united the research of the whole process of life. Elementary physical and chemical processes and certain laws characteristic of both live and unanimate nature underlie biological processes and phenomena [1]. In this paper, we would like to present the structural analysis of cancer cells - tumor formations.

The cell is the foundation of life. The cell underlies the growth, development and differentiation of vegetable and animal tissues. The cell size varies within the range from a few tenths of a nanometer to a few millimeters. The cells of different organs of the human body are of different size. For instance, the liver cells are quite large - 18-20 μm , red blood cells are somewhat smaller – less than 8.5 μm . Some bacteria, for instance, so-called micrococci are barely visible under the microscope.

The main elements of the cell are a nucleus and cytoplasm. The cell structure is rather complex. The cell consists of: 1. Nucleus; 2. Cytoplasm; 3. Nucleolus; 4. Nuclear membrane; 5. Cell membrane; 6. Endoplasmic reticulum; 7. Mitochondria; 8. Golgi apparatus; 9. Centrioles; 10. Lysosome; 11. Vacuoles [2].

The nucleus and cytoplasm as a level of system integrity of the cell structure are the vital elements of the living body. The nucleus has a unique structure. It contains relatively large micromolecular formations – chromosomes. Each organism has a distinct number of chromosomes of a particular shape and internal structure. The nucleus also contains one or a few nucleolui.

Every element of the cell has its own function. Oxidation reactions proceed in mitochondria which supply the cell with energy. In the cell, this energy originates a quantum process that, together with chromosomes and the cell membrane, generates a spin field among nucleolui. Energy is primary as an irritator in mitotic cell division. Centrioles, organelles of cytoplasm, play an important role in the mitotic cell division. These organelles provide the processes proceeding in the cell with the obtained quantum energy [3].

The chromosomal theory of inheritance states that chromosomes contain self-replicating particles – genes that are transmitted to the organism’s offspring and next generations, are the basis of inheritance of phenotypic traits. One or the other set of genes determines the character of individual development of a biological system.

As every living being transmits its phenotypic traits to its descendants, the prediction of an individual occurs through the investigation of DNA. By using the exact methods for determination of the content of DNA in the nucleus, it was found that the amount of DNA in the nuclei of different cells

of the organisms of the same species, as well as the number of chromosomes, is constant. The constant content of DNA in the nucleus is testimony of the continuity of chromosomes between cell divisions.

Before every division, the cell not only grows in size and becomes as big as a parent cell, but also the amount of DNA in the nucleus doubles. Only after that the cell division can begin. The synthesis of DNA is of primary importance for preparing for cell division. The synthesis of DNA is an enzymatic process. It is executed by an enzyme – DNA polymerase. In the interphase period, mitosis provides exact distribution of the doubled number of DNA molecules among daughter cells, and inheritance of the information stored in DNA. If by any reason the number of chromosomes in the cell is less or more than in the parent cell, this will cause significant changes in the cell and sometimes even its death.

Information about the structure of protein is stored in DNA molecules. For protein synthesis, this information is replicated in ribosomes. This happens via RNA which is synthesized using DNA as a template. Adenosine triphosphate (ATP) plays an important role in cellular activity. The reactions proceeding in the cell are characterized by high energy efficiency, i.e. energy release takes place. This energy is used for current cellular activities, first of all, for protein biosynthesis. ATP is “the energy currency” for cells which transports chemical energy within cells for metabolism.

ATP is synthesized in cell mitochondria. Then it transfers to endoplasmic reticulum channels, to energy consumption sites. ATP undergoes breakdown in the cell which is accompanied by energy release. Just at this time all other energy change reactions proceed in the cell. This promotes biological changes. The energy release takes place. This energy generates the quantum process that summarizes the quantum energy formed by the spin field together with the cell membrane. The energy is high as an irritator for mitotic cell division. The higher is the evolved energy, the faster is the cell division. As it increases naturally which is a normal process, it does not accelerate mitosis. At the same time, the faster is the cell division, the faster increases the number of cells for the given section. This moment is to be captured for the process of cancer formation which is close to the process of chromosome change.

During tumor formation, the cell grows in size, the amount of DNA doubles, triples, etc. The cell division at a certain rate begins. The higher is the quantum energy, i.e. the energy generated for cell destruction, the faster is the tumor formation. The type of a tumor formation depends on the cell division rate. The earlier we reveal the destruction process in the cellular system, the easier is to stop this process, to localize it, to cut damaged cells, to cauterize or to repay the process until it propagated to other cells.

REFERENCES

1. Whilley C. Biology. – Moscow, Mir, 1968.
2. Babski E., Zebkov A., Koritski M., Sodorov B. Human Physiology. – Tbilisi, Tbilisi University Press, 1965, 650 p.
3. Kadagishvili L.G. Prediction of a Disease by a Bioresonance Method. // Georgian Engineering News, 2014, No. 3, pp. 21-25.

РЕЗЮМЕ

РАЗРУШЕНИЕ КЛЕТочНОЙ СИСТЕМЫ В ОПУХОЛЕВОМ ОБРАЗОВАНИИ

Кадагишвили Л.Г.

Институт кибернетики им. В.В. Чавчанидзе, Грузинский технический университет
Грузинская инженерная академия

В статье дается структурный анализ опухолевого образования. У каждого элемента клетки своя функция. Окислительные реакции протекают в митохондриях, которые снабжают клетку энергией. Эта энергия в клетке возбуждает квантовый процесс, который проявляется в виде спинового поля между ядрышками, сформированного хромосомами и клеточной мембраной. Здесь главная энергия, как раздражитель в митотическом делении клеток. Если в клетке оказалось больше или меньше хромосом, чем в родительской клетке, это вызовет значительные изменения в клетке. В частности, может ускориться деление клетки. Скорость деления клетки зависит от возникшего в клетке квантового процесса, что также определяет характер опухолевого образования. Место опухолевого образования покрывается своеобразной пленкой. Информация передается всем клеткам, как это происходит в случае ДНК. Это облегчает получение информации о существовании опухолевого образования.

Ключевые слова: опухоль, клетка, хромосома, квантовый процесс, спиновая энергия.

კეკელიძე ი.ა.

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, მევენახეობის და მეღვინეობის ინსტიტუტი

ღვინო შედგენილობით მდიდარ პროდუქტს წარმოადგენს. მეცნიერულად დადგენილია რომ მასში 1000-ზე მეტი კომპონენტია. წითელი ღვინოების ინტენსიური კვლევა დაიწყო მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდა „ფრანგული პარადოქსის“ შესახებ - 1991 წლიდან. ყურძნის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებიდან, ფენოლური ნივთიერებები მონაწილეობენ ღვინის ტიპის ჩამოყალიბებაში; გავლენას ახდენენ გემოზე, ფერზე, გამჭვირვალობაზე, სტაბილურობაზე, ანტიოქსიდანტურ თვისებებზე.

დღეისათვის საერთაშორისო ბაზარზე წითელ ღვინოებზე მზარდი მოთხოვნა განპირობებულია მათი ანტიოქსიდანტური აქტივობით. ამავდროულად, ანტიოქსიდანტურ ეფექტსა და ფენოლური ნაერთების რაოდენობას შორის არსებული დადებითი კორელაციიდან გამომდინარე, მხოლოდ იმ წითელ ღვინოებს აქვთ ანტიოქსიდანტური ეფექტი, რომლებშიც მაღალია მათი კონცენტრაცია [1-6]. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ ფენოლური ნაერთების რაოდენობა ღვინოში დამოკიდებულია ყურძნის ჯიშზე, ვახის ზრდის ადგილზე, დამზადების ტექნოლოგიაზე [7-14].

წითელი ღვინის ანტიოქსიდანტური შემცველობის ზრდა (ანუ ფენოლური ნივთიერებების მაღალი კონცენტრაცია) აქტუალური საკითხია, რადგან მსოფლიო მასშტაბით მატულობს მოთხოვნა ანტიოქსიდანტებით მდიდარ პროდუქტებზე და მათ შორის ღვინოზე.

სადესერტო ღვინოები - პოპულარული სპეციალური ტიპის ღვინოებია; მათ მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში აწარმოებენ (პორტუგალია, იტალია, უნგრეთი, ესპანეთი, საფრანგეთი, არგენტინა, გერმანია, მოლდოვა, ბულგარეთი, რუსეთი), მაგრამ მეცნიერულად ჯერ კიდევ ნაკლებად შესწავლილია.

სამუშაოს მიზანია, დურდოს მაცერაციის ტექნოლოგიური ხერხის გაუმჯობესებით ფენოლებით გამდიდრებული მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობის წითელი სადესერტო ღვინის დამზადების ინოვაციური ტექნოლოგიის შემუშავება.

კვლევის ობიექტები იყო 2015 წლის რთველის სეზონზე საფერავიდან დამზადებული წითელი სადესერტო ღვინის საკონტროლო და საცდელი ნიმუშები და მშრალი წითელი ღვინის ნიმუში.

სადესერტო ღვინის საკონტროლო ნიმუში დამზადდა სტანდარტული ტექნოლოგიური სქემით: კლერტის მოცილება; დაჭყლეტვა; დურდოს გაცხელება 70°C-მდე; 25°C -მდე გაცივების შემდეგ ღვინის საფუარის შეტანა; დურდოს გამოწნეხა და ალკოჰოლური დუღილის შეწყვეტა სპირტ-რექტიფიკაციით [15], როდესაც მადულარ არეში დარჩა დაუდულარი შაქარი 16% [16, 17]. მიიღება ღვინო კონდიციებით: შაქრიანობა 16% და ალკოჰოლის შემცველობა 16 % მოც.

ჩვენს მიერ დამზადდა სადესერტო ღვინის ნიმუშის ოთხი საცდელი ვარიანტი.

საცდელი ნიმუშების ფენოლური ნივთიერებებით გამდიდრებისათვის ინტეგრირებული იქნა პერსპექტიული ტექნოლოგიური მიდგომები, რომელიც წარმოადგენს ჩვენი სამუშაოს „know-how“-ს.

სადესერტო და მშრალი ღვინის ნიმუშებში ჩატარდა ენოქიმიური და ორგანოლექტიკური მახასიათებლების გამოკვლევა: ტიტრული და მქროლავი მჟავიანობა, pH – სტანდარტული მეთოდების გამოყენებით; ფენოლური ნივთიერებების ჯამური რაოდენობის – ფოლინ-ჩოკალტეუს რეაქტივის გამოყენებით, კოლორიმეტრული მეთოდით; შეფერვის ინტენსიობის (420, 520, 620ნმ) და შეფერვის ტონალობის – სპექტროფოტომეტრული მეთოდით [18]. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში.

კვლევის ობიექტების ენოლოგიური გამოკვლევის შედეგები

ენოქიმიური და ორგანოლექტიკური მახასიათებლები	კვლევის ობიექტები					
	სადესერტო ღვინის ნიმუშები					მშრალი
	საკონტროლო ნიმუში	საცდელი ნიმუშების ვარიანტები				
		1	2	3	4	
ტიტრული მჟავიანობა, გ/ლ	4,93	7,24	7,56	4,61	7,56	5,59
მქროლავი მჟავიანობა გ/ლ	0,18	0,23	0,23	0,18	0,29	0,44
pHაქტიური მჟავიანობა	3,85	3,75	3,82	4,02	4,02	3,79
ფენოლური ნივთიერებების ჯამი, მგ/ლ	2588	3237	4139	3599	3909	2340
ფერის ინტენსიობა, I	37,7	33,9	48,15	41,65	43,5	17,05
შეფერვის ტონალობა, N	0,664	0,827	0,853	0,652	0,806	0,754
სადეგუსტაციო შეფასება, ბალი	8,1	8,2	8,4	8,25	8,3	–

მიღებული შედეგების ანალიზიდან ჩანს, რომ სადესერტო ღვინის ნიმუშებში მშრალი ღვინის ნიმუშთან შედარებით, მაღალია ფენოლური ნივთიერებების რაოდენობა, ფერის ინტენსიობისა და შეფერვის ტონალობის მაჩვენებლები.

საცდელი ნიმუშების ვარიანტებიდან, აღნიშნული ენოქიმიური მახასიათებლების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ფენოლური ნივთიერებებით გამდიდრების ინოვაციური ტექნოლოგიური ხერხის (ჩვენი სამუშაოს „know-how“) გამოყენებით დამზადებული მეორე ვარიანტის ნიმუში. ასევე მისი სადეგუსტაციო შეფასებაც მაღალია საკონტროლო ნიმუშთან და დანარჩენ საცდელ ნიმუშებთან შედარებით.

მიღებული კვლევის შედეგები გვიჩვენებს ინოვაციური ტექნოლოგიით დამზადებული სადესერტო ღვინის ნიმუშის, როგორც მაღალხარისხიანი სასარგებლო სასმელი პროდუქტის უპირატესობას, სტანდარტული ტექნოლოგიით დამზადებულ სადესერტო და მშრალი ღვინის ნიმუშებთან შედარებით. გამოკვლევები ამ მიმართულებით გრძელდება.

აღნიშნული სამუშაო განხორციელდა სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით, გრანტი №DO/363/10-160/14.

ლიტერატურა

1. Van Golde P.H., Sloots L.M. et al., The role of alcohol in the antilow-density lipoprotein oxidation activity of red wine. //Atherosclerosis, 1999, 147, pp. 365 –370.
2. Knekt P., Isotupa S., Rissanen H., Heliövaara M. et al. Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease.// Eur. J. Clin. Nutr., May 2000, 54(5), pp. 415-417.
3. Miyagi Y., Miwa K., Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation by flavonoids in red wine and grape juice. //Am. J. Cardiol., 1997, 80, pp. 1627 – 1631.
4. Papadopoulou C., Soulti K., Roussis I.G. Potential Antimicrobial Activity of Red and White Wine Phenolic Extracts against Strains of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*. //J. Food Technol. Biotechnol., 2005, 43 (1), pp. 41-46.
5. Prajitna A., Dami I.E. et al. Influence of Cluster Thinning on Phenolic Composition, Resveratrol and Antioxidant Capacity in Chambourcin Wine. //Am. J. Enol. Vitic., 2007, 58(3), pp. 346-350.
6. Roussis I.G., Lambropoulos I., Tzimas P., Gkoulioti A., Marinos V., Tsoupeis D. Boutaris L. Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. // J. Food Comp. Anal., 2008, 21, pp. 614-621.
7. Ritchey J.G., Waterhouse A. A Standard Red Wine: Monomeric Phenolic Analysis of Commercial Cabernet Sauvignon Wines. //Am. J. Enol. Vitic., 1999, vol. 50, No. 1, pp. 91-100.

8. Bavaresco L. Role of viticultural factors on stilbene concentrations of grapes and wine. // *Drugs Ep. Clin. Res.*, 2003, 29, pp. 181-187.
9. Corder R., Mullen W., Khan N.Q., Marks S.C., Wood E.G., Carrier M.J., Crozier A. Oenology: Red wine procyanidins and vascular health. // *Nature*, 2006 Nov. 30, 444, 566.
10. Ebelashvili N., Kuridze M., Shalashvili A., Shatirishvili Sh. Phenolics and Antioxidant Activity in Red Wines Prepared with Different Maceration Regimes. // *Proceedings of the XXXIV World Congress of Vine and Wine*, 2011, pp. 21-26
11. Ebelashvili N., Mujiri L., Shubladze L., Chkhartishvili N., Asashvili T. Red Wines Concentrated with Polyphenols. // *Proceedings of the XXXIII World Congress of Vine and Wine*. June 2010, pp 20-25
12. Gomez-Plaza E. et al. Phenolic Compounds and Color Stability of Red Wines: Effect of Skin Maceration Time. // *Am. J. Enol. Vitic.*, 2001, vol. 52, No. 3, pp. 266-270.
13. Mayen M., Merida J., Medina M. Flavonoid and Non-Flavonoid Compounds during Fermentation and Post-Fermentation Standing of Must from Cabernet Sauvignon and Tempranillo Grapes. // *Am. J. Enol. Vitic.*, 1995, vol. 46, No. 2, pp. 256-261.
14. Versari A., Barbanti D., Galassi S. Antocyanin composition of Montepulciano d Abruzzo must during industrial fermentation process. // *J. Wine Res.*, 1999, 10(3), pp. 223-227.
15. გელაშვილი ნ. მეღვინეობა. - თბილისი. საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი, 1961, 2 ტომი, 345 და 437 გვ.
16. გუჯეჯიანი გ. კუბაშების გაანგარიშების თეორია და პრაქტიკა. - თბილისი, მეცნიერება, 1996, 144 გვ.
17. ჯაფარიძე შ., შათირიშვილი შ., სხირტლაძე თ., ჯაფარიძე მ. ყურძნის ღვინის წარმოების ტექნო-ქიმიური კონტროლი. თბილისი, 2009, 208 გვ.
18. Валушко Г. Технология виноградных вин. - Симферополь, Таврида, 2001, 622 с.

SUMMARY

RED DESSERT WINE PREPARED BY INNOVATIVE TECHNOLOGY

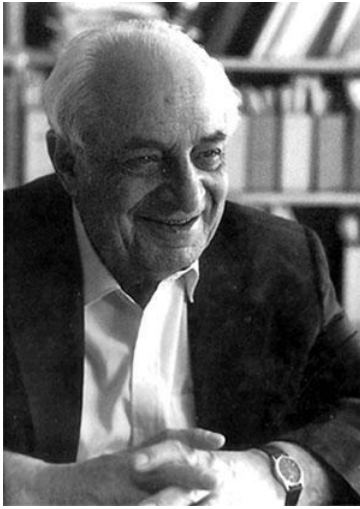
Kekelidze I.A.

Institute of Viticulture and Oenology, Agricultural University of Georgia

The paper deals with the enological characteristics of red wine samples prepared from grape cultivar Saperavi: dessert type – with standard technology and with various technological techniques with the aim of enrichment with phenolic compounds; dry type - with standard technology. It is shown that red dessert wine prepared by innovative technology is much more advanced as the high-quality drink in comparison with the standard dessert and dry red wine samples.

Keywords: red dessert wine, red dry wine, enological characteristics.

АЛЕКСАНДР ЯКОВЛЕВИЧ ЛЕРНЕР



Александр Яковлевич Лернер родился в г. Виница. С раннего детства выделялся среди сверстников редкой любознательностью и умением самостоятельно или с помощью книг «докапываться до истины». Был заядлым радиолубителем. Поступил в Виницкий индустриальный техникум, получил специальность электромеханика. В 18 лет А.Я. Лернер переезжает в Москву, где работает в Стандартгорпроекте и одновременно поступает во втуз, откуда на третьем курсе переводится в МЭИ. В 1940 г. А.Я. Лернер защищает в МЭИ кандидатскую диссертацию, посвященную вопросам управления электромоторами.

Вскоре после войны Александра Яковлевича приглашают на работу, а также для подготовки и защиты докторской диссертации в институт автоматики и телемеханики АН СССР. Именно в ИАТе ярко проявились его способности к научной и организационной работе. А.Я. Лернер является одним из основоположников теории и практики оптимального управления. Еще в начале 50-х годов XX века им опубликована статья «Улучшение динамических свойств автоматических

компенсаторов при помощи нелинейных связей», вышедшая в журнале «Автоматика и телемеханика». Результаты этой работы нашли применение при повышении быстродействия автоматических электронных потенциометров, используемых в качестве вторичных приборов при измерении многих технологических параметров.

В 1954 г. А.Я. Лернер публикует в «Автоматике и телемеханике» новую фундаментальную работу по теории оптимального управления «Метод изохрон для оптимального управления», где впервые вводится понятие областей изохрон в вазовом пространстве управляемой динамической системы. Осмысление нового понятия в последствии оказало воздействие на последующий вывод и развитие метода динамического программирования Ричарда Беллмана, поскольку области изохрон можно рассматривать как сечения функции Беллмана применительно к решению задач быстродействия динамических систем.

В 1960 г. В Докладах АН СССР и в журнале «Автоматика и телемеханика» А.Я. Лернер (совместно с А.Г. Бутковским) были опубликованы основополагающие работы, положившие начало развитию нового фундаментального направления теории управления – управления системами с распределенными параметрами.

В середине 60-х гг. Александр Яковлевич становится пионером исследования вопросов управления большими системами – нового направления, породившего несколько перспективных линий исследования. Он создает в ИАТе новый отдел (Отдел больших систем) и назначается его руководителем. Тогда же ещё одним научным интересом Александра Яковлевича стали задачи распознавания образов. Вместе с В.Н. Ванпником и А.Я. Червоненкисом он предложил для распознавания образов мощный метод, получивший название «обобщенного портрета».

С 1967 г. А.Я. Лернер становится одним из инициаторов постановки и исследования проблем управления большими автоматизированными системами. Тогда же Александр Яковлевич занимается изучением роли человека в системе управления и формулирует вместе с В.Н. Бурковым принцип открытого управления в теории активных систем.

В начале 70-х А.Я. Лернер и его семья принимают решение об отъезде в Израиль, и с этого момента начинается долгий отрезок его «жизни в отказе». Разрешение на выезд Александр Яковлевич получает только через 17 лет. В эти годы он организует научный семинар «отказников», советских ученых, долгие годы не получавших разрешения на выезд из СССР и изолированных от научного общения с коллегами.

В начале 1988 г. Александру Яковлевичу разрешают выехать в Израиль, где он сразу же становится профессором Института им. Вейцмана. Еще находясь в СССР, А.Я. Лернер нашел для себя новую перспективную тему – создания искусственного сердца. Однако в Институте Вейцмана выяснилось, что идея Лернера не может быть реализована на практике специалисты-технологи еще не придумали материалов, из которых можно было бы изготовить «насос Лернера».

В последние годы жизни Александр Яковлевич реализовал новую идею – изыскание способов перемещения предметов «без трения». Вместе с Б. Левиным он придумывает теорию и создает новый тип механического движителя, который с предельно малыми потерями на трение может перемещаться по очень узким криволинейным каналам (типа кровеносных сосудов, кишечника), - этот тип движителя нашел успешное применение в медицине.

Отпраздновав 90-летие А.Я. Лернер приступил к написанию книги о научных принципах построения современного государства. Увы, завершить этот труд ему не удалось.

